Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарская государственная
сельскохозяйственная академия»

Кафедра «Растениеводство и земледелие»

Е. В. Перцева

Биоиндикация экосистем

Методические указания для проведения лабораторных занятий

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:
0BC23592C498DBD2BA74E8FC611A8F90373884D2
Владелец: Машков Сергей Владимирович
Действителен: с 23.01.2022 до 23.04.2023

Кинель
РИЦ СГСХА
2016

УДК 57(07)
ББК 28.0я73
П-27

Перцева, Е. В.

П-27 Биологическая статистика : методические указания для проведения лабораторных занятий / Е. В. Перцева. — Кинель : РИЦ СГСХА, 2016.

Методические указания для проведения лабораторных занятий по курсам «Биологическая статистика» и «Статистика» предназначены для студентов бакалавриата по направлениям подготовки 35.03.04 «Агрономия», профиль «Агрономия» и 35.03.06 «Агроинженерия», профиль «Технологии и средства механизации сельского хозяйства».

© ФГБОУ ВО Самарский ГСХА, 2016
© Перцева Е. В., 2016

Предисловие

Основная цель методических указаний «Экологическая экспертиза» является формирование у студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.04 «Агрономия» профиль «Агрохимия и почвоведение» и 35.03.10 «Ландшафтная архитектура» профиль «Декоративное садоводство и ландшафтный дизайн» навыков, необходимых для решения профессиональных задач по выбору и использованию естественных биоиндикаторов и биотестов, а также средств оценки состояния окружающей природной среды и качества продукции растениеводства.

Для выполнения лабораторных работ в методических указаниях разработаны задания «Изучение методов определения качества почвенных и растительных проб», для каждого варианта которого имеется условие, составленное с учетом различных факторов, влияющих на результаты экологической экспертизы. Изучение методов экологической экспертизы нарушенных экосистем, качества воды и степени загрязнения водоемов, ознакомление с основными методами биологического тестирования агроэкосистем.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения ОПОП ВО.

Компетенции выпускников по направлению 35.03.04 «Агрономия», профиль «Агрохимия»

Общепрофессиональные компетенции:

- готовность участвовать в организации и проведении работ по оценке воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду, в природоохранном проектировании, в экологической экспертизе и аудите (ОПК-5);

Профессиональные компетенции:

- способность к оценке урожайности полевых культур (ПК-1);

- готовность организовать систему защиты полевых культур севооборота с учетом технологии, критерии и показатели уровня пригодных для применения земельных участков и контроля фитосанитарного состояния (ПК-2);

способность использовать агрометеорологическую информацию при производстве растениеводческой продукции

Национальные компетенции: [illegible]

Общепрофессиональные компетенции:

- готовность к оценке [illegible]

Профессиональные компетенции:

- готовность к реализации [illegible]

Тема 1. Методы учета макро- и мезофауны в почвенных экосистемах и обитающих в почве фитопатогенных нематод беспозвоночных

Цель занятия: Изучить методы учета макро- и мезофауны в почвенных экосистемах и обитающих в почве фитопатогенных нематод беспозвоночных.

Задачи: изучить методы учета макро- и мезофауны в почвенных экосистемах и обитающих в почве фитопатогенных нематод беспозвоночных; научиться выбирать методы учета макро- и мезофауны в почвенных экосистемах и обитающих в почве фитопатогенных нематод беспозвоночных.

Оборудование и материалы: методические указания, таблицы, схемы.

Ход работы

Задание. Используя предложенную литературу, необходимо описать методы учета почвенных беспозвоночных, обитающих представителей макро- и мезофауны в почвенных экосистемах и обитающих в почве фитопатогенных нематод беспозвоночных, заполнив таблицу 1.1

Таблица 1.1

Методы учета макро- и мезофауны и обитающих в почве фитопатогенных нематод беспозвоночных

Методы учета	Описание метода
Количественный метод почвы	
Метод учета ловушек	
Метод учета почвенной мезофауны	
Количественный учет почвенных беспозвоночных Методы учета макро- и мезофауны	
Количественный метод	
Количественный учет почвенных беспозвоночных Количественный учет почвенных нематод	

Контрольные вопросы

Приведите основные методы учета почвенных макро- и мезофауны и нематод.

Для чего проводится количественный учет почвенных беспозвоночных?

1. Какие количественные методы учета почвенных беспозвоночных вы знаете?
2. Для чего используются ловушки при учете почвенных беспозвоночных?

1. Перечислить основные этапы лабораторного исследования почвы и назначение каждого этапа (письменно).
2. Описать методику определения гигроскопической влажности почвы.
3. Описать методику определения [illegible]

Тема 2. Биоиндикация физических свойств почвы с использованием беспозвоночных животных

Цель занятия: Определить основные свойства почвы с использованием почвенных беспозвоночных животных.

Задачи: изучить основные параметры почв (механический состав, структура, водные свойства почвы, кислотность почвы, содержание органического вещества и биогенных элементов); изучить основные группы почвенных беспозвоночных животных, используемых для биоиндикации почв.

Оборудование и материалы: для выполнения работы, проводимой в лаборатории: раздаточный материал

Ход работы

Задание 1. Изучить виды индикаторов почвенных свойств почвы и заполнить таблицу 2.1, используя рекомендуемую литературу.

Таблица 2.1

Беспозвоночные животные – индикаторы основных свойств почв

Название почвенного свойства	Группы
[illegible]	
[illegible]	
[illegible]	
[illegible]	

Задание 2. Проанализировать имеющиеся данные по составу и численности беспозвоночных животных в [illegible] (см. рис. 2.2) и при помощи таблицы 2.1 оценить имеющиеся данные и предоставить пример биоиндикации

[illegible]

Таблица 2.2

[illegible]

[illegible]	[illegible]						[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	-	[illegible]	[illegible]	[illegible]	-	-	[illegible]
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	-	-	-	-	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	-	-	-	-	[illegible] / 10,2
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	-	-	-	[illegible]
[illegible]	-	1,0 / 0,8	-	-	-	-	[illegible]
[illegible]	[illegible]	-	-	-	-	-	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	-	-	-	[illegible]
[illegible]	[illegible]	-	-	-	-	-	[illegible]
[illegible]	[illegible]	-	-	-	-	-	[illegible]

Контрольные вопросы

1. [illegible]

2. [illegible]

3. [illegible]

Тема 3. Определение свойств почвы с помощью растений-индикаторов

Цель занятия. Научиться оценивать характер и степень загрязнения почвы по растениям-индикаторам.

Задачи занятия. Научиться определять видовой состав растительных сообществ, характерных для различных типов почв; освоить методику оценки загрязнения почвы по растениям-индикаторам.

Оборудование и материалы. Гербарий растений-индикаторов почвенного плодородия и загрязнения, определители растений, лупа, карандаш.

Ход работы

Задание 1. Составьте экологическую характеристику каждого растения-индикатора, используя приведенную ниже схему.

Задание 2. Выполните письменно анализ свойств почв, указанных преподавателем, используя данные почвенной карты (см. приложение 1).

Задание 3. Определите по растениям-индикаторам механический состав почвы (прил. 1–3).

Задание 4. Рассчитайте основные показатели почвы, используя данные встречаемости растений-индикаторов (в процентах) и порядок расчета на примере определения кислотности почвы (табл. 3.1).

Запишите в таблицу 3.1 столбец показателей кислотности растений (I_i) и частоты их встречаемости (Z_i), подсчитайте сумму частоты встречаемости всех обнаруженных растений-индикаторов. Затем для растений-индикаторов каждого вида умножьте балл кислотности почвы, на котором он произрастает, на частоту его встречаемости и полученные произведения просуммируйте. Разделите полученную сумму произведений на сумму частоты встречаемости всех видов растений-индикаторов. В итоге получите средневзвешенную оценку кислотности почвы, обусловленную растениями-индикаторами. Если обнаружены растения-индикаторы с разными баллами кислотности, то сумму произведений делят на сумму частоты встречаемости. Например, $(6 \cdot 2 + 7 \cdot 2) / (2 + 2) = 6{,}5$. Полученное значение округляют до целого. Это число является показателем кислотности почвы. Например, $6{,}5 \approx 7$, что соответствует pH (вод.) почвы нейтральной кислотности.

Задание 5. В процессе проведения исследования растений, произрастающих на обследуемом участке, сделайте вывод о степени загрязнения почвы свинцом.

почв приносят расчет. В таблице дать характеристику свойств почв, на которых указывают растения индикаторы

Таблица 3.1

Шкала баллов для суммарной оценки плодородия почвы

Вид	Количество баллов	Цена в баллах	Суммарное число баллов
Механический состав	1	1	
Водный режим	1	1	
Химический состав	1	1	
Структура		4	20
Солевой режим	1	6	30
Кислотность почвы	2	5	10
Засоленность	6	3	18
Грунтовые воды	6	2	30
Мощность почвы	6	3	18
		Σ(2) = 32	Σ(3) = 130

Растения-индикаторы позволяют оценить структуру почвы, механический состав, влажность, кислотность, засоленность, обеспеченность питательными веществами. Данные могут оказаться не очень полными, результаты растений-индикаторов и их показатели эталонности.

Для определения свойств почвы приводят названия всех растений, произрастающих на площади 10 м². Растениям, характеризующим свойства почвы, присваивают номер.

* Кислотность почвы:
1 — ацидофиты;
2 — алкалифиты;
* Механический состав:
1 — галлофиты;
2 — олигогалофиты;
3 — эвгалофиты;
* Кислотность почвы:
1 — кремнезем-аккумулятор;
2 — умеренные ацидофиты;
3 — слабые ацидофиты;
4 — ацидофильно-нейтральные;
5 — нейтрально-ацидофильные.
6 — нейтрально-базофильные.
* Отношение растения к влажности почвы:
1 — ксерофиты;
2 — мезофиты;
3 — гигрофиты.

Частоту встречаемости растений оценивают по 9-балльной шестичленной шкале со следующими обозначениями: 1 — очень редко, 2 — редко, 3 — нередко, 5 — часто, 7 — очень часто, 9 — повсю

Контрольные вопросы

1. Что называется почвенным плодородием?
2. Что такое почвенное плодородие?

Тема 8. Биодиагностика обеспеченности почвы макро- и микроэлементами

Цель занятия. Научиться определять обеспеченность почв макро- и микроэлементами по их внешним признакам.

Задание. Изучить внешние признаки недостатка макроэлементов (азота, фосфора, калия, кальция, магния, серы) и микроэлементов (железа, марганца, бора, меди, цинка, молибдена, кобальта).

Оборудование и материалы. Таблицы, иллюстрирующие признаки недостатка макроэлементов.

Ход работы

Задание. Используя предложенную литературу, определите, необходимо ли питание внешние изменения растений при недостатке различной обеспеченности почвы макро- и микроэлементами питательными веществами, заполните таблицу 4.1.

Опыт с водной культурой — это гидропоника. Растения выращивают без почвы на специальных средах, обеспечивающих растения всеми необходимыми элементами питания. Опыт позволяет установить недостаток или избыток тех или иных элементов питания и с большой точностью определить потребность растений в элементах питания.

Таблица 4.1

Результаты наблюдений за признаками обеспеченности почвы

Название микроэлемента	Внешние признаки недостатка элемента	Характерные признаки растений								

Контрольные вопросы

1. Основные признаки обозначения почвы по [illegible]
2. Перечислите виды [illegible] почвы. Какие из этих показателей [illegible]

Тема 5. Биологический контроль водной среды методом сапробности

Цель занятия. Ознакомиться с методами определения чистоты водоемов по гидробиологическим показателям.

Основные вопросы. Определение степени загрязнения воды [illegible] Сапробность. Сапробные [illegible] Индикаторные виды [illegible] Определение сапробности [illegible]

Ход работы

Задание. Используя предложенную литературу, необходимо изучить методику определения чистоты водоемов, ознакомиться с преимуществами и недостатками изученных методов и заполнить таблицу 5.1.

Термин сапробность происходит от греческого слова Sapros – гнилой. Сапробность водоема – характеристика степени загрязненности водоема органическими веществами. Сапробность водоема устанавливают по видовому составу гидробионтов и количественному соотношению. Понятие сапробности впервые предложил и разработал для загрязнений водоемов. В связи с ростом загрязнения водоемов сточными водами [illegible] и гидробиологами стало использоваться [illegible] Сапробность [illegible]

Контрольные вопросы

1. Перечислите наиболее распространенные в природе факторы загрязнения, методы определения чистоты водоемов.
2. Назовите причины [illegible] определения чистоты водоемов.

Таблица 5.1

Характеристика биологических методов оценки загрязнения вод

Наименование метода	Применение	Источник
Отработка воды по отмеченной [illegible]		
[illegible]		
[illegible]		
Биотестирование по [illegible]		
[illegible]		
[illegible]		

Тема 6. Оценка морфологических свойств побегов и использование их в [illegible]

[illegible]

Занятие 1. Оценка морфологических свойств побегов и использование их в [illegible]

Задание 1. Изучить морфологию побегов, научиться устанавливать последовательность их [illegible] и определять возраст побегов. Изучить [illegible] побегов и [illegible] растений.

Оборудование и материалы: гербарий растений, определители растений

Ход работы

Задание 1. Ознакомиться со строением побегов.

В качестве объекта можно использовать гербарные [illegible] растений. Для этого в [illegible] гербарии [illegible] определителей [illegible] растений, которые [illegible] определяют с помощью [illegible]. В [illegible] гербарии [illegible] побегов [illegible] растений. Признаки в [illegible] могут быть представлены как [illegible] растения, так и [illegible] растения, не являющиеся [illegible].

Задание 2. Получив у преподавателя задание на [illegible] гербарий [illegible] растений, [illegible] с [illegible] почками, [illegible] гербарии и [illegible].

Для расчета общей трофности каждому виду назначается индекс трофности: 0, ультратрофные; 1, олиготрофные; 2, мезотрофные; 3, эвтрофные; 4, гипертрофные. Частота встречаемости учитывается по двенадцатибалльной шкале (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Соотношение значений относительного обилия и частоты встречаемости отдельных видов (Е)

Частота встречаемости (в %)	Количественное обилие (в %)	Частота встречаемости (в баллах)
Редкие	1–10	1
Довольно	11–20	2
Часто	21–40	3
Очень часто	41–60	4
Всегда	61–80	5

Задание 3. Выделить индикаторные виды водоемов разной трофности. Дать характеристику водоема и шкале трофности по растительным видам (пример – таблица 6.2).

Таблица 6.2

Пример расчета оценочной трофности водоема

Индикаторные виды	Доля	Шкала «индикаторный вид»	
Вид	Тип водоема (D)	Частота встречаемости (E)	Оценочная трофность водоема (D × E)
1	2	3	4
Эрогенные виды-индикаторы олиготрофных вод	2	2	4
Эрогенные виды-индикаторы мезотрофных вод	3	3	9
Эрогенные виды-индикаторы эвтрофных вод	4	3	12
Эрогенные виды-индикаторы гипертрофных вод	5	4	20
Эрогенные виды-индикаторы сапротрофных вод	6	4	24
Эрогенные виды-индикаторы ксилотрофных вод	7	5	35
		Σ (D) = 29	Σ (D × E) = 104

Общая оценочная трофность водоема Σ (D) : Σ (D × E) = 104 : 29 = 3,6, что соответствует эвтрофному типу водоема с водой высокой и очень высокой трофности.

Задание 4. Приведите в отчете названия всех растений, указать индикаторные виды водоема по шкале трофности, охарактеризуйте качество воды исследуемого водоема.

Наличие целых растений является показателем благоприятного для среды организмов индикаторов. Эта имеет ряд преимуществ. Они представляют собой внешний неповрежденный покров и легко могут быть собраны и выбраны объекты. Также для визуального определения растений порой достаточно осмотреть их и сделать вывод. Макрофиты — это крупные травянистые растения, которые можно наблюдать невооруженным глазом. Обычно они произрастают в воде или на ее берегах. Макрофиты называют прибрежно-водной растительностью. Макрофиты — это растения, которые могут существовать только при определенных условиях.

Принцип метода основан на учете видового разнообразия представителей водной макрофауны и их индикаторной значимости. При биологической оценке качества воды необходимо учитывать следующие показатели: при загрязнении сначала падает общая численность макрофитов, а затем видовое разнообразие, снижается численность и биомасса. Макрофиты являются хорошими индикаторами загрязнения воды, так как они чувствительны к изменениям в окружающей среде.

Водные растения играют важную роль в экосистеме водоема. Они служат местом обитания для многих видов животных, а также являются источником пищи для них. Кроме того, растения помогают очищать воду от загрязнений и улучшают ее качество.

По общепринятой классификации водные растения делятся на следующие группы: гидрофиты, гелофиты, гигрофиты и ксерофиты.

Гидрофиты — это растения, которые полностью погружены в воду. Они имеют тонкие стебли и листья, которые плавают на поверхности воды. Гелофиты — это растения, которые растут на мелководье. Их корни находятся в воде, а стебли и листья поднимаются над водой. Гигрофиты — это растения, которые растут на влажных почвах. Они имеют толстые стебли и листья, которые могут накапливать воду. Ксерофиты — это растения, которые растут в засушливых условиях. Они имеют маленькие листья и толстую кожицу, которая защищает их от испарения.

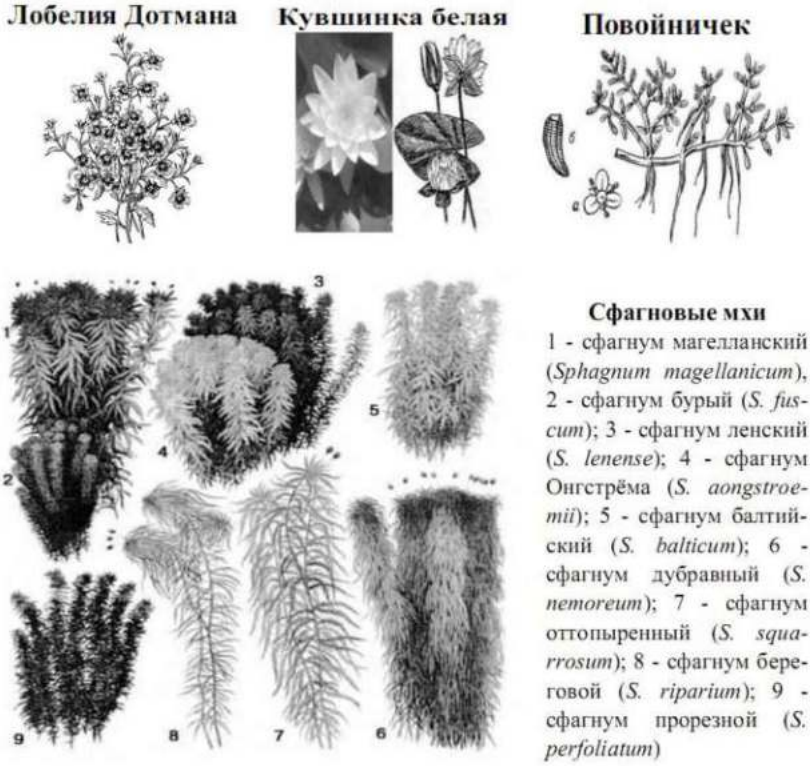
[illegible] растений с низким значением фитомассы.

Таблица С.3

[illegible]

[illegible]			
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Ацидотрофно-дистрофные водоемы можно выделить по преобладанию водно-болотных растений – видов рода осок, вахты трехлистной, кизляка кистецветного, сабельника болотного. Степень покрытия этих водоемов макрофитами невелика, заросли в значительной мере разрежены, растения угнетены, величины фитомассы низки. Кислая реакция среды и низкая прозрачность воды отрицательно влияют на произрастание растений.



Сфагновые мхи
1 - сфагнум магелланский (*Sphagnum magellanicum*), 2 - сфагнум бурый (*S. fuscum*); 3 - сфагнум ленский (*S. lenense*); 4 - сфагнум Онгстрёма (*S. aongstroemii*); 5 - сфагнум балтийский (*S. balticum*); 6 - сфагнум дубравный (*S. nemoreum*); 7 - сфагнум оттопыренный (*S. squarrosum*); 8 - сфагнум береговой (*S. riparium*); 9 - сфагнум прорезной (*S. perfoliatum*)

Рис. 6.1 Индикаторные виды макрофитов водоемов различной трофности

Дистрофные водоемы расположены в основном в заболоченной местности, берега их низкие, болотистые, с редкой растительностью, часто сложены из сфагнума. Реакция среды кислая, вода сильно окрашена, прозрачность ее очень низкая. Значительно разреживаются прибрежные заросли тростника и хвоща. Исчезают

[illegible]. Для дистрофных водоемов характерны вдоль уреза воды различные виды осок и водно-болотной растительности, на дне – сфагновый мох.

Для олиготрофного типа характерно [illegible]. Фитоценозы в основном разрежены. Развитие растений удовлетворительное, видовое разнообразие невелико.

Для мезотрофного и эвтрофного типов характерно [illegible]. Показательно наличие рогоза узколистного (Typha angustifolia), стрелолиста плавающего (Sagittaria natans), элодеи канадской (Elodea canadensis).

Контрольные вопросы

1. [illegible]
2. [illegible]
3. [illegible]
4. [illegible]
5. [illegible]
6. [illegible]

Тема 7. Определение загрязненности воздуха диоксидом серы с использованием древесных хвойных растений

Цель занятия. [illegible]

Задачи. [illegible]

Ход работы

Оценку загрязненности воздуха диоксидом серы можно проводить [illegible]

ной, численность которой должна быть достаточной для проведения исследования.

Для определения содержания диоксида серы в воздухе закладывается учетная площадка, состоящая из 10 деревьев. На каждой тест-площадке у взрослых деревьев на высоте 1,5-2 м исследуется ветвь. Учитываются следующие показатели: возраст ветви, годичный прирост, балл некроза, облиственность годичных приростов (покрытие хвоей).

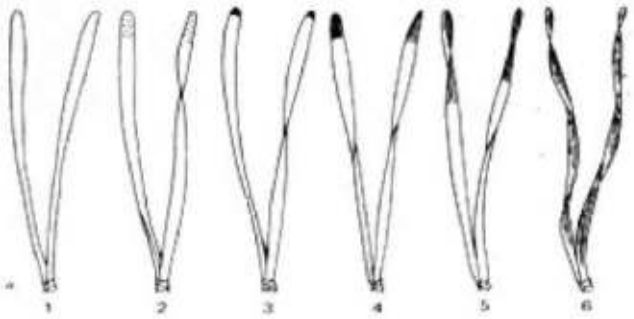


Рис. 7.1. Бонитировочная шкала некрозов хвои (по Jäger,1980)

Возраст ветви учитывается по ветвлению главной оси и боковых побегов, как известно, ветвление у хвойных – моноподиальное и они растут верхним междоузлием. Годичные приросты измеряются линейкой, начиная от прироста последнего года. Для каждого годичного участка ветви определяется класс некроза по шкале (рис. 7.1), для оставшейся хвои на годичных приростах. Так же оценивается количество сохранившейся хвои в процентах по сравнению с верхушечным участком текущего года.

Данные заносят в таблицу 7.1.

Таблица 7.1

Данные по морфологическому обследованию ветви ели сибирской

Годичный прирост, год	Продолжительность жизни хвои ели, лет	Облиственность, %	Прирост, см	Класс некроза, балл
2016				
2015				
2014				
2013				
2012				

Затем делают вывод о патогенности выделенной энтеробактерии, сравнивая ее с таблицей 7.2.

Таблица 7.2

Виды и дифференциация кишечных инфекций, вызываемых энтеробактериями

Возбудитель	Характеристика диарейного синдрома и стула	Продолжительность инкубационного периода, ч	Летальность при отсутствии лечения, %
Группа [illegible]	[illegible]	10–11	10–30
Группа [illegible]	[illegible]	5–10	1–5
	Холера	2–3	20–30
[illegible]	[illegible]	2–3	Более 20–30

Контрольные вопросы

1. [illegible]

2. [illegible]

Тема 8. Определение чувствительности выделенных культур энтеробактерий к антибиотикам и химиотерапевтическим препаратам

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Ход работы

На выделенной территории выбирают пробные площади. На пробной площади выбирают 5-25 деревьев одного вида, одного возраста, одного диаметра. На стволах на высоте 1,2-1,5 м в северной стороне ствола – восточной стороне ствола, ближе к центру площади, где листья имеют более яркую окраску, на одинаковой высоте от земли делают 3 – 4 раны скальпелем. Для оценки заживления используют предварительно размеченную сторону ствола, разбитую на 100 квадратиков.

Таблица 1

Оценка заживления коры деревьев лиственницы

№ дерева	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Степень заживления, %	75	80	85	90	95	100	100	100	100	100

Первоначально раневые поверхности имеют темно-коричневый цвет, затем они светлеют, становятся розовыми, а затем покрываются корой. Степень заживления определяется по площади раневой поверхности, покрытой корой.

Полученные данные заносят в таблицу 8.2, где для каждого участка определяют по внешним характеристикам, а в лаборатории определяют рабочие выполнения (таблица 8.2).

Таблица 8.2

Индекс состояния и пространственное распределение энтомофагов лиственных древесных культур

№ участка	Описание участка		Площадь участка, га	Численность энтомофагов, экз.	Численность энтомофагов, экз./га	Численность энтомофагов, экз./га	Численность энтомофагов, экз./га	Численность энтомофагов, экз./га	Численность энтомофагов, экз./га	Численность энтомофагов, экз./га
	Порода	Возраст								
1	Сосна обыкновенная	Сосна обыкновенная	1	2	3	4	5	6	7	8
2	Сосна	Сосна обыкновенная	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Черника	Сосна обыкновенная	3	4	5	6	7	8	9	10

При обработке данных для каждого участка определяется индекс видового разнообразия (ИВР):

$$ИВР = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^{n} P_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i},$$

где n – число видов энтомофагов;

P_i – число особей энтомофага, которым заселяется повреждение.

C_p – [illegible]

$C_н$ – [illegible]

[illegible] (ИП) [illegible] SO_2 в воздухе (табл. 8.3).

Таблица 8.3

Индекс полеотолерантности и среднегодовое содержание диоксида серы в воздухе

ИП	1-2	2-5	5-7	7-10
SO_2, мг/м^3	-	10-30	[illegible]	[illegible]
Зона	нормальная	смешанная	[illegible]	лишайниковая пустыня

[illegible]

Контрольные вопросы

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Тема 9. Флуктуирующая асимметрия древесных и травянистых форм растений как тест-система оценки качества среды

Цель занятия. Провести интегральную [illegible] оценку качества среды [illegible]

Задачи: проанализировать флуктуирующую асимметрию [illegible] и сделать вывод о [illegible]

Материалы и оборудование: [illegible]

Ход работы

Задание 1. В соответствии с рисунком 9.1 измерить жилки листовой пластины древесной породы по пяти параметрам. Занести данные по всем листьям в таблицу 9.1. Провести статистическую обработку данных.

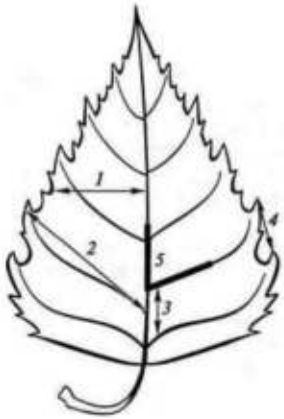


Рис. 9.1. Параметры промеров листьев для детального расчета:
1 – ширина половинки листа; 2 – длина второй жилки от основания листа;
3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок;
4 – расстояние между концами этих жилок; 5 – угол между главной
и второй от основания жилками

Задание 2. Провести экспресс-оценку загрязнения окружающей среды по результатам всех измерений. Сделать вывод о качестве среды обитания живых организмов в соответствии с таблицей 9.2.

Баллы соответствуют следующим характеристикам среды обитания живых организмов: 1 – чисто; 2 – относительно чисто («норма»); 3 – загрязнено («тревога»); 4 – грязно («опасно»); 5 – очень грязно («вредно»).

Выборку листьев древесных растений необходимо делать с нескольких близко растущих деревьев на площади 100 м^2 или на аллее длиной 30-40 м. Выборка листьев травянистых растений делается с нескольких экземпляров на площади 1 м^2. Используются только средневозрастные растения, исключая молодые и старые.

Всего надо собрать не менее 25 листьев среднего размера с одного вида растения. Листья собирать из нижней части кроны, на

уровне поднятой руки, с максимального количества доступных веток, направленных условно на север, запад, восток и юг. На каждой площадке исследуют максимальное количество видов, но не менее одного древесного и одного травянистого (на занятии используется собранный материал).

Обработка заключается в измерении длин жилок на листьях справа и слева. На рисунке 9.2 цифрами обозначены листья следующих деревьев: 1 – березы, измеряется первая жилка от основания листа; 2 – тополя, первая жилка от основания листа; 3 – остролистного клена, средняя жилка боковых пластин справа и слева; 4 – мать-и-мачехи, вторая жилка от основания черешка; 5 – клена американского, первая жилка от основания черешка; 6 – сныти, первая жилка от основания черешка; 7 – клевера ползучего, первая жилка от основания черешка. Жилки измеряются курвиметром или линейкой с точностью до 1 мм. Интерес представляют не размеры жилок, а разница их длины справа и слева.

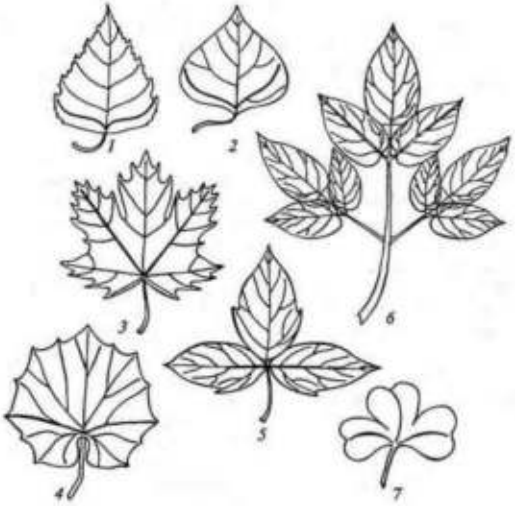


Рис. 9.2. Измерение длин жилок на листьях травянистых и древесных пород

Существуют более детальные расчеты флуктуирующей асимметрии. С одного листа снимают показатели по пяти параметрам (рис. 9.1).

Отдельно фиксируют «загнутость» макушки листа (рис. 9.3). Данные измерений заносят в таблицу 9.1. Величину флуктуирующей асимметрии оценивают с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия по признакам (среднее арифметическое отношение разности к сумме промеров листа справа и слева, отнесенное к числу признаков).

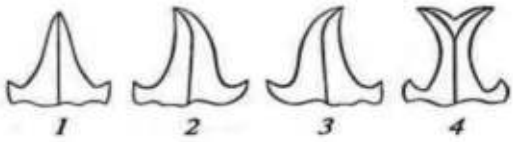


Рис. 9.3. Примеры «загнутости» макушки листа: 1 – не загнута; 2 – загнута влево; 3 – загнута вправо; 4 – «ласточкин хвост»

Коэффициент флуктуирующей асимметрии определяют по формуле, предложенной В. М. Захаровым:

$$\delta_d^2 = \frac{\sum (d_{l-r} - M_d)^2}{n-1},$$

где $M_d = \frac{\sum d_{l-r}}{n}$ – среднее различие между сторонами;

$d_{l-r} = \frac{2(d_l - d_r)}{d_l + d_r}$ – различие значений признаков между левой (l) и правой (r) сторонами;

n – число выборок.

Качественные признаки считают по проценту суммы асимметричных листьев:

$$M_A = \frac{n_a}{n_a + n_c},$$

где n_a – число асимметричных особей;

n_c – число симметричных листьев.

Показатель асимметрии указывает на наличие в среде обитания живых организмов негативного фактора. Это может быть химическое загрязнение, изменение температуры, обитание биологического объекта на краю ареала и др. Показатель откликается

показателями по изучаемым факторам и отвечают при существующих климатических условиях.

Таблица 9.1

Результаты замеров листьев смежных деревьев одной

_____ Исполнитель_____ Время опыта_____

Место опыта_____

№	Ширина листовой пластинки, мм		Длина листовой пластинки, мм		Расстояние между основаниями 1-го и 2-го листьев, мм		Расстояние между вершинами 1-го и 2-го листьев, мм		Угол между центральной жилкой и листом		Форма листовой пластинки
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1											
2											
3											

Примечание: 1 – левая сторона, 2 – правая сторона.

Таким образом, на основании анализа полученных данных можно сделать вывод о влиянии условий произрастания на изменчивость признаков листовой пластинки.

При большой силе полученных данных составляется бланк-карточка средних значений вариационного ряда (табл. 9.2).

Таблица 9.2

Карточка-сводка качества среды обитания клена ясенелистного по показателям флуктуирующей асимметрии листовых пластинок

(по А. К. Стрельченко, 2005)

Знак	Вид				
	1	2	3	4	5
Среднее значение	0,033	0,033–0,037	0,04–0,043	0,043–0,050	0,05
Экологическое состояние	Норма	Норма–отклонение	Отклонение	Отклонение–кризис	Кризис

Контрольные вопросы

1. Назовите причины возникновения – флуктуирующей асимметрии признаков и приведите примеры листовой асимметрии растений, произрастающих в различных условиях.

2. Перечислите методы изучения – флуктуирующей асимметрии признаков и приведите примеры листовой асимметрии растений.

3. Какие растения можно использовать для определения качества среды по показателям листовой асимметрии?

Тема 10. Цитологические нарушения окружающей среды по качеству цитограмм растений

Цель занятия: Оценить состояние окружающей среды по отклонениям в строении клеток эпидермиса листьев и размерам устьиц.

Задача: провести оценку загрязненности окружающей среды по количественным показателям и сделать выводы.

Оборудование и материалы: микроскопы, предметные стекла, покровные стекла, пинцеты, скальпели, пробирки, 5% раствор йода, пипетки, лезвия, препаровальные иглы, фильтровальная бумага.

Ход работы

Первоначально берут пинцету из листьев культурных растений, таких как традесканция. Пинцету помещают в пробирку и помещают на предметное стекло. Затем капают капли раствора йода (2 или 5%). Йодной настойкой разбавляют водой до бледно-желтого цвета, чтобы клетки эпидермиса окрасились в желтый цвет. Препарат выдерживают под микроскопом. Подсчитывают количество нормальных и аберрантных делящихся клеток по нескольким полям зрения. Нормальные митотические фигуры, описанные на анафазе и телофазе. Аберрантные – не сформированные или сформированы слабо, разных размеров и неправильной формы. Подсчитывают количество нормальных и аберрантных клеток в каждом поле зрения, вычисляют индекс.

Обычно у растений, произрастающих в нормальных условиях, на каждые тысячу клеток приходится одна-две аберрантные клетки (0,1–0,2%). Повышение загрязнения среды отражается в снижении процента нормальных клеток до 80%.

Данные занесите в таблицу 6.1

Сделать краткий вывод о загрязненности воздуха выхлопом газов, проходящих по автотрассе:

- при загрязнении окружающей среды количество нормальных клеток составляет до 80%;

при слабом загрязнении содержание нормальных делящихся клеток колеблется на уровне 70-60%.

- при среднем загрязнении окружающей среды содержание нормальных клеток уже составляет на уровне 15–20%.

- самое сильное загрязнение среды приводит почти к полной гибели растений, количество нормальных делящихся клеток падает до 10–15%.

Таблица 10.1

Результаты исследований питьевых

Время (дата) отбора проб воды из реки	Дата р ичес	Цвет мерных колб, зеркало	Цвет обследуемых зеркал	Запах обследуемых зеркал	Прозрачность, см
	I II III среднее				

Контрольные вопросы

1. Какой закон прошлого основан методом определения чистоты воды
2. Назовите неблагоприятные и благоприятные показатели окружающей среды, которые вы знаете. Какие из них являются экологическими показателями?

Тема 11. Оценка состояния окружающей среды с использованием измерительных приборов системы обыкновенной

Для оценки состояния окружающей среды
Для определения состояния окружающей среды с использованием измерительных приборов системы обыкновенной среды

Материалы и оборудование: образцы питьевой воды, измерительные приборы

Ход работы

Для проведения исследований подбирают несколько контрольных участков (площадью 1 м²) на разных расстояниях от зоны загрязнения. При этом каждый участок подбирают таким образом, чтобы в нем было приблизительно одинаковое количество растений. В пределах каждого участка подсчитывают количество растений. Затем подсчитывают количество растений на 1 м². Для этого подсчитывают количество растений на 1 м² и умножают на 100. Для этого подсчитывают количество растений на 1 м² и умножают на 100. Для этого подсчитывают количество растений на 1 м² и умножают на 100.

участка и сравнивают их статистически. Полученные данные заносят в таблицу 11.1.

Делают вывод о загрязненности окружающей среды по количеству учитываемых показателей.

- по загрязнению окружающей среды – параметры шишек не отклоняются от нормальных более чем на 5%;

слабое загрязнение – изменение параметров шишек от контрольных на 5-10%;

- среднее загрязнение окружающей среды – выраженное отклонение шишек от контрольных на 10-20%;

- сильное загрязнение среды – изменение параметров шишек от контрольных более 20%.

Таблица 11.1

Данные состояния генеративных органов сосны обыкновенной

Контрольный участок	Средняя длина	Средний диаметр	Отклонение от контроля
	данные		данные % отклонение, %
Контроль			
Вариант 1			
Вариант 2			

Если работу проводят в городе, то контрольный участок подобрать не обязательно, так как об изменении среды можно судить по изменению размеров шишек на одном опытном участке.

Контрольные вопросы

1. Как влияют промышленные выбросы на состояние растений и почвы окружающей среды в городских насаждениях? Какие породы обладают?
2. Что такое индикация? Какие индикаторные признаки можно использовать при оценке загрязненности воздуха? Какими приемами и способами можно определить степень загрязненности воздуха по состоянию растительности и почвенного покрова?

Тема 12. Индикация загрязнения почвы чувствительными к загрязнению окружающей среды семенами растений

Цель занятия: Изучить влияние загрязнения почвы на развитие растений и научиться определять степень загрязнения почвы по состоянию растений.

Задание: провести исследование загрязненности почвы по всхожести семян растений и длине проростков, сделать вывод о степени загрязненности почвы по полученным данным.

Материалы и оборудование: почвенные монолиты, почвенные монолиты с растительными остатками, ножи, пинцеты, лупы, ножницы, пластиковые пакеты, маркеры, этикетки, весы, лабораторная посуда, дистиллированная вода, перчатки, защитные очки.

Ход работы

Перед началом работ надеть перчатки и защитные очки. Каждому почвенному монолиту присвоить порядковый номер и подготовить 3–5 пластиковых пакетов. Отобрать 25–30 шт. растительных остатков. Измерить их длину и записать в таблицу. Часть растительных остатков (10–15 шт.) разложить равномерно по поверхности почвенного монолита. Оставшиеся растительные остатки использовать для определения влажности. Монолиты с растительными остатками и без них (контроль) поместить в пластиковые пакеты, плотно завязать и маркировать. Выдержать в течение 3–5 недель при комнатной температуре. Ежедневно осматривать пакеты, фиксировать появление плесени, изменение цвета и структуры растительных остатков. Через 7, 14, 21 и 28 суток отобрать по 5 растительных остатков из каждого монолита, очистить от почвы, высушить до воздушно-сухого состояния и взвесить. Рассчитать потерю массы в процентах от исходной. Построить график динамики разложения.

Контрольные вопросы

1. Какие факторы влияют на скорость разложения растительных остатков в почве?
2. Какие группы почвенных животных участвуют в разложении растительных остатков?
3. Как изменяется масса растительных остатков в ходе эксперимента?
4. Какие ферменты участвуют в разложении целлюлозы?
5. Почему разложение растительных остатков важно для плодородия почвы?

Таблица 12.1

Влияние загрязненности почвы на лабораторную всхожесть семян яровых культур. Культура

Вариант опыта	Повторность	Число семян, шт.	Длина проростка, см	Длина корня, см	Сухая масса 100 проростков, г	Сухая масса 100 семян, г
Контроль (чистая почва)	I					
	II					
	III					
	Ср.					
Загрязнение 1	I					
	II					
	III					
	Ср.					

Тема 13. Методики оценки и прогноза загрязнения почв по показателям микробиологической

(Ростовская область). Оценка состояния почв и растений в зоне влияния Мойвер и Будённый

Экологическое состояние загрязнения почв в зоне Мойвер и Туманная, подвергшихся воздействию при помощи обычных методов, будет показано на примере оценки загрязнения почв и растительности в районе Сосновый и микробиологических показателей загрязнения почв и растительности, а также показателей

Ход работы

Задание 1. С помощью экологической литературы дать характеристику общей экологической обстановки в районе Мойвер и Туманная и определить биологическую активность почв.

Задание 2. Рассчитать загрязненность почвы тяжелыми металлами по показателям видов микроорганизмов по предложенным методикам Будённого и Мойвер. Сравнить полученные результаты. Сделать вывод о качестве среды методами биологических организмов.

Контрольные вопросы

1. [illegible]
2. Опишите процесс образования [illegible].
3. [illegible] Вернадского [illegible]?

Тема 14. Индикация состояния окружающей среды по частоте встречаемости фенов клевера белого

Цель занятия: Определить состояние окружающей среды по частоте встречаемости фенов клевера белого.
Задачи: изучить методы определения состояния окружающей среды по частоте встречаемости фенов клевера белого; [illegible] окружающей среды с помощью индикатора – клевера белого в различных биотопах.
Материалы и оборудование: [illegible] клевера белого, сумки, калькулятор.

Ход работы

Наблюдения осуществляются путем подсчета фенов листьев белого клевера с различным рисунком и без него (рис. 14.1) и последующего расчета частоты их встречаемости в процентах. Для [illegible] проводить на разных пробных площадках, различающихся направленностью, нагрузкой и положением в ландшафте.

Фены – это [illegible] признака [illegible]. Частота встречаемости некоторых фенов является [illegible] индикатором действия антропогенных факторов, в том числе загрязнения.

В качестве фенетического биоиндикатора можно использовать широко распространенный белый клевер *Trifolium repens* (клевер ползучий). Форма серого рисунка на пластинках листа и частота встречаемости может использоваться как индикатор загрязнения среды.

Сначала задается направление движения, по которому будет проводиться исследование. Обнаружив экземпляр белого клевера (обычно в виде куртинок), определяют фен [illegible] (рис. 14.1) и [illegible] рабочей таблицы 14.1.

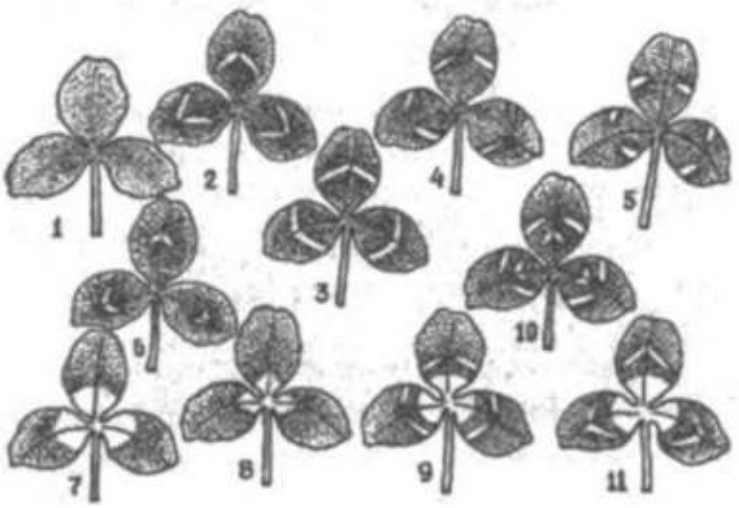


Рис. 14.1. Фенотипы белого клевера

Отсчеты фенов следует проводить не чаще, чем через два-три шага. Эта процедура повторяется по ходу движения в заданном направлении до конца пробной площадки. После этого направление движения меняется, и подсчет продолжается до тех пор, пока будет сделано не менее 200 отсчетов. Если в какой-либо точке площадки обнаруживаются два разных фена, то данный результат не учитывается ввиду переплетения куртинок.

Таблица 14.1

Рабочая таблица учета фенов белого клевера

Изучаемый биоценоз	Фен 1 (без рисунка)	Фен 2	Фен 3	Фен 4	Фен …	«новые» формы

При обнаружении на пробной площадке фенов, не указанных на рисунке 14.1, результаты вносятся в графу «новые формы». Отдельно отмечается наличие растений с какими-либо уникальными фенами (например, с рисунком красного цвета), растения-мутанты с четырьмя, пятью и более листьями и т. д., делается их гербарий с описанием места и даты обнаружения.

Для популяции белого клевера на каждой пробной площадке рассчитываются частоты встречаемости отдельных фенов P_i,

а также функция частота встречаемости всех форм с рядом низких значений ИСФ) т представлен

$$P_i = 100 \cdot n_i / N,$$

$$ИФСТ = 100 \cdot (n_1 \cdot n_2 \cdot \ldots) / N$$

где P_i – показатель,

n_i – количество участков, занятых i-ой популяцией в опытной популяции

N – общее число учетных растений

Результаты расчетов внесите в таблицу 1.2

Таблица 1.2

Результаты фенологического анализа опытных популяций №

Количество растений						Группа фитнеса				
Сем	Сем 2	Сем 3	Сем	семенной форма взро		фит 2	Сем 3	Вза	семенной форма	ИСФ

По величине ИСФ при достаточно большом количестве пробных площадок по популяционной территории можно выявить наличие дигрессивно нарушенных участков. На чистых территориях величина ИСФ не превышает 30%, на среднезагрязненных 30-60%, а на загрязненных территориях ИСФ может достигать 70-80%.

Контрольные вопросы

1. Как рассчитывается ИСФ и что означает данный показатель?
2. Что означает понятие «фитнес популяции»?
3. В каких случаях возможно использование данного показателя для оценки состояния?

Тема 15. Использование листьев растений в качестве биоиндикаторов степени загрязнения почвы

Цель занятия: Изучить методику определения содержания тяжелых металлов в растениях.

Анализ почвы, воды или растительности является основой для оценки степени загрязнения окружающей среды. Однако почва и вода в основном биологически

Методические указания по изучению влияния солей тяжелых металлов на растения

Ход работы

Липа особенно чувствительна к солевому загрязнению почвы. Показателем реакции липы на солевой фактор является появление краевого ожога на листьях. Под ожогом понимается утрата листовой пластинкой зеленой окраски вследствие разрушения хлорофилла и появления желтой окраски, что приводит к отмиранию участков листа и далее к раннему обрастанию листа на земле.

Исследования нужно начать с осмотра липы вдоль дороги. Для этого выбрать 10 деревьев и выявить степень повреждения листовых пластинок. Данные занести в таблицу 15.1 и 15.2

Выделяется 4 степени повреждения листовой пластинки, характеризующие устойчивость липы

первая степень загрязнения – на краю листа появляется узкая желтая полоска, в почве отмечается следующее

- вторая – сильный ожог, проявляющийся в виде широкой краевой полосы, при этом в почве отмечается высокая загрязненность солями;

- третья – обширный ожог краевой зоны с желтой пятнистой полосой, при этом в почве также высокая загрязненность солями.

- четвертая – сильное повреждение листовой пластинки, выраженное в отмирании краевой зоны листа, в почве отмечается высокая загрязненность солями.

Таблица 15.1

Данные учета листьев липы

№ дерева	Число поврежденных листьев			
	степень повреждения листа			
	I	II	III	IV
1 2				
...				
10 деревьев				

Кроме этого существует ещё показатель почвенно-экологической обстановки – наличие деревьев с двумя стволами (или больше), в норме таких деревьев должно быть не более 20%.

Задание 3. По формуле рассчитать средний коэффициент состояния почвы (КСП)

$$КСП = \sum \frac{n_i \cdot k_i}{n}$$

где k_i – показатель i-го признака;

n_i – количество i-го признака;

n – общее количество учетных листьев.

Сравнить полученный результат с эталонным показателем и сделать вывод о степени загрязнения почв.

Исследуя характер повреждений листьев тополя на территории данного населенного пункта. После полного обследования всей территории дать развернутую характеристику экологической обстановки по населенному пункту и предложить мероприятия по оздоровлению почвы.

Таблица 15.2

Средние параметры листьев тополя, собранных с больших и малой степени загрязненной пыли

Зона отбора проб	Повреждение хлорозом (площадь повреждения), %	Повреждение некрозом (площадь повреждения), %	Общая площадь повреждения, %	Количество листьев с двумя и более стволами, %

Контрольные вопросы

Существует ли система нормирования загрязнения почв, почему нет единых норм загрязнения почв.

Как различаются по характеру воздействия загрязнения почвы

Для полевых определить загрязнение почвы с помощью почвенных водорослей.

Для этого нужно определить загрязнение почвы с помощью почвенных водорослей, определить устойчивость окружающей среды к почвенным [illegible] водорослей.

Оборудование и оборудование: образцы почвенных почв, микроскопы, почвенное и почвенное стекло

Ход работы

Почвенные водоросли составляют постоянную и активную часть почвенных микроорганизмов, отражают состояние почвенной среды и используются для биодиагностики почв. Альгологический анализ (по водорослям) может быть использован для экологического мониторинга почв. Ниже дается краткое описание методик изучения почвенных водорослей и приводятся примеры использования их в качестве биотестов.

При выборе мест сбора проб учитывается подробное описание растительности, типа почв и механического состава почвы. Большинство микроорганизмов [illegible] концентрируется в верхнем слое почвы, поэтому образец отбирается с глубины 0–10 см. Для изучения водорослей с толще целинной почвы берут перпендикулярные пробы весной 20–25 г, прилегающие к определенным растительным ассоциациям и к другим почвенным образцам. В [illegible] почвенных пятен берут смешанный образец весом 3–5 кг. Пробы берут стерильным ножом, сильно прижатым.

В полевых условиях стерильный может быть проведен многократный анализ почв в последующие дни. Обязательно собирают и конверты на полевой бумаге. По возвращении из полевых экспедиций образцы высушивают на воздухе, [illegible] почву.

Важный этап анализа водорослей – определение для изучения численности водорослей культуральным методом. Навеску воздушно-сухой почвы 1 г растирают в фарфоровой ступке и просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм. Методом прямого микроскопирования

является получение определенного микробиологически качественного посевного материала из почвы, и получить образцовые зрелые плоды.

Главным условием выращивания высокого качества огородной продукции служит культура земледелия. При культурном земледелии почвенный покров приобретает определенную структуру, характеризуется оптимальными показателями воздушного, водного, питательного режимов, биологической активности. Культурная почва характеризуется высокой степенью окультуренности, высоким содержанием гумуса, азота, фосфора, калия, кальция, магния, железа, марганца, меди, цинка, бора, молибдена, кобальта, серы, а также микроэлементов, необходимых растениям для нормального роста и развития. Культурная почва характеризуется высокой биологической активностью, благоприятными водно-воздушными свойствами, оптимальной реакцией среды, высокой емкостью поглощения, высокой буферностью, благоприятными агрофизическими свойствами, отсутствием токсичных веществ, вредных микроорганизмов, возбудителей болезней растений, семян сорняков, вредителей растений.

Для получения высоких урожаев овощей и получения экологически чистой продукции необходимо создать оптимальные условия для роста и развития растений, обеспечить их элементами минерального питания, влагой, теплом, светом, воздухом, защитить растения от вредителей, болезней, сорняков, неблагоприятных погодных условий.

Перед культивированием культуры почву необходимо обеззаразить от возбудителей болезней растений, вредителей растений, семян сорняков. Для этого используют различные методы: физические, химические, биологические, агротехнические.

Наиболее часто для обеззараживания почвы используют химический метод. Для этого применяют различные химические препараты: формалин, хлорную известь, медный купорос, марганцовокислый калий, карбофос, фундазол, бордосскую жидкость, препараты серы, препараты меди, препараты цинка, препараты бора, препараты молибдена, препараты кобальта, препараты железа, препараты марганца, препараты кальция, препараты магния, препараты азота, препараты фосфора, препараты калия, препараты кремния, препараты кобальта, препараты серы, препараты меди, препараты цинка, препараты бора, препараты молибдена, препараты кобальта, препараты железа, препараты марганца, препараты кальция, препараты магния, препараты азота, препараты фосфора, препараты калия, препараты кремния.

Для обеззараживания почвы используют различные методы: физические, химические, биологические, агротехнические.

Наиболее часто для обеззараживания почвы используют химический метод. Для этого применяют различные химические препараты: формалин, хлорную известь, медный купорос, марганцовокислый калий, карбофос, фундазол, бордосскую жидкость, препараты серы, препараты меди, препараты цинка, препараты бора, препараты молибдена, препараты кобальта, препараты железа, препараты марганца, препараты кальция, препараты магния, препараты азота, препараты фосфора, препараты калия, препараты кремния.

Для обеззараживания почвы используют различные методы: физические, химические, биологические, агротехнические.

Наиболее часто для обеззараживания почвы используют химический метод. Для этого применяют различные химические препараты: формалин, хлорную известь, медный купорос, марганцовокислый калий, карбофос, фундазол, бордосскую жидкость, препараты серы, препараты меди, препараты цинка, препараты бора, препараты молибдена, препараты кобальта, препараты железа, препараты марганца, препараты кальция, препараты магния, препараты азота, препараты фосфора, препараты калия, препараты кремния.

Контрольные вопросы

1. Какие вопросы относятся к санитарии почв?
2. Почему нельзя использовать для выращивания овощей почву, взятую с территории, прилегающей к свалке?
3. Перечислите микробиологические показатели почвенных экосистем.

Тема 17. Биоиндикация токсичности природных вод с помощью дафний

Цель занятия: Изучение основного метода определения токсичности воды с использованием дафний; научиться определять токсичность воды с помощью тест-объекта – дафния.

Задачи занятия: Ознакомление с основными этапами биотестирования; культивирование дафний; отработка навыков биотестирования.

Ход работы

Дафния – широко распространенный тест-объект для определения токсичности воды. Метод позволяет определить токсичность стоков в природных вод. Критерием острой токсичности является гибель 50% и более дафний в анализируемой воде по сравнению с контролем в течение 24-48 часов.

Исходный материал желательно приобрести в специальных учреждениях и организациях. Для получения своей культуры дафний из самого чистого в вашей местности водоема с помощью планктонного сачка отлавливают дафний и помещают в стеклянную емкость, которую хранят при комнатной температуре. Оптимальная температура 5-10 °С, при которой культивируемые дафнии.

Дафнии питаются дисперсными частицами органического происхождения. Затем отбирают крупных самок дафний, культивируемых отдельно от остальных. Для этого используют сачок с ситом диаметром 3-5 мм и помещают их в стеклянную банку, куда переносят дафний с помощью стеклянной трубки с внутренним диаметром 10-15 мм с оплавленным концом. Оптимальная плотность посадки 5-10 особей на 1 литр.

Спустя 5-7 суток, в течение которых дафнии приспособились к лабораторным условиям существования и начинают размножаться, в сосуды добавляют воду для дальнейшего культивирования.

При поддержании культуры в помещении не должно быть прямых лучей солнечного света. Оптимальная температура 18-20 °С, продолжительность светового дня 12-14 часов. Культуру дафний нельзя кормить хлебными дрожжами и органическим раствором

ратезами лучше мыть питьевой водой при добавлении хромовой смеси или соляной кислоты. Для культивирования дафний используют водопроводную воду, предварительно отстоянную не менее 7 суток и насыщенную кислородом (pH – 7,0–8,2, жесткость общая – 3–4 мг-экв/л, концентрация растворенного кислорода не менее 6,0 мг/л). При pH 7–10 суток подготовленную водопроводную воду с культурой дафний заменяют на свежую, причем скорость замены должна быть не более 25 замен в сутки, культура при этом не страдает.

Корма для дафний сухие: пивные и хлебопекарные дрожжи. Для приготовления дрожжевого экстракта 1 г свежих или 0,3 г воздушно-сухих дрожжей заливают 100 мл дистиллированной воды. После набухания дрожжи тщательно перемешивают, дают отстояться в течение 30 мин.

Подсобную культуру дафний содержат в сосудах с дафниями в количестве 3 мл на 1 л воды. Кормят дафний 2 раза в неделю. Для выращивания зеленых водорослей требуется сложная питательная среда, поэтому при возможности приобретают их в отделах культур лабораторий и хранят в холодильнике (срок хранения 21 сутки). Вносят 1 мл суспензии водорослей на 1 л воды.

При невозможности культивирования дафний можно использовать живой корм, который продается в зоомагазинах.

Пробу природной воды отбирают в объеме до 1 л. До биотестирования ее хранят в холодильнике не более 5 часов при температуре +4°С.

Далее пробу центрифугируют через фильтр, предварительно промыв его водой, не содержащей токсичных веществ.

Берут 3 сосуда для исследуемой воды и 3 сосуда для контрольной пробы, не содержащей токсичных веществ. Наливают в них по 100 мл исследуемой воды и по 100 мл чистой воды для контроля. Последнюю воду можно разбавить водой, не содержащей токсичных веществ.

Биотестирование пробы воды проводят в соответствии с инструкцией (время отстаивания 24 часа, температура 20°С, освещенность 1000 лк, продолжительность светового дня 12 часов, pH 7,0–8,2, температура 20°С, аэрация воздухом через стеклянную трубку с оттянутым концом – 2 мл/л – при появлении признаков угнетения дафний с помощью электроаспиратора). В данном биотестировании гибель дафний не регистрируется.

В эти дни вокруг поселка по ее осевой дороге. Их перенесет стеклянной трубкой диаметром 5 см и спустил в сапог и затем в сосуд, загрузив его в воду. Наблюдения за каким экспериментом через 21–18 и 36 часов. Данный во время экспериментов на конечных. По окончании эксперимента подсчитывают число живых дафний. В экспериментах с пресной водой, где они свободно плавают в толще воды или оседают на дно сосуда не позднее 15 с после его легкого покачивания. Проведение подсчета. По окончании эксперимента результаты в 3-х повторностях рассчитывают среднее арифметическое количество дафний в контроле и опыте. Для расчета тест-параметра – процента гибели дафний в опыте по отношению к контролю – используют формулу:

$$\text{Острая токсичность} = 100 \cdot (1 - X_2 / X_1),$$

где X_1 и X_2 – среднее арифметическое количество живых особей в контроле и опыте.

При определении пригодности биотестирования, т. е. насколько пороги токсичности экспериментально определяемых значений концентраций – в качестве эталона $K_2Cr_2O_7$. В небольшом (0,1–2,5 мл) растворе гибель дафний должна составлять не менее 50%. Разбавленный раствор дихромата калия получают, смешивая 1,25 мл эталонного раствора (1 г $K_2Cr_2O_7$ в 1 л дистиллированной воды) с 1 л контрольной воды.

Проба воды считается как обладающая острой токсичностью, если за 24 ч биотестирования в ней гибнет 50% и более дафний по сравнению с контролем. Если в течение опыта в контрольных сосудах произошла гибель более 10% дафний, то полученные результаты не учитывают, опыт повторяют предварительно подготовив кратность, потребовавшую для биотестирования.

В зависимости от работы можно отнести некоторые обратимой обратной воды

Контрольные измерения

Из всех приведенных выше – это все измерения и наблюдения проводимые на уровне

2. Наличие других организмов, кроме дафний, при проведении биотестирования и выявление их влияния на результаты

Приложение 1

Пенсионные наиболее часто встречаемые в средней полосе России растения-индикаторы дефицита питательных веществ в почве

Вид	Интенсивность признака
1	2
Азотное голодание (недостаток азота)	
Белая акация (робиния)	
Виноград	
Груша обыкновенная	
Капуста белокочанная	
Клевер луговой	
Крыжовник	-
Красная смородина	-
Лук репчатый	
Малина	-
Облепиха	-
Огурец посевной	
Подсолнечник однолетний	
Помидор	
Сирень обыкновенная	
Фасоль обыкновенная	
Фосфорное голодание (недостаток фосфора)	
Барбарис обыкновенный	2
Вишня обыкновенная	2
Виноград	2
Земляника	2
Клубника	2
Клюква крупная	2
Крыжовник	2
Лилия тигровая	2
Пшеница яровая	1
Подсолнечник	2
Слива	2
Горох	1
Яблоня	2
Калийное голодание (недостаток калия)	
Виноград	2
Капуста белокочанная	2
Картофель	2
Лук репчатый	2
Помидор	1
Подсолнечник однолетний	1

Окончание прил. 1

Хранение и учет документов Документооборот	1 1
Экспертиза ценности документов	1
Справочно-информационная работа с документами	
Архивный фонд	4
Состав архивного фонда	4
Описание архивных документов	4
Учет архивных документов	4
Использование архивных документов Особенности работы с архивными документами	4 1
Государственная система документационного обеспечения управления	1
Технологии создания, использования и хранения документов	1

Приложение 2

Контрольная работа по теме «Документирование управленческой деятельности»

Вариант	Количество заданий
1	2
Документирование работы с кадрами	
Документирование приема на работу Документирование приема на работу	1
Документирование перевода на другую должность	
Документирование увольнения Документирование работы с кадрами	-
Документирование поощрений и взысканий	2
Документирование отпусков Документирование поощрений и взысканий	2
Документирование командировок	2
Документирование работы комиссий	1
Документирование аттестации	2
Документирование награждений	1
Документирование материальной ответственности	2
Документирование трудовых отношений	2
Документирование дисциплинарных взысканий Документирование работы с кадрами	1
Документирование служебных командировок	2
Документирование работы с документами Документирование работы с кадрами	2 2
Документирование приема на работу	2
Документирование увольнения	1

Окончание табл. 2

1	2
[illegible]	1
[illegible]	1
[illegible]	1
[illegible]	1
[illegible]	2
[illegible]	
[illegible]	4
[illegible]	4
[illegible]	4
[illegible]	1
[illegible]	1
[illegible]	1
[illegible]	1
[illegible]	4
[illegible]	1
[illegible]	
[illegible]	3
[illegible]	2
[illegible]	2
[illegible]	1
[illegible]	2
[illegible]	1
[illegible]	1
[illegible]	3
[illegible]	
[illegible]	2
[illegible]	1
[illegible]	2
[illegible]	2
[illegible]	1
[illegible]	2
[illegible]	
[illegible]	1
[illegible]	1
[illegible]	1
[illegible]	1
[illegible]	1
[illegible]	1

Приложение 3

Некоторые растения индикаторы влажности почвы

Вид	Индикатор влажности
	2
Злаковые	
Вейник [illegible]	
Вейник [illegible]	
Вейник [illegible]	+
Гибискус [illegible]	
Горец [illegible] Гречишка [illegible]	- +
Гусиная [illegible]	
Гусиная [illegible] Гусиная [illegible]	-
Зеленчук [illegible] Зеленчук [illegible]	-
Камнеломка [illegible]	
Клевер [illegible]	
Колокольчик [illegible]	
Кориандр [illegible]	
Лапчатка [illegible]	
Лютик [illegible]	
Мать-и-мачеха [illegible] Мелколепестник [illegible]	- +
Мелколепестник [illegible]	
Мелколепестник [illegible] Мелколепестник [illegible]	-
Мелколепестник [illegible]	
Мелколепестник [illegible]	
Мелколепестник [illegible]	
Мелколепестник [illegible]	
Мелколепестник [illegible]	
Мелколепестник [illegible] Мелколепестник [illegible]	+ +
Мелколепестник [illegible] Мелколепестник [illegible]	- +
Мелколепестник [illegible]	
Мелколепестник [illegible] Мелколепестник [illegible]	-
Мелколепестник [illegible]	
Мелколепестник [illegible]	
Мелколепестник [illegible]	

Окончание табл. 3

1	2
Хлорорганические пестициды	
Метилхлорфенилтрихлорэтан	2
Метилхлорфенилдихлорэтилен	2
Метилхлорфенилдихлорэтан	2
Гексахлорциклогексан	2

Приложение 4

Наиболее часто встречаемые растения индикаторы механического состава почв

Название растения	Индикаторное значение
1	2
Индикаторы – тяжелые механического состава	
Виды осок (кроме осоки ранней)	
Виды ситников (кроме ситника жабьего)	
Лисохвост луговой	
Мятлик луговой	
Щучка дернистая (Сизый вариант)	+
Индикаторы – тяжелые механического	
Осока ранняя (Сизый вариант)	2
Хвощ полевой (Сизый вариант)	2
Бодяк полевой (Сизый вариант)	2
Костер кровельный (Сизый вариант)	2
Ситник жабий (Сизый вариант)	2
Лютик ползучий (Сизый вариант)	2
Лютик едкий (Сизый вариант)	+
Гвоздика травянка (Сизый вариант)	2
Мать-и-мачеха (Сизый вариант)	+
Индикаторы – тяжелые механического	
Вероника полевая (Сизый вариант)	+
Подмаренник цепкий (Сизый вариант)	+
Хвощ озерный (Сизый вариант)	+
Лютик полевой (Сизый вариант)	+
Пырей ползучий (Сизый вариант)	+
Одуванчик лекарственный (Сизый вариант)	+
Щучка дернистая (Сизый вариант)	+

Определитель симптомов недостатка элементов питания

Содержание
1 Симптомы проявления недостатка элементов питания на растениях ... 2
1.1 Признаки недостатка азота ... 3
1.2 Нарушения в почве и растении ... 5
1.3 Симптомы нарушения питания ... 7
2 Почва: признаки и свойства ... 8
3 Симптомы недостатка элементов питания на листьях ... 9
3.1 Признаки недостатка азота у растений ... 10
3.2 Признаки недостатка фосфора ... 11
3.3 Признаки недостатка калия ... 12
3.4 Признаки недостатка кальция ... 13
3.5 Признаки недостатка магния ... 14
3.6 Признаки недостатка серы ... 15
3.7 Признаки недостатка железа ... 16
3.8 Признаки недостатка марганца ... 17
3.9 Признаки недостатка цинка ... 18
3.10 Признаки недостатка меди ... 19
3.11 Признаки недостатка бора ... 20
3.12 Признаки недостатка молибдена ... 21
3.13 Признаки недостатка хлора ... 22
4 Признаки избытка элементов питания ... 23

которого [illegible] розетки [illegible] темно-зеленых [illegible] [illegible] ... недостаток [illegible]

5. У [illegible] [illegible] растения [illegible] [illegible]

[illegible]. У плодовых, ягодных и овощных культур [illegible] [illegible] ... недостаток магния

[illegible]. У всех растений [illegible] точки роста и почки [illegible] [illegible] ... недостаток бора

6. Верхние листья хлоротичны. Жилки [illegible] зелеными [illegible] [illegible] ... недостаток железа

6. [illegible]

[illegible]

6.2. [illegible]

7. [illegible] зелеными листьями; у картофеля медленно разрастается общее пораж[illegible] [illegible]

[illegible] у цитрусовых молодые листья более светло-зеленые, чем предшествующие [illegible]

7.1. [illegible]

[illegible]

Приложение 6

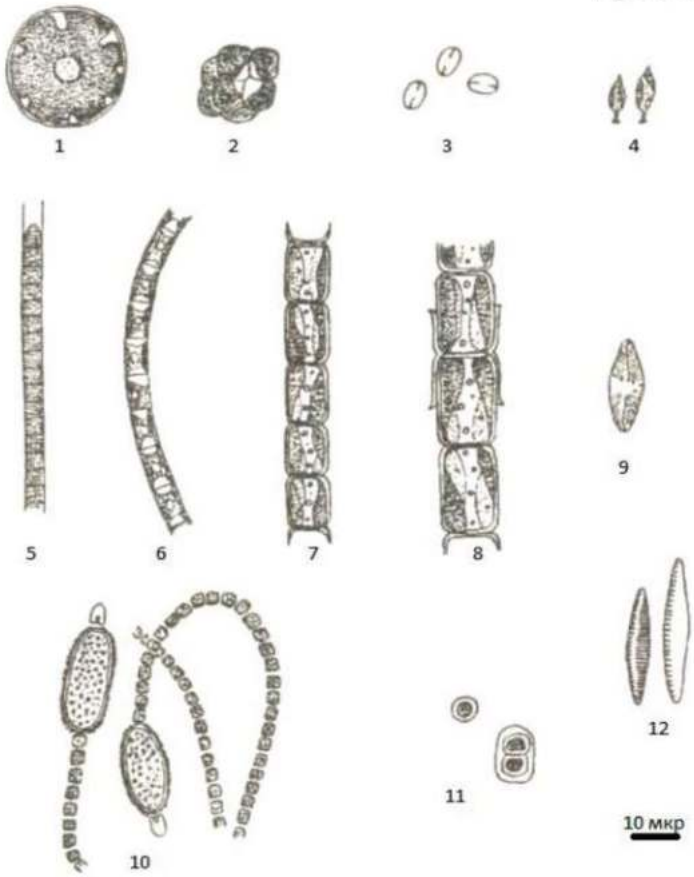


Рис. П.6.1. Водоросли, специфичные для участков различного увлажнения торфяников:

- слабое увлажнение (40%)
1. *Actinochloris sphaerica;*
2. *Chlorosarcinopsis minor;*
3. *Navicula pelliculosa;*

- среднее (60%)
5. *Phormidium boryanum;*
6. *Klebsormidium flaccidum f. nitens;*
7. *Tribonema ulotrichoides;*

- сильное (80%)
10. *Cylindrospermum majus*;
11. *Gleocapsa minuta*;
12. *Nitzschia palea.*

4.*Characiopsis minutissima*;

8. *Bumilleria sicula*;
9. *Zuticola mutica*;

Приложение 7

Рис. П.7.1. Водоросли – показатели переувлажнения минеральных почв:

1. *Anabaena variabilis f. variabilis*;
2. *Cylindrospermum stagnale*;
3. *Oscillatoria limosa*;
4. *Phormidium splendidum*;
5. *Pseudanabaena galeata*;
6. *Closterium pusillium*;

7. *Cosmarium cuberenatum*;
9 . *Mesotaenium macrococcum*;
11. *Cylindrocystis crassa*;
8. *Cosmarium cucurbita*;
10. *Cylindrocystis brebissoni*;
12. *Tetraedron minimum*.

Приложение 8

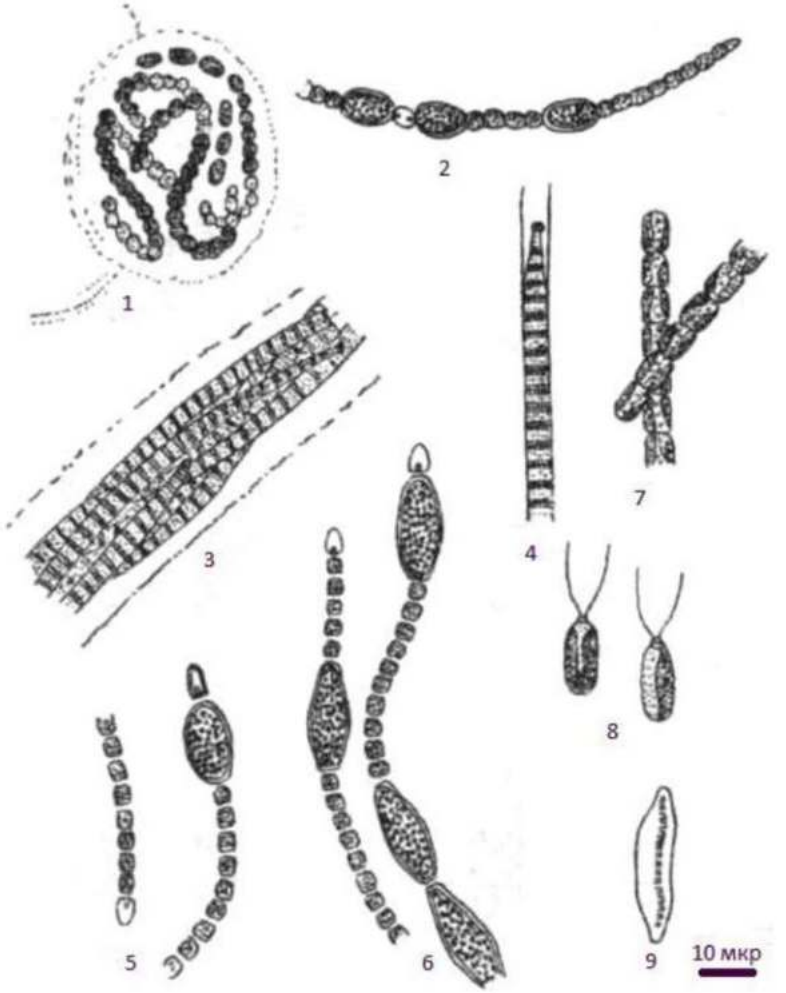


Рис. П.8.1. Водоросли, вызывающие «цветение» пахотных почв:

1. *Nostoc sp.;*
2. *Anabaena sphaerica*;
3. *Microcoleus vaginatus*;
5. *Cylindrospermum muscicola*;
6. *Cylindrospermum catenatum*;
7. *Xanthonema exilis*;

4. *Phormidium autumnale*;

8. *Chlamydomonas gloeogama*;
9. *Hantzschia amphioxys*.

Приложение 9

Рис. П.9.1. Желто-зеленые водоросли – показатели чистых почв:

1. *Eustigmatos magnus*;
2. *Pleurochloris imitans*;
3. *Pleurochloris anomala*;
4. *Pleurochloris pyrenoidosa*;
5. *Pleurochloris inaequalis*;
7. *Ellipsoidion oocystoides*;
8. *Botrydiopsis eriensis*;
9. *Vischeria helvetica*;
10. *Polyedriella irregularis*;
11. *Characiopsis saccata*;

Рекомендуемая литература

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Егоровой. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.

2. Куртин, В. Г. Биоиндикация среды обитания : учебное пособие / В. Г. Куртин. – Самара : 2011. – 143 с.

3. Перевал, Е. В. Определитель микроскопических грибных водорослей : учебно-методическое пособие / Е. В. Перевал, Г. А. Бо[illegible] и др. – Самара : РИЦ СГСХА, 2012. – 170 с.

Оглавление

Предисловие ... 3
Тема 1. Методы оценки загрязнения и состояния окружающей среды химическими, биологическими, биохимическими, биотестовыми ... 5
Тема 2. Экологическая оценка состояния почвы и использование биологических индикаторов ... 6
Тема 3. Оценка загрязнения почвы с помощью методов биоиндикации ... 9
Тема 4. Влияние загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами ... 11
Тема 5. Биологический контроль экологического состояния ... 11
Тема 6. Оценка загрязнения водных экосистем с использованием различных ... 12
Тема 7. Определение загрязнения воздуха городской среды с использованием растений-индикаторов ... 17
Тема 8. Определение загрязнения воздуха городской среды с использованием лишайников ... 19
Тема 9. Использование растений-гипераккумуляторов тяжелых металлов для очистки почв, загрязненных ... 21
Тема 10. Способы загрязнения окружающей среды ... 25
Тема 11. Оценка состояния окружающей среды с использованием генетических признаков ... 27
Тема 12. Цитологические методы оценки загрязнения окружающей среды ... 28
Тема 13. Методы оценки степени загрязнения вод по показателям макрозообентоса ... 31
Тема 14. Оценка состояния окружающей среды по качеству воды ... 31
Тема 15. Использование растений для очистки почв от загрязнения ... 33
Тема 16. Использование полезных свойств растений для биологической ... 36
Тема 17. Биологическая рекультивация земель, нарушенных ... 38
Приложение ... 41
Рекомендуемая литература ... 43

Учебное пособие

Перцева Ольга Владимировна

Биоиндикация экосистем

Методические указания для проведения лабораторных занятий

Оригинал-макет подготовлен
Подписано в печать 13.03.2015. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,41
Тираж 80 экз. Заказ № 7

Издательство Пермского государственного аграрно-технологического университета имени академика Д.Н. Прянишникова
614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23
Тел. (342) 260-80-45

Факс 46-6-70
E-mail: ssaariz@mail.ru

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный
аграрный университет»

Кафедра «Растениеводство и земледелие»

Н. В. Васина

РАСТЕНИЕВОДСТВО

Методические указания для прохождения учебной практики

Кинель
РИО СамГАУ
2019

УДК 633.2(075.32)
ББК 42.2 я 723
В19

Васина, Н. В.

В19 [illegible] : учебное пособие / Н. В. Васина. – Кинель : РИО СамГАУ, 2019. – 34 с.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2019
© Васина Н. В., 2019

Предисловие

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Физиология растений» для обучающихся по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия, профиль подготовки «Агрономия»

Изучение дисциплины «Физиология растений» для специальностей сельскохозяйственных вузов и на основании обобщенных наблюдений изучения данных по ведущей науке

В методических указаниях приведены методики и порядок проведения практических работ, для перечень необходимых для их проведения лабораторных материалов и оборудования. Каждая работа завершается контрольными вопросами для оценки знаний изученной темы материала

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Целью учебной практики является [illegible] курса [illegible]. Она дает возможность студентам ознакомиться с посевами полевых культур на поле научно-исследовательской лаборатории «[illegible]» кафедры растениеводства и земледелия [illegible] ГАУ, а также принять непосредственное участие в научно-[illegible] работе кафедры и [illegible] по возделыванию полевых культур.

Задачами учебной практики являются изучение:

- [illegible] полевых культур;
- [illegible].

МЕСТО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ООП БАКАЛАВРИАТА

Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (Растениеводство) проводится в соответствии с учебным планом и графиком учебного процесса.

Необходимыми условиями для прохождения учебной практики являются следующие входные знания, умения, навыки обучающегося:

Знание:

- [illegible] растений

развития в течение геологического времени (эволюция) и родственные связи (филогенез), особенности прошлого и современного распространения по земной поверхности (география растений), [illegible] (экология растений).

- [illegible]

Умение:

- различать основные органы растений по морфологическим признакам;
- [illegible] в курсе.

- рассчитывать, определять, описывать, вычислять, описывать характеристики величины, состояния, используя известные модели, методы, процессы, приемы, экспериментации,

- выбирать способы, методы, приемы, средства, применяемые для решения задач курса,

- пользоваться справочной и методической литературой

- контролировать процессы, осуществлять самоконтроль полученных результатов выполнения работы

Выполнение:

систематизации сорных растений;

- организации планирования, анализа, самооценки своей учебной деятельности,

- анализа типичных ошибок выполнения заданий

ФОРМЫ, МЕСТО И ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (Растениеводство) проводится на территории опытного стационара ФГБОУ ВО Самарский ГАУ на базе научно-исследовательской лаборатории «Защищенный грунт» экспериментальной площадки

Руководство учебной практикой осуществляется преподавателями кафедры «Растениеводство и экологический агрохимический факультет»

Руководители практики осуществляют контроль за работой обучающихся в период практики, контролируют выполнение программы и дают необходимые консультации

Способы проведения практики: стационарная, выездная

КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОХОЖДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

В результате прохождения учебной практики формируются следующие компетенции

Профессиональные

- готовность установить соответствие агроландшафтных условий требованиям сельскохозяйственных культур для их размещения по полям севооборотов;

- способность обеспечить подбор сортов сельскохозяйственных культур для конкретных условий региона и уровня интенсификации земледелия, подготовить сведения к посеву;

- готовность организовать до- и послеуборочные посевные и уборочные агрегаты и определить состав машин и механизмов, провести их комплектование, регулировки сельскохозяйственных машин;

- способность рассчитать дозы органических и минеральных удобрений на планируемый урожай, определить способ внесения их с использованием специальных машин;

- готовность применять современные информационные технологии в деятельности сельскохозяйственного предприятия;

- готовность обосновать технологии посева сельскохозяйственных культур, ухода за ними;

- способность использовать агрометеорологическую информацию при производстве растениеводческой продукции;

- способность обосновать способ уборки урожая сельскохозяйственных культур, первичной обработки растениеводческой продукции с минимальными потерями;

- способность обеспечить технологии получения и рационального использования природных кормовых угодий, приготовление грубых и сочных кормов;

- способность обеспечить безопасность труда на производственных и технологических процессах;

готовность начать современную информационную образовательную среду с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

- способность планировать основные методы изучения состояния почв и земель, их охрану, улучшение плодородия и рациональное использование;

способность к лабораторным анализам образцов почв, растений и продуктов растениеводства;

- способность к обработке и статистической обработке результатов анализа, формулированию выводов.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

Об ознакомительной практики составляет 1 зачетных единиц (36 часов). Форма отчетности – зачет.

Прохождение практики включает в себя следующие этапы:

- подготовительный. Включает в себя цели и задачи учебной практики, ее содержание, основные формы и методы работы. Инструктаж по технике безопасности.

- основной. Включает в себя определение маршрута (путей) по морфологическим признакам в поле, проведение и анализ наблюдений за этапом роста, развития и формирования основных почвенных путей.

- заключительный этап. Включает в себя подготовку отчета и защиту индивидуальной работы по учебной практике ознакомительной.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Тема 1. Расчет нормы высева изучаемых культур и обоснование основных мероприятий по уходу

Задание 1. Определить норму высева основных культур при различных способах посева.

Перед началом занятия по теме 1 после ознакомления с методикой расчета нормы высева растений приступают к определению и расчетам. Результаты записывают в таблицу 3.

Затем преподаватель знакомит студентов с методикой определения посевных качеств семян.

Общие сведения. Нормы высева сельскохозяйственных культур в различных районах возделывания устанавливают в зависимости от почвенно-климатических условий, от вида возделываемой культуры, от сорта, от назначения посева и от срока посева. Оптимальной густоты посева по числу растений, приходящихся на единицу площади. Для каждого конкретного района высев определяют по расчету посева семян (либо посевной годности ПГ). Поэтому на отдельных участках в зависимости от фактической всхожести семян.

Для расчета посевной нормы высева семян (кг/га) необходимо знать: 1) количество семян, высеваемых на 1 га в данном районе (табл. 2); 2) количество семян, высеваемых на 1 га в данном районе (табл. 2)

Таблица 1

Примерная масса 1000 семян

Культура	Масса 1000 семян, г	Культура	Масса 1000 семян, г
Гвоздика перистая	0,40–0,60	Василек синий	22,0–30,0
Одуванчик лекарственный	0,45–0,65	Подсолнечник	35,0–60,0
Ярутка полевая	0,02–0,03	Пижма обыкновенная	0,30–0,35
Донник	0,45–0,65	Клевер	1,5–2,5
Тимофеевка	0,15–0,20	Пырей ползучий	2,0–3,0
Овсюг	2,0–3,0	Пастушья сумка	0,10–0,15
Щавель конский	0,25–0,30	Лебеда раскидистая	0,30–0,40
Кукуруза	200–350	Одуванчик лекарственный	1,5–2,0
Соя	140–200		

Если массу 1000 семян обозначить через m, число учтенных чистых и всхожих семян через n, то искомую норму Q (в кг) $Q = m/n$. Количество высеваемых чистых и всхожих семян на 1 га при 100%-ной полевой всхожести определяется по формуле

Однако в производственных условиях семена сорняков, как правило, имеют полевую всхожесть ниже 100%. Поэтому необходимую норму высева семян сорняков с учетом фактической полевой всхожести определяют

Для выращивания семян вычисляют их посевную годность, под которой понимается процент чистых и всхожих семян. Вычисляют ее по формуле:

$$ПГ = \frac{A \cdot B}{100},$$

где A – чистота семян, %; B – всхожесть, %.

Пример: годность семян сорняков – 97%. Норма высева семян составит:

$$\text{НВ} = \frac{95,5 \cdot 97}{100} = 96,5 \text{ или } 97\%.$$

Полевая годность семян служит для внесения поправки в высевную норму высева по отношению к эталонному семенному материалу.

Таблица 2

Примерные весовые коэффициенты (млн. на 1 га) по зонам Самарской области

Культура	Степная зона	[illegible] зона	[illegible] зона
Озимая рожь	[illegible]	5,0	5,5
Озимая пшеница	[illegible]	3,0	3,5
Яровая пшеница	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Ячмень	[illegible]	4,0	4,5
Овес	[illegible]	4,0	4,2
Просо	[illegible]	2,5-3,0	3,0
Гречиха (рядовой)	[illegible]	3,5	3,5-4,0
Гречиха (широкорядный)	1,5-1,8	2,0-2,5	1,0-1,2
Горох	[illegible]	1	1,4
[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,06-0,08
Кукуруза на зерно	0,22-0,25	0,05-0,06	-
Подсолнечник	[illegible]	0,05-0,06	[illegible]
[illegible]	[illegible]	3,0	3,5
Суданская трава	2,5-3,0	3,0	3,2
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	4,0	4,0
Костер безостый	6,0	6,0	7,0

Для вычисления нормы высева по посевной годности [illegible] 100% [illegible] умножают на 100.

$$X = \frac{K \cdot 100}{ПГ},$$

где К – норма высева при 100% посевной годности;

ПГ – фактическая посевная годность, %;

Х – норма высева с поправкой на фактическую посевную годность, кг.

В производственных условиях нередко возникает необходимость определения весовой нормы высева по количеству семян, высеваемых на 1 погонном метре.

Некоторые пропашные культуры (подсолнечник, кукуруза, сахарная свекла) [illegible] на 1 погонный метр-

рядке. Например, кукурузу высевают по 6–7 зёрен подсолнечника — по 4–5 зёрен и сахарную свеклу — по 1–2 плода.

Для определения весовой нормы высева надо знать структуру между рядий возделываемой культуры и затем составить площадь питания одного растения (площадь питания растений). При ширине междурядья 70 см для кукурузы и подсолнечника она будет равна 0,7 м², а при 45 см для свеклы — 0,45 м², для зерновых — 0,15 м².

Зная площадь питания растения, можно определить количество растений на 1 га посева по формуле (количество растений на 1 га, тысяч штук):

$$\text{КРТ} = \frac{98 \times 95}{\text{ПРР}} = 63,1\% \approx 95\%$$

1. $K_{\text{п}}$ — 5,0 млн. шт. — 95% — 2,5 млн/га
2. Н = (2,5 / 100) · 95 = 242 млн/га (полевая всхожесть)

Пример 2. На посевной ленте рядка высевается 16 клубочков корнеплода свеклы, масса 1000 семян 22 г, ширина междурядья 45 см. Рассчитать норму высева:

На 0,45 м² 16 клубочков
на 10000 м² — х — х = 356 тысяч/га

2. П = 356 × 22 = 7,8 кг/га

Пример 3. В семенной партии кукурузы 94% чистых и 99,1% всхожих. Масса 1000 семян 7,5 г. Определить обеспеченность посевов семенами при норме высева 25 кг/га. Посевы высеваются в центральной зоне области.

$$\text{ПРР} = \frac{99,1 \times 94}{100} = 93,2\% \approx 93\%$$

(для центральной зоны ПРР = 95% для всех семян)

2. П = 70,0 млн. × 7,5 г = 0,07 × 7,5 = 24,1 кг/га
3. 25 кг/га : 24,1 кг/га = 5,2 т.
4. Обеспеченность посевными семенами.

Таблица 7

Результаты расчета экономы выгоды

Количество	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Длина проростка, см	Длина корня, см

3) цена 1 (Классификация и описание дикорастущих плодовых растений и ягодников)

Общее заключение. Урожайность зерновых и зернобобовых культур по многом зависит от качества посевного материала. Семена должны быть доброкачественными и иметь сертификат, удостоверяющий сортовые и посевные качества семян, которые указываются в сопроводительной документации на семена. Для посева используют только те семена, которые соответствуют по посевным качествам требованиям государственного стандарта.

Предпосевная (или предпосадочная) подготовка семян включает в себя: протравливание, инкрустирование, инокулирование семян бобовых культур. Приемы по подготовке семян к посеву должны обеспечивать высокую продуктивность культурных растений и сохранность посевов от вредителей, болезней и неблагоприятных факторов.

Протравливание посевного материала защищает семена, проростки и растения от болезней. Протравливание семян является основой для получения здоровых дружных всходов, максимального количества продуктивных растений, повышения и сохранения потенциальной урожайности сорта. Для протравливания лучше применять смесь пестицида с раствором полимера — инкрустанта. Это обеспечивает высокую полезную всхожесть и нормальный рост и развитие растений. Для протравливания и инкрустации семян применяют специальные машины и агрегаты, которые включены в состав комплексов, рекомендованных к использованию в Российской Федерации.

Качество протравливания (инкрустации) зависит от соблюдения следующих правил. Нельзя смешивать протравители, инкрустанты и стимуляторы роста с минеральными удобрениями, которые

четью шарнирами. Распределение электричества должно быть равномерно на всей поверхности каждого отдельного узла. Применение пружинящих щеток должно быть минимальным, только при этом условии можно избежать искрения и, следовательно, подгорания коллекторных пластин, характерных для машин постоянного тока.

Воздушно-тепловой обогрев семян обеспечивает хорошие результаты. Кроме сокращения уборки урожая при оптимальных температурах и влажности семян, это позволяет получать высококачественный посевной материал. Обогрев семян повышает энергию прорастания и полевую всхожесть. Особенно высокая воздушно-тепловая обработка нужна для бобовых культур, семена которых сильно повреждаются клещом. Этот прием применяется на установках типа ЗВС-10. Время обработки семян в зависимости от влажности и температуры воздуха должно составлять от 4-5 до 10-12 часов. Температура воздуха должна быть не выше 60 °С при влажности 30 %.

На семенах бобовых культур проводят скарификацию. У семян бобовых культур очень твердая оболочка, в результате которой, будучи в почве, они долго не набухают и прорастают. Кроме того, твердая оболочка препятствует газообмену. Для устранения этого недостатка применяют скарификацию – прием, основанный на механическом повреждении оболочки семян, что облегчает их прорастание. Этот прием можно осуществлять химическим способом – скарификацией.

Инокуляция семян бобовых культур целесообразна для культур, которые высеваются на данном поле впервые после известкования почвы высокими нормами известкования, так как на кислых почвах в основном погибают клубеньковые бактерии. Поэтому культура клубеньковых бактерий, которая не приспособилась к кислой реакции почвенного раствора, не будет развиваться, азотфиксация не происходит, и урожайность бобовых культур будет ограничена. Наиболее эффективным и эффективным приемом инокуляции – размещение культуры клубеньковых бактерий на семенах непосредственно перед посевом. Для этого семена бобовых культур перед посевом в крытых помещениях или под навесом, чтобы на семена не попадали прямые солнечные лучи, опрыскивают водой из

шие на бактерии. Семена предпосевное использование всхожесть пересушивание (15%) от массы семян) затем обрабатывают препаратами ризоторфин и микроудобрениями.

В производственных условиях получают с разных участков для обработки семян различные препараты, содержащие биологически активные соединения, а также фитогенные факторы (микробное обрастание, механическая обработка и др.).

Контрольные вопросы

1. Что такое полевой коэффициент?
2. Для чего устанавливают массу 1000 семян?
3. Какие существуют способы определения массы 1000 семян?
4. Что такое посевная норма?

Тема 2. Определение густоты стояния и выживаемости растений

Задание. Определить густоту стояния растений различной

Порядок выполнения работы. После знакомства с особенностями и методами определения густоты стояния растений приступают к выполнению. Результаты оформляются в виде таблицы 4.

Занятие проводится на опытном поле кафедры. Завершается занятие проверкой правильности определения преподавателем.

Общие положения. В процессе выращивания высокого и устойчивого урожая с наименьшими затратами очень важно получить и сохранить оптимальную густоту посева и полноценные всходы оптимальной густоты. Но далеко не всегда можно с высокой степенью точности предсказать, какое количество семян нужно высеять на данном участке поля, чтобы получить желаемый результат. Не всякие семена способны прорастать, не говорит о густоте всходов определяется не только всхожестью семян, но и полевой всхожестью семян.

Густота стояния растений устанавливается после появления всходов и перед уборкой. Первое дает возможность определить полевую всхожесть.

Второе – определить густоту стояния растений перед уборкой. Полевая всхожесть – это всхожесть семян, определенная в поле-

всех условиях, которая зависит от качества семян, агротехнических условий, экологических факторов, а также от показания кожи к прорастанию и болезням.

Ярким культурам нельзя быть выращены в культуре, кроме сорных, которые часть высевается специфичности семенами.

При сильной полевой всхожести семян всходы получаются не только более ранними, но они бывают еще и сильнорослыми и в дальнейшем оказывают меньше влияние на урожайность культурных растений. Определение фактической полевой всхожести семян

Густота растений до времени уборки, а следовательно и урожайность культуры зависят, прежде всего, от полноты использования посевов и выживаемости растений.

Густота стояния растений определяется путем подсчета растений на площадках по 0,5 м² в фазе всходов и перед уборкой в четырехкратной повторности на каждой культуре. По отношению подсчета определяется полевая всхожесть как процент от числа высеянных и сохранившихся к уборке, процент от числа растений в фазе всходов по каждой культуре.

Таблица 1

Густота стояния растений

Культура, название сорта	Дата Повторности			
	1	2	3	4

Контрольные вопросы

1. Какие факторы влияют на полевую всхожесть семян культур?
2. Что такое энергия прорастания семян?
3. Что такое лабораторная всхожесть?
4. Что такое полевая всхожесть семян?
5. Какие факторы влияют на густоту стояния?

Тема 3. Проведение фенологических наблюдений по почвенным культурам

Задание. Определить фенологические фазы растений.

Порядок выполнения задания. После знакомства с основными этапами онтогенеза определить фенологические фазы развития растений и приступайте к опыту. Результаты занесите в таблицу 3.

Каждая фенологическая фаза имеет свои индикаторы. Внимательно изучите и запишите признаки определения фаз в онтогенезе растений и начните наблюдения за развитием растений в почвенных культурах у 3–5 видов растений (однодольных и двудольных).

Общие сведения. В течение вегетационного периода в результате роста всего растения, или частей, непрерывно изменяется. В соответствии с ростом и дифференциацией органов, тканей и клеток происходит качественное изменение, которое проявляется в виде различных фенологических фаз, которые отличаются друг от друга. Время появления всего растения принято называть наступлением новой фенологической фазы в развитии растения. По наступлению фенологических фаз определяют сроки проведения химических агротехнических мероприятий, в том числе уборки растений на полезные цели или семена. У растений разных семейств, родов и видов отмечают (регистрируют) разные фенологические фазы.

В течение года жизни у злаковых (пшеница) отмечают фазы появления всходов, выхода в трубку, колошения (у растений с соцветием типа колос) или появления у растений с соцветием типа метелка), цветения, плодообразования, полного созревания; у бобовых – появления точек роста, развития листьев, стеблевания (цветения), бутонизации, цветения, плодообразования, созревания, осеннего состояния. Аналогичные, но не всегда совпадающие по времени и фенологии имеют фазы развития у картофеля, сахарной свеклы и других. Но все растения имеют и общие признаки, по которым определяют эти фазы. В зависимости от условий (климат, погодные условия, биологические особенности растений и другие) время наступления фаз может значительно изменяться.

Таблица 3

Фенологические шкалы растений

Культура	Даты наступления фенологических фаз		

Контрольные вопросы

1. Какие факторы влияют на сезонный ритм?
2. Какие факторы влияют на суточный ритм?
3. Какие факторы жизни растений влияют на скорость прохождения основных фаз развития?
4. Для чего определяют прохождение основных фаз развития?

Тема 4. Определение морфологических признаков наиболее важных культур

Задание 1. Ознакомиться с классификацией по способу размножения вегетативных органов. Выбрать основные культуры и заполнить таблицу 4.

Задание 2. Изучить строение и морфологические признаки однодольных и двудольных растений. Выполнить рисунки.

Морфологические признаки растений. Для правильного определения видовой принадлежности растений необходимо знать морфологические признаки их вегетативных органов.

Основными признаками при определении, к которым относятся прилегающие листья, являются:

1) форма всходов зеленых семядольных, фиолетово-красных и желтых семядольных листьев;

2) наличие и опушенность листовой пластинки, влияющие восприятие солнечных лучей;

3) покрой листовой пластинки по высоте, тип прилегающих стеблей;

4) наличие и характер ушек: прилегающие, полуобъемлющие, полностью с различными вырезками, без ушек, очень крупные, средние, мелкие, отсутствуют;

5) наличие и величина язычка: короткий, сильно развитый.

Таблица 6

Морфологическое описание проявления клубеньковых бактерий

(вид определяет студент)

Культура Сортообразец	Окраска бактерий	Расположение бактерий в клетке	Наличие или отсутствие слизистой капсулы	Наличие спор	
				споры	форма
Гороховая культура					
Гороховая культура Горох посевной					
Фасоль Фасоль обыкновенная					
Горох Горох посевной					

Основными морфологическими признаками клубеньковых культур являются: форма клеток, их подвижность, наличие или отсутствие спор и капсул, а также характер расположения клеток.

После знакомства с морфологическими особенностями растений приступают к сбору и определению видов клубеньковых культур.

Занятие проводится по культуре гороха посевного, фасоли обыкновенной, сои и люцерне. При описании и определении растений и контрольных определениях 3-х растений, предложенных преподавателем.

Таблица 7

Морфологическое описание клубеньковых культур

Дата определения _____ Вид _____

Признак	Культура			
	горох	соя	люц	фас
1 Форма клеток	*	1	1	3
2. Спор				
3. Форма колонии на питательной среде				
4. Подвижность 5. Отношение к красителям по Граму				

Окончание табл. 7

3. Влияние [illegible]				
[illegible]				
[illegible]				
7. Характеристика				
8. Потребность [illegible]				

Контрольные вопросы

1. Основные признаки для определения [illegible]
2. Основные признаки для определения [illegible]
3. Для чего [illegible]
4. Как [illegible]
5. Какие [illegible]
6. Для чего [illegible]
7. Как [illegible]

Тема 5. Наблюдения за приростом надземной массы [illegible]

Задание. Определение прироста надземной массы [illegible]

Общие сведения. [illegible]

Порядок выполнения задания. [illegible]

Таблица 5

Результаты наблюдений

Культура	Методы учета листовой поверхности	Количество растений	Сухая масса	Сухая масса листьев
в м				
в м				

Контрольные вопросы

1. Какие факторы определяют интенсивность роста листьев?
2. Как часто проводится определение прироста листовой массы?

Тема 6. Наблюдения за динамикой линейного роста изучаемых растений

Цель: Научиться наблюдать за динамикой линейного роста растений.

Общие сведения. Интенсивность роста листьев и высоту растения определяют в периоды вегетации, отличающиеся значительной степенью влияния различных факторов среды, условий произрастания.

Наблюдения за динамикой линейного роста проводятся в начале плодоношения основных культур (III, IV декады июня) и в период полного налива и при созревании, включая зерновые, зернобобовые и другие культуры. Для наблюдения надо выбрать как хорошо так развитые растения одного сорта. Измерения ведут линейкой.

Порядок выполнения задания. В фазу начала цветения по сантиметровой линейке измеряют высоту растения – от поверхности почвы до самой верхней точки стебля, первого от основания растения. После этого цветки, оплодотворенные пчелами, начинают расти, растение – от поверхности почвы до вершины листа, увеличивается ветки для сухой массы. Результаты измерений заносят в таблицу 9

Таблица 9

Результаты наблюдений

№ п/п	Культура	Высота растения		

Контрольные вопросы

1. Какие существуют виды и типы почвенных растворов?
2. Какие существуют наблюдения можно провести и сделать определение кислотности растений?
3. Какой круг вопросов решается фенологическими наблюдениями растений?
4. В какой фазе растения следует проводить замеры?

Тема 7. Фотосинтез. Определение площади листьев

Задание 1. Определение площади листьев

Общее описание. Фотосинтез – это процесс преобразования энергии света в химическую энергию органических соединений. Синтезированные органические соединения служат основному растительному организму для всей биосферы. Процесс отчасти определяет весь вопрос: за счет углерода в живой сфере осуществляется главный функционал растений. Фотосинтез имеет функциональное значение.

Продуктивность фотосинтетической деятельности посевов определяется совокупностью экологических факторов, где ведущее место занимают солнечная радиация, температурный режим, условия увлажнения и минерального питания. Оптимизация этих условий обеспечивает лучшее использование продуктов фотосинтеза в процессе роста и развития растений. Программирование урожая – это путь получения высокого и стабильного урожая с оптимальной фотосинтетической и оптимальной радиационной деятельностью посевов. Основные принципы фотосинтетического режима. Анализ и решение (ФАР) с высокой [НД].

Наибольшее влияние на изменение интенсивности фотосинтеза культурных растений имеют такие факторы внешней среды, как концентрация CO_2 в воздухе и почве, интенсивность света, температура воздуха, концентрация воды в воздухе и почве, а также минеральное питание растения.

Перед выполнением задания. Анализ почвенных образцов листьев определяется компьютерным методом в специальной машине [2001]. Для определения площади листьев берется из листа. Подготовленные листья сканируются и оцифровываются в сканере (при невозможности немедленного проведения измерения листья следует хранить в холодильнике в сухом и увлажненном виде температура 50-65 °С). Программа Area определяет

площадь листьев, сравнивая с эталоном известной площади (2 см²). Имея данные по облиственности растений и массе растений с 1 м², рассчитайте массу растений с 1 м² и запишите в кг/м². Результаты измерения и расчеты занести в таблицу 10.

Таблица 10

Результаты наблюдений

Культура	Площадь листьев	Масса растения	Масса растений	Масса растений с 1 м²

Контрольные вопросы

1. Что такое фитомасса?
2. Какие показатели связаны с урожайностью культуры?
3. Что такое фитомасса с точки зрения экологии культуры?

Тема 8. Учет урожая и определение его структуры

Задание 1. Определение биологического урожая

Общие сведения. Урожайность – сбор продукции с единицы площади (т/га, кг/га, ц/га)

Урожай биологический – общее количество сухого органического вещества, созданного растениями за вегетацию

Урожай – главный (общий) сбор растениеводческой продукции, полученной в результате выращивания определенной сельскохозяйственной культуры на данной площади (в данном случае – с 1 м²). Различают биологический (общий) и хозяйственный урожай культурных растений. Для оценки продуктивности растений важно знать урожай биологический.

Потенциальная продуктивность – максимально возможное количество продукции, которое можно получить с 1 га при данной технологии с учетом биологических особенностей сельскохозяйственных культур. Потенциальная урожайность почвенного происхождения – это урожай, который может быть получен при оптимальных условиях с использованием научно-обоснованных систем земледелия и опытных технологий. Показатель потенциальной урожайности культуры для определенной зоны – это урожайность культуры в хозяйствах области, края, республики, которые имеют наиболее благоприятные условия для возделывания данной культуры.

Валовой урожай – количество продукции, которое можно получить с 1 га и в пересчете на всю площадь посева данной культуры

Плановая урожайность определяется по запасам с учетом питательных возможностей почвы, достигнутого уровня урожайности в передовых точках, обеспеченности органическими удобрениями, минеральными удобрениями и т. п.

Перспективная урожайность (на три и более лет) – предполагаемый сбор продукции, определяемый в отдельных периодах роста и развития сельскохозяйственных культур по данным опытов и общим состояниям растений. Повышается в 1,5–2 раза или снижается вполовину, средняя, низкая, по уровню прошлого года и т. д. Показатели урожайности используются при составлении перспективных мероприятий.

Технологическая норма (технологическая урожайность) – количество выращенной продукции, установленное выборочно, либо по данным фактических урожаев, либо методом взятия среднего арифметического урожая, либо расчетно-балансовым методом (вычитанием из урожая по данным о фактическом наличии и потерях в процессе уборки). Показатель биологической урожайности используется в экономических анализах для выявления резервов снижения потерь урожая при уборке.

Фактическая урожайность – это урожайность, определяемая по оприходованному или чистому (после обработки) весу выращенной продукции в расчете на 1 га.

Порядок выполнения задания. Для определения биологической урожайности и фактической массы зерна берут пробы растений с нескольких площадок по диагонали поля или из типичных, по характеру отбора мест, точек. Число проб должно быть не менее 10 и зависит от однородности посева, условий роста и развития растений.

Затем зерно отделяется, суммарная проба взвешивается, зерно взвешивается и определяется его влажность.

Одновременно берутся пробы для определения влажности зерна. Урожай зерна приводится к 14-процентной влажности. Вычисление производится по формуле

$$Y_1 = Y \cdot \frac{100 - B}{100 - B_1},$$

где Y_1 – количество приведенного к стандартной влажности зерна (с 14%);

Y – количество полученного зерна;

B – фактическая влажность зерна в процентах;

B_1 – стандартная влажность в процентах (14 %).

Пример. Вес зерна с 1 м² равен 2 кг, а влажность зерна 18%. Вес зерна, приведенного к стандартной влажности (14%), будет равен

$$P = 2 \cdot \frac{100 - 18}{100 - 14} = 1{,}91 \text{ кг}.$$

Задание 2. Определение элементов структуры урожая.

При определении биологического урожая необходимо знать элементы его структуры, для чего необходимо произвести ряд измерений на 2 или 3 участках поля, характерных по общему виду и предполагаемой урожайности, длину колоса (метелки), число колосков в нем, число и вес зерен в колосе и массу 1000 зерен. Эти данные дают возможность определить, с какими элементами связаны потери урожая.

Элементы структуры урожая определяются при проведении лабораторного анализа растительных образцов. Сноповые образцы берутся с пробных площадей на поле. Размер пробы для зерновых культур должен составлять 2 м² (см. п. 1.1).

С каждой пробы срезаются все растения и обмолачиваются вручную. Необходимо следить, чтобы не нарушалась целостность растений и чтобы стебли от них не отделялись. Затем по каждой пробе определяют:

1) число растений на 1 м²;

2) число стеблей в пробе;

3) число продуктивных стеблей в пробе;

4) общую длительность пути движения всех стеблей на число растений в пробе;

5) продуктивную кустистость, или количество продуктивных стеблей, приходящихся на одно растение;

6) высоту растений путем измерения 10 типичных стеблей от уровня почвы до верхушки последнего колоса (без остей);

7) число всех растений в пробе (без сорных);

8) длину колоса от основания нижнего неполностью развитого колоска до основания верхнего (средние из 10 измерений);

9) число междоузлий в колосе из пробы 10 колосьев (среднее из 10);

10) число зерен в колосе из пробы 10 типичных колосьев;

11) вес зерна в 10 колосьях;

12) вес зерна с одного колоса;

13) масса 1000 зерен.

14) количество колосьев с 1 м^2;

15) количество зерен с 1 м^2 (произведение показателей 14 и 12);

16) урожай зерна с гектара (произведение показателей 15 и 13 деленное на 1000).

Полученные данные заносятся в таблицу, вычисляется среднее значение по каждому из 6 показателей урожая и определяется коэффициент корреляции по формуле:

$$Y = \frac{P \times K \times 3 \times A}{1000},$$

где Y – урожай, ц с 1 га;

P – число растений на 1 м^2 при уборке;

K – продуктивная кустистость;

3 – число зерен в колосе;

A – масса 1000 зерен, г;

1000 – коэффициент для перевода урожая с граммов на 1 га.

Пример.

1. Количество растений за 3 лет – 300;
2. Продуктивная кустистость – 1,1;
3. Число зерен в колосе – 30;
4. Масса 1000 зерен – 35 г; урожай зерна с 1 га составит

$$\frac{300 \cdot 1{,}1 \cdot 30 \cdot 35}{1000} = 34{,}7 \text{ ц/га}$$

5) при сортоиспытании урожаев нужно определить стандартный – 14% влажности (формула по отношению весов).

Полученные экспериментальные данные по 4 пробным площадям заносятся в сводную таблицу 12. Показатели пересчитываются в расчете на 1 га.

Контрольные вопросы

1. Для чего проводят урожайность?
2. Что такое урожай?
3. Что такое пробная, или учетная площадка и какого размера она?
4. Что такое учетная урожайность и как ее определяют?
5. Что такое ожидаемая урожайность и как ее определяют?
6. Что такое биологическая урожайность и как ее определяют?

Таблица 11

Рабочая таблица по определению структуры травостоя

Размер пробной площадки 0,5 м²

Тип травостоя _____

Местоположение _____

Число учетных площадок _____

Дата закладки пробы _____

Высота травостоя, см _____

Число растений в пробе _____

Отношение злаков к бобовым _____

Общая урожайность, _____

Ботанический состав, % _____

Примечания к пробе _____

Показатели	Культуры							Сумма	Среднее
	а	б	в	г	д	е	ж		
1. Вес сорной массы									
2. Число растений в пробе, шт.									
3. Вес растений в пробе, г									

$$\text{Урожайность } (Y) = \frac{\text{вес растений в пробе}}{\text{площадь}}$$

Урожай, приведенный к 1 м² с учетом сорняков $(Y_1) = Y \cdot \frac{(100 - B)}{(100 - B_1)}$

Таблица 12

Сводная таблица по определению биологического урожая

Культура и сорт _____

Показатели	Годы			Сумма	Среднее	
	1	2	3			
1. Вес растений в пробе, г						
2. Число растений в пробе, шт.						
3. Урожайность, г/м²						
4. Вес растений в пробе, приведенный к 1 м², г						

Окончание табл. 13

1	2	3	–	5	6	7
1. Групповые занятия 2. Выполнение задания						
1. Индивидуальные 2. Письменные задания						
1. Групповые занятия 2. Письменные задания						
1. Групповые занятия 2. Выполнение						
1. Групповые занятия 2. Индивидуальные						
1. Групповые занятия						
1. Индивидуальные занятия						
1. Групповые занятия						
1. Групповые занятия						
1. Групповые занятия 2. Индивидуальные						

3. ЧЕКЛИНГ-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ПРАКТИКЕ

Учебно-методическим обеспечением самостоятельной работы обучающихся на практике является:

1. Учебная литература по профессиональному модулю;

2. Методические рекомендации для обучающихся, по организации самостоятельной работы в период прохождения практики.

Самостоятельная работа обучающихся во время прохождения практики включает работу с научной, учебной и методической литературой, конспектирование, изучение теорий, работу в ЭВС.

Для самостоятельной работы обучающихся используются ресурсы сети Интернет, электронной библиотеки ВУЗа и справочно-правовые системы (Гарант, Консультант Плюс).

Руководитель практики в период прохождения практики:

- оказывает обучающимся помощь в подборе учебно-методической литературы по направлению практики;

- консультирует в подборе необходимых первоисточников;

- оказывает методическую помощь по вопросам сбора информационного материала на месте будущей практики.

- оказывает консультации по вопросам оформления и систематизации полученной информации.

При прохождении практики обучающийся должен:

- явиться на практику в срок, установленный учебным планом;

- добросовестно и качественно выполнять задания, предусмотренные программой практики;

- вести дневник (журнал практики), в котором систематически вести записи по работе, содержание и результаты выполненных заданий.

- подготовить отчет о прохождении практики и получить отзыв руководителя практики от предприятия.

На период практики обучающийся должен изучить и строго соблюдать правила техники безопасности и внутреннего распорядка.

ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПРАКТИКИ

По итогам практики обучающимся составляется письменный отчет. Цель отчета – показать степень освоения навыков.

Отчет должен быть набран на компьютере, оформлен в соответствии с выбранной и выполняемой обучающимся специальностью и напечатан на принтере. Рекомендуется использовать

Текстовый редактор Microsoft Word. Текстовая часть отчета выполняется на листах формата А4 (210×297 мм) без рамки, соблюдая следующие размеры полей: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм.

Страницы текста подлежат обязательной нумерации, которая проставляется арабскими цифрами с соблюдением сквозной нумерации по всему тексту. Номер страницы проставляется в центре без точки в конце.

Первой страницей считается титульный лист, номер страницы на котором не проставляется.

При выполнении текстовой части работы на компьютере шрифт *Times New Roman*. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Межстрочный интервал – полуторный.

Выполненный отчет по практике должен содержать
титульный лист с приложениями:
- основные результаты работы;
- список использованных источников;
- приложения.

Во введении следует обобщить собранный материал и раскрыть его значение, которое в дальнейшем обучающийся при изложении результатов практики основной части и заключении.

Основная часть включает в себя подробное и развернутое изложение выполненных заданий и полученных обучающимся данных в соответствии с рабочим планом практики.

Список использованной литературы и источников. Следует указать все источники, которые были использованы при написании отчета и ссылки на них в тексте.

Объем общем отчета должен составлять 20-30 страниц компьютерного набора. Приложения не ограничены по объему.

В течение прохождения практики обучающийся обязан вести дневник практики, в который записывает свой отчет о практике и используется для его написания. Записи в дневнике должны быть ежедневными.

В дневнике, кроме того, нужно отразить все виды работ, выполненные обучающимся на практике (сбор материала, проведение исследования и т.д.), дать краткую характеристику работе и предприятию, их характер, какие меры были приняты для их устранения, отметить полученные теоретические знания.

Дневник проходит проверку руководителем практики, в ней делаются отметки по его ведению, качеству выполненной обучающимся работы.

В конце практики дневник должен быть подписан обучающимся и руководителем от предприятия.

Дневник прилагается к отчету о практике (Приложение 2).

АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ПРАКТИКИ

Итоговой формой контроля знаний, умений и навыков по практике является зачет.

Зачет по практике служит для определения общетеоретических, общепрофессиональных и профессиональных знаний, полученных при освоении программы, умения применять

и систематичность получаемых им теоретических и практических знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческой инициативы, умения правильно использовать полученные знания и применять их в решении практических задач.

Отчет должен содержать результаты выполненных заданий. Приложения оформляются приложения практики являются описательными.

Контрольные вопросы для самостоятельной работы

1. Общая характеристика зерновых хлебов.
2. Ценность и значение зерновых культур.
3. Общая характеристика зернобобовых культур.
4. Морфологическое строение зерновки пшеницы, ячменя, овса, риса и кукурузы.
5. Виды зерновых трав.
6. Виды многолетних трав.
7. Виды и сорта вики. Ценные биологические особенности.
8. Характеристика донника как кормового растения.
9. Причины гибели озимых культур. Меры борьбы и предупреждения.
10. Фазы роста и развития зернобобовых культур.
11. Морфологические и биологические особенности яровой пшеницы.
12. Морфология и биологические особенности ячменя.
13. Морфологические и биологические особенности овса.
14. Морфологические и биологические особенности риса.
15. Морфологические и биологические особенности кукурузы.
16. Морфологические и биологические особенности гороха.
17. Морфологические и биологические особенности сорго.
18. Морфологические и биологические особенности клевера.

Шкалы оценивания прохождения обучающимися практики

зачтено (отлично) – выполнение программы практики в полном объеме, своевременная сдача отчетной документации, положительная оценка руководителя практики;

зачтено (хорошо) – выполнение программы практики в полном объеме, своевременная сдача отчетной документации, положительная оценка руководителя практики, но имеются замечания по оформлению документации;

зачтено (удовлетворительно) – выполнение программы практики в полном объеме, своевременная сдача отчетной документации, положительная оценка руководителя практики, но имеются замечания по оформлению документации и по ответам на вопросы;

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

(Пример оформления титульного листа отчета)

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный аграрный университет»
Агрономический факультет
Кафедра «Растениеводство и селекция»

ОТЧЕТ О ПРАКТИКЕ

по получению первичных профессиональных умений и навыков,
в том числе первичных умений и навыков
научно-исследовательской деятельности
(вид практики в соответствии с ОПОП ВО)

_____
(фамилия, имя, отчество)

Обучающийся ____ курса ____ группы

_____
(факультет, отделение)

Руководитель практики от кафедры

_____
(должность, ученое звание)

Кинель 20

Приложение 2

Образец оформления дневника

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Кемеровский государственный аграрный университет»
Агрономический факультет
Кафедра «Растениеводство и земледелие»
Направление подготовки 35.03.04 Агрономия
Профиль подготовки «Агрономия»

ДНЕВНИК ПРАКТИКИ

обучающегося ____ курса ____ группы

_____
(ФИО)

Дата	Краткое содержание выполненных работ	Подпись руководителя практики

Обучающийся _____ /_____/

Руководитель практики
от кафедры _____ /_____/

«___» _____ 20___ г.

Приложение 3

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный аграрный университет»

Студенту(ке) _____
Кафедра: _____
Направление

ЗАДАНИЕ

На _____
Обучающегося _____
Приказ от № _____
Наименование базовой организации _____
Срок прохождения практики _____

Содержание задания на практику:

_____
_____

Индивидуальное задание:

_____
_____

Дата выдачи задания

Руководитель практики _____ / _____ /
подпись Фамилия И.О.

Обучающийся _____ / _____ /
подпись Фамилия И.О.

«____»_____20__ г.

Приложение 1

План (график) прохождения практики

№ п/п	Наименование этапов практики (работ)	Сроки выполнения

Обучающийся _____ _____

Руководитель практики _____ _____

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Вернин, В. Г. Технология возделывания овощных культур в Средней Полосе : учебно-метод. пособие / В. Г. Вернин. – 3-е изд. доп. – Самара : РИЦ СГСХА, 2009. – 133 с.

2. Технология производства продукции растениеводства / Под ред. А. Ф. Сафонова, В. А. Федотова. – М. : Колос, 2010. – 432 с.

3. Агрохимические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства / В. И. Фисинин, Г. И. Бондарь, М. Г. Обвинцев [и др.] ; под ред. В. И. Фисинина. – М. : Колос, 2007. – 624 с.

4. Вернин, В. Г. Растениеводство : в 3 ч. / В. Г. Вернин. – 3-е изд. доп. – Самара : РИЦ СГСХА, 2009. – 178 с.

5. Тихонов, И. П. Практикум по растениеводству / И. П. Тихонов. – М. : Колос, 2008. – 279 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие ... 3

Цель и задачи учебной практики ... 4

Место учебной практики в структуре ООП бакалавриата ... 4

Формы, место и время проведения учебной практики ... 4

Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения учебной практики ... 4

Структура и содержание практики ... 7

Тема 1. Расчет норм высева изучаемых культур и подготовка посевного материала к посеву ... 7

Тема 2. Определение густоты стояния и площади питания растений ... 12

Тема 3. Проведение биометрических наблюдений за изучаемыми культурами ... 14

Тема 4. Определение морфологических признаков посевных культур ... 16

Тема 5. Наблюдения за приростом сырой массы изучаемых растений ... 18

Тема 6. Наблюдения и учет численности и видового состава сорных растений ... 19

Тема 7. Фотосинтез. Определение площади листьев ... 20

Тема 8. Учет урожая и определение его структуры ... 21

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся на учебной практике ... 26

Оформление отчетных документов практики ... 27

Аттестация по итогам практики ... 28

Приложение ... 30

Рекомендуемая литература ... 34

Учебное издание

Васина Наталья Владимировна

Растениеводство

Методические указания

Отпечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать 17.06.2019. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 2,09; печ. л. 2,25.
Тираж 50. Заказ № 203.

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО Самарского ГАУ
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2
Тел.: 8 939 754 04 86, доб. 608
E-mail: ssaariz@mail.ru

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Самарская государственная
сельскохозяйственная академия»

Кафедра «Садоводство, ботаника и физиология
растений»

БИОХИМИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Рабочая тетрадь

для выполнения лабораторных работ

Студент_____

Курс_____ Группа_____

Кинель
2018

УДК 581.19 : 544 (07)
ББК 41.2Я2 + 42.1Я
Т[-18

Т-18 Биохимия полевых культур : рабочая тетрадь для выполнения лабораторных работ / сост. В. М. Шаровский, Е. Х. Печаева, О. Л. Салтыкова. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2018. – 48 с.

Рабочая тетрадь предназначена для студентов агрономического факультета, обучающихся по направлению подготовки 35.03.04 «Агрономия», профиль подготовки «Агрохимия и агропочвоведение», очной и заочной форм обучения.

Учебное пособие содержит описание лабораторных работ по всем разделам рабочей программы дисциплины «Биохимия полевых культур», задания для самостоятельной работы, вопросы для подготовки к зачету, учебно-методическую и справочную литературу, рекомендуемую по изучаемой дисциплине. В конце каждой лабораторной работы имеются вопросы для контроля знаний, а в приложении – перечень основной литературы по изучаемой теме.

© ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, 2018
© Шаровский В. М., Печаева Е. Х., Салтыкова О. Л., составление, 2018

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Биохимия зерновых культур» – это дисциплина о биохимических основах жизнедеятельности растений. Основными разделами этой дисциплины являются: биохимия растительной клетки, биохимия дыхания, биохимия фотосинтеза, биохимия жирового питания, биохимические основы формирования урожая зерновых культур.

Учебное пособие для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Биохимия зерновых культур» включает структуру и основные сведения, предлагаемых на аудиторных занятиях по 20 темам. По каждой теме дано краткое теоретическое введение, основные биохимические понятия, вопросы для самоконтроля, указания по порядку проведения лабораторных работ и рекомендации по оформлению полученных результатов. Это позволит качественно освоить материал темы, самостоятельно проконтролировать полученные знания, приобрести навыки в написании отчетов.

Целью работы острого является изучение 5 разделов дисциплины «Биохимия зерновых культур» эффективными и прогрессивными интенсивными учебного времени студентов.

Задачи учебного пособия:

– дать основные понятия и термины по изучаемой теме.

– стимулировать самостоятельное творческое мышление.

– организовать самостоятельную работу студентов.

Работа острого предназначена для студентов III курса, обучающихся по направлению подготовки 35.03.04 «Агрономия», для изучения дисциплины «Биохимия зерновых культур».

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

– биохимический состав растений;

– сущность биохимических процессов в растении, влияние на них внешних и внутренних факторов;

– биохимические основы устойчивости и адаптации растений к неблагоприятным факторам среды;

– биохимические процессы при формировании первичной обработке и хранении растениеводческой продукции;

уметь:

– провести оценку биохимического состава растений;

– давать биохимическое обоснование технологическим мероприятиям при выращивании растений, первичной обработке и хранению растениеводческой продукции.

владеть:

– навыками использования методов биохимического анализа растительных образцов и оценки качества продукции растениеводства;

– навыками биохимического обоснования способов уборки урожая сельскохозяйственных культур, первичной обработки растениеводческой продукции и хранения ее на хранение.

В процессе изучения дисциплины у студента должны сформироваться **общепрофессиональные и профессиональные компетенции:**

- способность распознавать по морфологическим признакам наиболее распространенные в регионе дикорастущие растения и сельскохозяйственные культуры, оценивать их физиологическое состояние, выявлять больные и поврежденные растения, знать методы улучшения роста, развития и качества продукции.

- способность обосновать подбор сортов сельскохозяйственных культур для конкретных условий региона и уровня интенсификации земледелия, подготовить семена к посеву.

- способность обосновать способ уборки урожая сельскохозяйственных культур, первичной обработки растениеводческой продукции и хранения ее на хранение.

Лабораторная работа 1

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ

Цель занятия Ознакомиться с локализацией основных органических веществ в клетке, освоить простейшие методы качественного анализа

В состав клетки входят органические и минеральные вещества. Основными органическими веществами в составе растительной клетки являются белки, жиры, углеводы и нуклеиновые кислоты.

Белковые вещества представляют собой высокомолекулярные органические соединения, построенные из аминокислот. Белки выполняют в клетке конструкционные, каталитические, защитные, транспортные и запасные функции. Наличие в молекуле белка различных свободных групп и радикалов – аминных (-NH$_2$), карбоксильных (-COOH), гидроксильных (-OH), сульфгидрильных (-SH), дисульфидных (-S-S-) и др. – обусловливает широкое разнообразие реакционных возможностей, как с различными веществами одного, так и своей белковой молекулы. Это используется для выявления и количественного определения белков. Белки в различных количествах находятся во всех органах растений. В вегетативных органах количество белков обычно не достигает 5-15% от веса сухой массы, в семенах злаков 10-20%, в семенах бобовых и масличных культур – 25-35%.

Нуклеиновые кислоты представляют собой органические кислоты с огромным молекулярным весом. Они играют важную роль в передаче наследственных свойств живых организмов в процессе синтеза белка. Различают две нуклеиновые кислоты – дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК), которая в основном сосредоточена в ядре, и рибонуклеиновую кислоту (РНК), которая находится в ядре, и в цитоплазме клетки. При гидролизе нуклеиновых кислот из азотистых оснований, сахаров (пентоз), рибозы и дезоксирибозы и фосфорной кислоты.

Жиры и жироподобные вещества. Жиры (триглицериды) – сложные эфиры глицерина и трех молекул жирных кислот. Жиры чаще выполняют функции запасных веществ, а также служат источником энергии. Жироподобные вещества (липоиды) отличаются от жиров тем, что один из гидроксилов глицерина замещен не жирной кислотой, а какой-либо другой гидрофильной группой, например, остатком фосфорной кислоты (фосфатидами), к которому в свою очередь может присоединяться какое-либо органическое основание (например, холин). Некоторые из липоидов всегда сопутствуют белковым и углеводным веществам (например, лецитин). Липоиды часто выполняют функцию конституционных (из них построены мембраны), реже запасных (фосфолипиды) питательных веществ. Общим, что объединяет жиры и липоиды, является их растворимость в органических растворителях: эфире, хлороформе, сероуглероде, бензине и нерастворимость в воде.

Работы выполняются в порядке их расположения, используя свободное время для повторения ранее изученного материала.

Работа 1.1. ОБНАРУЖЕНИЕ БЕЛКА В ЛИСТЬЯХ (ПО ЧАЙЛАХЯНУ)

Метод основан на проведении биуретовой реакции. Эта реакция характерна для веществ, содержащих пептидную связь (-CO-NH-). При обработке щелочного раствора белка раствором медного купороса появляется фиолетовое или красно-фиолетовое окрашивание.

Методика выполнения. К чайным листьям добавить воды. Листья погрузить на 1-2 мин в кипящую воду, затем перенести в кофе с 96% этанолом. Кофе с обезвоженными листьями погрузить в горячую подсолнечное масло для экстрагирования хлорофилла. Через 0,5 ч наступает полное обесцвечивание листа. Обесцвеченные листья осторожно вынуть, промыть водой и расправить в чашке Петри. Провести биуретовую реакцию: листья на 1 ч

зали – 7% раствором молочной кислоты, промыть листья проточной водой в течение 10% мин.

Листья приобретают фиолетовую окраску, усиливающуюся в течение часа, что указывает на присутствие белков. По интенсивности полученной окраски можно определить относительное содержание белков в разных частях листа и листьях различных культур, оценивая его по 3-балльной системе.

Оформление результатов опыта

1) Зарисовать полученные листья.

Рис. 1. Лист Рис. 2. Лист

2) Записать таблицу 1.

Таблица 1

Окраска листьев после обработки по Чемберлену

Культура	Окраска	Оценка количества белка в баллах

3) Сделать выводы. В каких листьях больше и у каких растений содержание белка выше?

Работа 1.2. ОБНАРУЖЕНИЕ БЕЛКА НА СРЕЗАХ ТКАНЕЙ

Метод основан на получении цветных качественных реакций на тонких срезах тканей путем просмотра полученных препаратов под микроскопом.

а) **Биуретовая реакция**. Тонкий срез семени кормовых бобов поместить на предметное стекло в капле 7% раствора молочной кислоты на 20-30 мин. Тщательно убрать этот раствор с помощью фильтровальной бумаги и промыть срез водой. Обработать 10% раствором щелочи до появления фиолетовой окраски. Покрыть покровным стеклом и рассмотреть ткани под микроскопом.

б) **Нингидриновая реакция**. Срез с тех же семян обработать на предметном стекле 1% раствором нингидрина. Появление фиолетовой окраски свидетельствует о наличии свободных аминокислот.

Методика выполнения. Кусочек эпидермиса с чешуйки репки лука поместить в 0,5% раствор нингидрина на предметное стекло. Подогреть препарат на спиртовке до появления синей окраски. Покрыть препарат покровным стеклом и рассмотреть под микроскопом.

Оформление результатов опыта

1) Зарисовать препараты Неклеточные ткани

Рис. 3. Одревеснение Рис. 4. Биохимическая реакция

2) Можно ли выделить в клетках мяса производственной токсигенную плесень? Почему?

Работа 1.3. ОБНАРУЖЕНИЕ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ В КЛЕТКЕ

В цитохимии нуклеиновых кислот широко используют смесь двух красителей – пиронина и метилового зеленого. Пиронин взаимодействует с РНК, метиловый зеленый избирательно окрашивает с ДНК. Это дает возможность одновременно выявить локализацию в клетке РНК и ДНК.

Методика выполнения. С поверхности сочной чешуи лука снять кусочек эпидермиса и поместить его в каплю красителя на предметное стекло на 5–20 мин. Оттянуть краску фильтровальной бумагой, добавить с противоположной стороны воду. Препарат накрыть покровным стеклом и рассмотреть под микроскопом сначала при малом, а затем при среднем увеличении. Под действием красителя РНК окрашивается в красный цвет, ДНК – в синий. На ограниченное количество препарата в одну каплю красителя нужно брать ядрышко, имеющее более чем ядро, окраску.

Оформление результатов опыта

1) Крупным планом зарисовать несколько клеток кожицы лука, окрасив их пиронином и метиловым зеленым.

2) Сделать выводы о локализации ДНК и РНК в клетке

Работа 1.4. ОБНАРУЖЕНИЕ ЖИРОВ И ЛИПОИДОВ

Жиры и близкие к ним вещества могут быть обнаружены с помощью специальных красителей. Чаще используется Судан-III. Окраска позволяет оценить расположение этой краски в жирах и жироподобных веществах.

Методика выполнения. Вдоль кисточки отрезать кукурузу, через кончик сделать срезы. Первый срез выбрасывается, второй используется для изготовления препарата. Срез поместить на предметное стекло в каплю красителя на 10–20 мин. Краситель оттянуть

фильтровальной бумагой, на чуть кар- ш ш ш ш, покрыть предметным стеклом и рассмотреть препарат под биологическим микроскопом. Если окраска слишком слабая, опыт повторить, оставив клетки под спиртовкой.

Оформление результатов опыта

1) Зарисовать срез зерна кукурузы после окраски Судан-III

2) Сделать выводы. Где в зерне кукурузы в основном, локализованы жиры и жирорастворимые вещества?

Задание для самостоятельной работы

Заполните таблицу 2, используя результаты работы на этапе 1, учебные и дополнительные материалы.

Таблица 2

Характеристика отдельных компонентов растительной клетки

Компоненты	Элементарный состав, строение молекул и свойства	Место в клетке и функции
БЕЛКИ		
ДНК РНК		
ЛИПИДЫ		

Лабораторная работа 2

ПОЛУЧЕНИЕ РАСТВОРА РАСТИТЕЛЬНОГО БЕЛКА И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО СВОЙСТВ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТОЧКИ БЕЛКОВ (ИЭТ)

Цель занятия. Ознакомиться с отдельными свойствами белков

Белки или протеины – сложные полимеры, построенные из аминокислот, соединенных между собой пептидными связями -CO-NH-. В результате образования водородных и дисульфидных связей между радикалами аминокислот молекула белка приобретает определенную пространственную конфигурацию, а это значит изменяется конформация белка. Потеря белком конформации называется денатурацией и приводит к потере специфической активности.

Устойчивость белковой молекулы в растворе определяется ее гидратной оболочкой. В белковой молекуле много гидрофильных групп, способных притягивать к себе воду. Так, -CONH- связывает одну, -COOH две, $-NH_2$ три молекулы воды. Такая гидратация называется химической.

Молекула белка в растворе имеет заряд. Молекулы воды, обладая свойствами диполей, под действием электростатических сил правильно ориентируются у белковой молекулы, образуя вокруг нее водную оболочку. Эти дальние взаимодействия ведут к удалению от поверхности белковой молекулы тех белков, которые имеют гидрофобные участки.

Осаждение белка из раствора можно вызвать действием водоотнимающих средств. Белок будет выпадать в осадок при добавлении достаточно большого количества соли. Выделение белка из раствора под влиянием солей называется высаливанием. Этот прием применяется для получения в чистом виде белков и ферментов. При высаливании не происходит необратимого изменения конфигурации белковой молекулы и после удаления концентрированной соли белок может перейти в раствор.

Под действием высокой температуры и концентрированных кислот белок переходит в нерастворимое состояние, происходит его денатурация. Он выпадает в осадок, растворимость, снижается водоудерживающая способность, утрачиваются физиологические функции. Аминокислоты и белки являются амфотерными электролитами и могут диссоциировать как кислоты, так и основания.

При избытке ионов H^+ (подкисление среды) образуются положительно заряженные ионы:

$$CH_3-CH-COOH \xrightarrow{+H^+} CH_3-CH-COOH$$
$$NH_2 \qquad\qquad NH_3^+$$

При избытке ионов OH^- (щелочная среда) образуются отрицательно заряженные ионы:

$$CH_3-CH-COOH \xrightarrow{-OH^-} CH_3-CH-COO^- \xrightarrow{-H_2O} \;|$$
$$NH_2 \qquad\qquad NH_2$$

При некотором определенном значении pH аминокислота не положительно и отрицательно заряженных ионов оказывается в одинаковой степени и молекула белка и аминокислоты становится электронейтральной. Это значение **pH называется** изоэлектрической точкой **(ИЭТ).** Для разных белков и аминокислот ИЭТ экспериментально и зависит от соотношения свободных карбоксильных и аминокислотных групп. Важно отметить, что в растворе устойчивость белковой молекулы и ИЭТ очень тесно связаны, так как при этом происходит потеря гидратной оболочки и коагуляция белка.

Работа 2.1. ВЫДЕЛЕНИЕ ГЛОБУЛИНА ИЗ СЕМЯН ГОРОХА

Глобулины составляют большую часть белков, имеется также небольшая примесь альбуминов у бобовых и масличных культур. Они хорошо растворяются в слабых растворах нейтральных солей.

Методика выполнения. Растереть в ступке 5 г гороховой муки в небольшом количестве 30 мл 10% раствора NaCl. Колбу встряхивать 5 мин и оставить стоять на 30 минут, периодически встряхивая. Затем отфильтровать через фильтр, смоченный растворителем. Полученный фильтрат использовать для последующих работ.

Работа 2.2. ОБНАРУЖЕНИЕ БЕЛКА В РАСТВОРЕ БИУРЕТОВОЙ РЕАКЦИЕЙ

Методика выполнения. Налить в пробирку около 1 мл фильтрата, добавить 10-15 капель 10% щелочи, а затем по каплям слабый раствор медного купороса. В присутствии белка раствор окрашивается в синий цвет.

Оформление результатов опыта

Рис. 5. Определение концентрации осмотически активных веществ в растительной клетке

Работа 2.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ ГЛОБУЛИНА В ВОДЕ

Методика выполнения. Налить в пробирку около 1 мл осадка белка и постепенно добавлять воду, следить за появлением мути. При появлении мути добавить концентрированного раствора нейтральной соли, добавляя по каплям слабый раствор NaCl. Следить за растворением осадка.

Оформление результатов опыта

1) Растворился ли глобулин в воде? Чем это доказано?

2) Зарисуйте пробирку с фильтратом.

Рис. 6. До добавления соли

Рис. 7. После добавления соли

Рис. 8. После добавления соли

Работа 2.4. ВЫСАЛИВАНИЕ БЕЛКА ПОД ДЕЙСТВИЕМ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СОЛЕЙ

Методика выполнения. К 3 мл раствора белка прибавить такое же количество насыщенного раствора NaCl. Наблюдать появление мути и осадка. Прибавить воды. При уменьшении концентрации раствора наблюдать почти обратное мути и растворение осадка.

Оформление результатов опыта

1) Чем отличается высаливание белка?

3) Обратима ли коагуляция белка при кипячении? Как доказать?

Работа 2.5. КОАГУЛЯЦИЯ БЕЛКА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КИСЛОТ

Методика выполнения. В две пробирки налить по 2–3 мл раствора белка. Одну пробирку прокипятить, к другой добавить несколько капель концентрированной серной кислоты. Сравнить с образцовыми опытами. В обе пробирки добавить 10% раствор NaOH. Происходит ли растворение осадка?

Оформление результатов опыта

1) Обратима ли коагуляция белка при действии высоких температур и концентрированных кислот? Как это доказать на основе опыта?

Работа 2.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТОЧКИ БЕЛКОВ ТКАНЕЙ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Способ основан на окрашивании среднего казеина одновременно основным (метиленовая синяя) и кислым (эозин) красителями. У кислого казеина кислая группа у основных – катион. Если белок находится в среде с pH ниже его ИЭТ, то молекула его заряжена положительно и будет связывать анион эозина – окрашиваться в розовый цвет. При pH выше ИЭТ будет связываться катионы метиленовой синей – соответственно ткань будет окрашиваться в синий цвет. Для отдельного белка переход от одной краски к другой в буферных растворах с разной pH происходит резко. При определении ИЭТ ткани, где имеется смесь белков, полученная окраска будет отличаться и более широкой интервал.

Методика выполнения. Работа выполняется группой в 3 человека с применением буферных растворов с различными значениями pH, согласно табл. 3.1

Таблица 3

Соотношение компонентов буферной смеси

№ пробирки	pH	Na_2HPO_4	Лимонная кислота 0,1М, мл
1	2,2	0,2	9,8
2	3,0	2,6	8,0
3	3,6	3,2	6,8
4	5,0	5,2	4,8
5	5,4	5,5	4,1
6	6,0	6,3	3,7
7	7,0	8,2	1,8
8	8,0	9,7	0,3

В пробирку внести указанное количество Na_2HPO_4 и долить до 10 мл раствором лимонной кислоты. Далее каждый студент работает самостоятельно.

Изготовление срезов для другого растения на замораживающем столике делать бритвой строго поперечные, как можно более тонкие срезы (не менее 24), и поместить их в 70% спирт на 5 мин. Спирт слить, срезы залить сначала раствором хлорида (1 мл), затем раствором кислотного синего на 5 мин. Промывать срезы после спирта и красителя необязательно. Окрашенные срезы перенести в буферные растворы, взятые в больших количествах для определения pH. В каждой пробирке с буферным раствором должно быть 3 среза. Время обработки 1 ч. После окончания обработки приготовить препараты. Под одно покровное стекло следует помещать все три среза из одной буферной смеси. На одном предметном стекле, под различными покровными стеклами, можно сделать препараты из двух-трех опытов.

Цветная с самого малого значения pH препарат рассматривать под микроскопом при малом увеличении. Для каждой пробы среза найти значение pH, при котором красный цвет сменяется синим.

В растворах с pH ниже изоэлектрической точки белки удерживают катионы в растворах с pH выше изоэлектрической точки — метиленовый синий. Тогда при кислом значении pH ткань окрашена в красный цвет, а при основном — в синий, то есть изоэлектрическая точка белков среднее между этими двумя показателями.

Оформление результатов опыта

Заполнить таблицу 4

Таблица 4

Окраска ткани при одновременном действии эозина и метиленовой синей при разных pH (в среднем по трем срезам)

№ препарата	pH буферного раствора	Окраска	
		кровяной тест	сосудистые элементы
1	2,2		
2	3,0		
3	3,6		
4	5,0		
5	5,4		
6	6,0		
7	7,0		
8	8,0		

3) Какое значение pH соответствует ИЭТ

а) кровяной плазмы

б) сосудистых тучков _____

3) Сделать рисунок одного из образцов, где отчетливо прослеживается неодинаковая окраска разных белков.

Рис 9. Определение pH при электрофоретическом разделении белков плазмы крови человека на pH-фореграмме

Работа 2.7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТОЧКИ БЕЛКОВ

Метод основан на простой потере растворов белка при pH близкой ИЭТ, что обнаруживается по появлению мути и выпадающего в осадок белка.

Методика выполнения. В восьми пробирках приготовить растворы с разным значением pH, согласно таблице 5

Таблица 5

Соотношение компонентов для приготовления растворов (в мл) и pH раствора

Компоненты	№ пробирок							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Индикатор метиловый	0,40	0,75	0,35	0,50	0,70	0,80	0,90	1,00
0,01 Н уксусная кислота	0,90	1,25						
0,1 Н уксусная кислота			0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00
pH раствора	5,9	5,5	5,0	5,0	4,7	4,	4,2	3,8

В каждую пробирку добавляют по 1 мл раствора казеина. Содержимое пробирок встряхивают и взбалтывают. Определить значение pH ИЭТ белка по появлению небольшой мути в соответствующей пробирке.

Оформление результатов опыта

1) Для казеина pH ИЭТ равно

Задание для самостоятельной работы

1) Дайте объяснение понятиям

Денатурация – это

Ренатурация – это

ИЭТ – это _____

Глобулин – это

Лабораторная работа 3
ФЕРМЕНТЫ КЛАССА 1. ОКСИДОРЕДУКТАЗЫ

Цель занятия. Изучить ферменты, участвующие в дыхании.

Ферменты класса 1. Оксидоредуктазы катализируют окислительно-восстановительные превращения дыхательных субстратов. По характеру действия их можно разделить на четыре группы: 1) активаторы водорода (дегидрогеназы); 2) активаторы кислорода (оксидазы); 3) ферменты, выполняющие роль промежуточных переносчиков электрона; 4) вспомогательные ферменты.

Дегидрогеназы активируют атомы водорода, сообщая этим атомам способность переходить с метаболита на соответствующие акцепторы. **Каталитический процесс, в результате которого водород активируется и отделяется от метаболита, называется дегидрированием.** Все дегидрогеназы являются двухкомпонентными ферментами. По природе простетических групп они делятся на **пиридиновые и флавиновые.**

Коферментом пиридиновых дегидрогеназ является **никотинамид-аденин-динуклеотид (НАД)** или **никотинамид-аденин-динуклеотид-фосфат (НАДФ).** Простетической группой флавинпротеидов служат **флавин-мононуклеотид (ФМН)** или **флавин-аденин-динуклеотид (ФАД).**

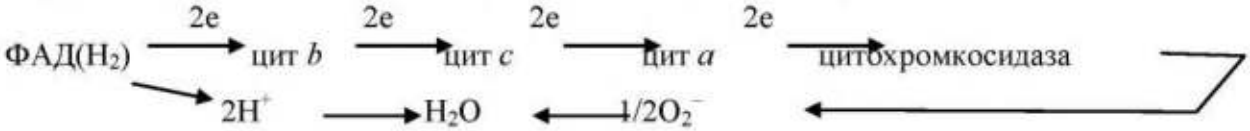
В ходе биологического окисления пиридиновые дегидрогеназы являются первыми акцепторами водорода. При этом субстрат окисляется, а НАД или НАДФ восстанавливается. Пиридиновые дегидрогеназы относятся к анаэробным дегидрогеназам. Они не могут передавать водород непосредственно на кислород. Окисление восстановленного НАД (или НАДФ) осуществляется либо через цитохром «с», либо с помощью аэробных флавиновых дегидрогеназ.

$$НАД(H_2) + ФАД \longrightarrow НАД + ФАД(H_2).$$

Окисление $ФАД(H_2)$ может осуществляться либо путем прямой передачи водорода на кислород с образованием перекиси водорода:

$$ФАД(H_2) + O_2 \longrightarrow ФАД + H_2O_2,$$

либо чаще путем транспорта электронов через систему цитохромов:



При переносе богатого энергией электрона через систему цитохромов происходит **окислительное фосфорилирование – образование богатых энергией макроэргических связей АТФ.**

Оксидазы. К этой группе биологических катализаторов относятся ферменты, функция которых состоит в активации молекулярного кислорода. Следовательно, оксидазы катализируют заключительные этапы окисления. Водород субстрата соединяется с кислородом. Типовая реакция заключительных оксидаз:

$$RH_2 + O_2 \longrightarrow 2R + 2H_2O.$$

Примером может служить работа широко распространенного в природе фермента – дифенолоксидазы.

дифенол (бесцветный) хинон (коричневый)

При работе оксидаз вместо свободного кислорода может образовываться перекись водорода:

$$RH_2 + O_2 \longrightarrow R + H_2O_2.$$

Образовавшаяся перекись водорода может служить донором кислорода при работе пероксидаз.

Избыток перекиси водорода разлагается вспомогательным ферментом – каталазой.

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2.$$

Терминальные оксидазы являются металлопротеидами. Пероксидазы и каталазы содержат геминовое железо. Они участвуют в образовании промежуточных перекисных соединений, не изменяя при этом своей валентности. Фенолоксидаза – медьпротеид.

Терминальные оксидазы являются металлопротеидами. Пероксидазы и каталазы содержат геминовое железо. Они участвуют в образовании промежуточных перекисных соединений, не изменяя при этом своей валентности. Фенолоксидаза медьпротеид.

Работа 3.1. ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕГИДРОГЕНАЗ В СЕМЕНАХ ГОРОХА

Опыт основан на изменении окраски метиленовой синьки при ее восстановлении путем присоединения водорода. Восстановленный препарат – лейкосинька – бесцветна. Донорами водорода могут быть дегидрогеназы, находящиеся в семенах гороха.

Методика выполнения. Набухшие семена гороха очистить от оболочки и поместить по 3 шт. в две пробирки. В одну из пробирок налить воду и кипятить 5-10 мин. Воду слить и дать остыть.

Семена в обеих пробирках залить раствором метиленовой синьки на 5-10 мин. Окрашенные семена тщательно промыть водой. Для создания анаэробных условий налить в пробирки воду и закрыть пробками. Пробирки поставить в термостат при температуре 26-30°С. Через 40-60 мин пробирки вынуть и отметить окраску семян в каждой пробирке. Затем воду вылить, семена вытряхнуть на отдельные листочки бумаги. Следить за изменением окраски при доступе кислорода.

Оформление результатов опыта

1) Как изменилась окраска семян после нахождения их в термостате в анаэробных условиях? Объясните наблюдаемые явления.

_____

_____

2) Как изменилась окраска семян при переводе их в аэробные условия? Объясните, почему?

_____

_____

_____

_____

5) Рассмотрите в микроскоп клетки кожицы

Работа 3.2. ОБНАРУЖЕНИЕ ПОЛИФЕНОЛОКСИДАЗЫ КАРТОФЕЛЯ ДЕЙСТВИЕМ НА ГВАЯКОВУЮ СМОЛУ

Опыт основан на способности гваяковой смолы (HO – [C – OH) окисляться ферментом полифенолоксидазой под действием органических окислителей, с образованием красных продуктов окисления (O=[C=O)

Методика выполнения. Мелко нарезанный картофель натереть на терке. Массу через марлю отжать в колбу. Сок отстоять для осаждения крахмала 5-10 мин. (Обратите внимание на постепенное побурение сока.) В три пробирки налить примерно по 5 мл сока. В одной из пробирок сок прокипятить, закрыв ее ватно-марлевым тампоном. Охладить сок в пробирках под краном и пять минут. Через 5 мин пробирки встряхнуть. Наблюдать за изменением окраски.

Для наблюдения распределения ферментов в тканях разрезать клубень. Нанести на срез несколько капель гваяковой смолы. Обратить внимание на неравномерное появление окрашенных участков клубня.

Оформление результатов опыта

1) Заполнить таблицу 6

Таблица 6

Окраска гваяковой смолы соком картофеля и гваяковой смолы

№ пробирки	Состав смеси, мл				Окраска через время	
	гваяковая смола	вода	сок картофеля		1 мин	5 мин
			сырой	кипяченый		
1	1,5	—	5	—		
2	1,5		—	5		
3		5	5			

2) Почему побурел сок при стоянии картофеля на воздухе? Связано ли это явление с окислением полифенолов в хиноны. Напишите схему этой реакции.

2) Зарисуйте срез клубня картофеля после нанесения гваяковой смолы.

Рис. 10. Клубень картофеля после нанесения гваяковой смолы

4) На каких участках срез кукурузы картофеля наблюдается более ничтожная окраска, почему?

5) Объясните появление окраски серного сока картофеля и иодной смеси. Напишите молекулярное уравнение. Почему не окрашивается срезка смесью на предметах?

6) Проследите прибыли после прохождения реакции

Рис. 1. Окраска среза прибыли через 1 минуту

Рис. 12. Окраска среза прибыли №1 через 5 минут

7) Как объяснить осветление зоны в прибыли №1? Почему остался окрашенным только верхний слой? В чем причина исчезновения этого после нагревания?

Работа 3.3. ОБНАРУЖЕНИЕ ПЕРОКСИДАЗЫ

Метод основан на изменении окраски гваяковой смолы при окислении ее перекисью водорода. Однако пероксидаза может использовать только некоторые пероксиды. Для протекания реакции следует добавить перекись водорода. В клетке пероксидаза использует такие органические пероксиды

Методика выполнения. Лупой с ручкой ручного луча разрезать через середину 4 или 5 листьев. Нанести и равномерно распределить по срезу сначала несколько капель раствора гваяковой смолы. Отметить, изменилась ли окраска среза. Затем смочить срез пероксидом водорода и отметить изменение окраски ткани. На предметное стекло смешайте несколько капель гваяковой смолы и пероксида водорода. Проследите, будет ли изменяться окраска?

Оформление результатов опыта

1) Зарисуйте срез эпидермиса после нанесения глазной капли и перекиси водорода

Рис. 13. Срез эпидермиса после нанесения капли и перекиси водорода

2) Напишите гистохимическую реакцию на эпидермис

3) Объясните полученную окраску отдельных участков среза

4) Почему на ороговевающем эпителии кожи происходит изменение окраски?

5) Почему не появилась окраска при смешении глазной капли и перекиси водорода на предметном стекле? Какой компонент реакции отсутствует?_____

Работа 3.4. ГИСТОХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ НА ЦИТОХРОМОКСИДАЗУ

Реакция основана на том, что в присутствии цитохромоксидазы эпителия кожи аскорбат-синий краситель-гидрохинон-тетраметилпарафенилендиамин и нафтолят-реактив диазония образуют нерастворимый продукт реакции – индофенолового синего.

Методика выполнения. Набухшую луковицу кукурузы разрезать вдоль через зародыш. Поместить срез на предметное стекло и капнуть реактивом сверху. Проследить за изменением окраски тканей.

Оформление результатов опыта

1) Зарисуйте срез зародыша кукурузы после обработки реактивом «Нидо».

Рис. 14. Зерновка кукурузы после обработки реактивом «Нидо»

2) На каких участках зерновки наблюдается более интенсивная окраска? Как это объяснить?

_____

_____

_____

_____

Работа 3.5. ОТКРЫТИЕ ФЕРМЕНТА КАТАЛАЗЫ В СЕМЕНАХ ГОРОХА

Опыт основан на наблюдении за выделением пузырьков кислорода при разложении перекиси водорода ферментом каталазой.

Методика выполнения. В три пробирки налейте по 5 мл 3%-й перекиси водорода. В одну из пробирок поместите набухшие семена гороха. Во вторую такое же число, но предварительно прокипяченные в отдельной пробирке с небольшим количеством воды. В третью пробирку бросьте сухие семена гороха. Наблюдайте и послушайте, что происходит в каждой из пробирок.

Оформление результатов опыта

1) Напишите реакцию разложения перекиси водорода каталазой.

_____

2) Почему отсутствует реакция в пробирке с прокипяченными семенами гороха?

3) Чем объяснить первоначальное отсутствие реакции и ее усиление со временем в пробирке с сухими семенами гороха?

_____

_____

4) Какую роль играет каталаза в жизни клетки?

_____

_____

Задание для самостоятельной работы

Работа 3.6. ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТОВ

Используя методические указания и результаты проведенных опытов, выполните задание 7.

Табл. 7

Характеристика работы оксидоредуктаз-восстановителей ферментов

Название фермента	Химическая природа простетической группы	Биологический материал и орган, где находится фермент	Донор водорода (восстанавливающееся вещество)	Акцептор водорода (восстанавливающееся вещество)	Продукты реакции и их значение
Аскорбатоксидаза Аскорбатоксидаза					
Пероксидаза					
Каталаза					

Лабораторная работа 4
ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ГИДРОЛИЗ КРАХМАЛА

Цель занятия. Изучить на примере гидролиза крахмала превращение теста в состав пищи, особенности ферментативного катализа.

Все углеводы делятся на моносахариды, олигосахариды, полисахариды. Моносахариды в зависимости от числа атомов углерода, входящих в состав молекулы, разделяются на триозы (3), тетрозы (4), пентозы (5), гексозы (6) и гептозы (7). В молекуле сахара, кроме спиртовых групп -ОН, обязательно имеется альдегидная или кетонная группа. Сахара, имеющие альдегидную группу, называются альдозами, а имеющие кетонную группу – кетозами и называются восстанавливающими сахарами.

Альдозы и кетозы с реактивом Фелинга при нагревании образуют кирпично-красный осадок закиси меди.

Олигосахариды, состоящие из 2-10 молекул моносахаридов, называются олигосахаридами. Например, сахароза – это дисахарид, состоящий из остатка глюкозы и остатка фруктозы. Причем альдегидная группа глюкозы использована на связь с фруктозой и поэтому сахароза реакции с фелинговой жидкостью Фелинга не дает. Мальтоза – это дисахарид, состоящий из двух остатков глюкозы, причем свободная группа одной из молекул глюкозы способна окисляться и обусловливает восстанавливающие свойства Фелинга.

Полисахариды состоящие из более 10 моносахаридов называются полисахаридами. К числу широко распространенных полисахаридов относится крахмал. Он на 95,1-97,9% состоит из полисахаридов, образующих при полном гидролизе глюкозу. Углевод эта часть крахмала представляет собой полисахариды – амилозой и амилопектином.

К молекуле фитогликогена остатки глюкозы связаны α-1,4-связями с одной первичной и четвертичной углеродными атомами и образуют длинную неразветвленную цепочку. В молекуле амилопектина глюкозные остатки соединены глюкозидными связями не только первого и четвертого атомов углерода, но также и между первым и шестым. В результате амилопектин имеет разветвленную структуру.

В растениях имеется два фермента, расщепляющих крахмал. β-амилаза расщепляет крахмал только в неразветвленной части молекулы, и действие ее прекращается, когда расщепление доходит до разветвлений в молекуле амилопектина. β-амилаза расщепляет амилопектин до мальтозы всего на 54%. Декстрины, образующиеся под влиянием β-амилазы, гидролизуются с амилазой.

Для обнаружения крахмала и продуктов его гидролиза используют слабый раствор иода в йодистом калии. На наличие крахмала указывает синее окрашивание. Продолжительность опыта зависит от активности фермента и концентрации субстрата. Чем выше температура, тем быстрее идет реакция.

Работа 4.1. ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ НА ГИДРОЛИЗ КРАХМАЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ АМИЛАЗ

Цель работы. На основе проведения опыта установить влияние внешних условий на работу ферментов, научиться отличать ферменты от неорганических катализаторов и определять оптимальные условия их действия.

Фермент амилаза относится к классу 3. Гидролазы, в большом количестве содержится в прорастающем зерне, слюне и соке поджелудочной железы, катализирует гидролиз крахмала с образованием конечного продукта – декстрина и мальтозы.

Методика выполнения. Отвесить 2 г сахара (рафинированный, запрошенный в разных частях зерна имеют). Отмерить цилиндром 10 мл дистиллированной воды. Перенести навеску сахара в конусную колбу, добавить 5–6 мл воды, растворить при нагревании до полного растворения сахара. Перенести раствор сахара в пробирку, остатками воды (2–3 мл) смыть остатки с трубки в пробирку, пробирку взболтать и поставить в водяную баню при температуре 40–50°С для активации фермента. После этого отфильтровать осадок из пробирки в фильтр перенести не следует, это задержит фильтрование.

Заполнить опыт согласно схеме (табл. 5)

Таблица 5

Схема опыта

Пример	Температура, °С	Субстрат	Катализатор
1 2	50 комнатная	крахмал —	вытяжка из солода вытяжка из солода
3	50	—	вытяжка из солода, 3 капли
4	0	—	вытяжка из солода
5	100		вытяжка из солода
6	50		серная кислота
7 8	100 50	 слюна	серная кислота вытяжка из солода
9	50	—	серная кислота
10	100	—	серная кислота

Примечание. Количество капель вытяжки из солода должно быть одинаково

На уроке при описанной карте необходимо смешать в пробирке на 10 мл субстрат и поместить ее в термостат для того, чтобы он приобрел необходимую температуру. За этот период для каждого варианта опыта нужно приготовить по 10 пробирок с 5 мл 1% раствора йода, расположить их в штативе в один ряд. Эти пробирки будут служить индикаторами на содержание крахмала в гидролизате (первый — калибратор).

После того как клейстер приобрел необходимую температуру, возьмите пробу из крахмала. Для этого 1 мл гидролизата с клейстером из каждого варианта перенесите в первую пробирку с раствором йода соответствующего ряда. Появление окраски свидетельствует о наличии крахмала.

Добавьте в пробирки с крахмальным клейстером указанное количество капель раствора и вновь поставьте их в обозначенную опытом температуру. Далее через каждые 5 мин берите пробу из гидролизата на крахмал. Для этого 1 мл гидролизата капайте в очередную пробирку с раствором йода. Интенсивность окраски гидролизата определяйте по эталону. После окончания гидролиза проведите реакцию с раствором Фелинга. Для этого к 1 мл гидролизата добавьте 1 мл щелочной соли и 1 мл медного купороса и снова нагрейте.

На основе результатов опыта сделайте выводы.

Оформление результатов опыта

1) Заполните таблицу 9.

Таблица 9

Влияние условий на работу амилаз

Варианты опыта	Температура, °С	Субстрат	Катализатор	Скорость пробы по йоду										Время гидролиза (мин)	Влияние ферментов на субстрат
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	50	крахмал	слюна												
2	кипит	—	слюна												
3	20		слюна												
4	0		слюна												
5	100	—	слюна												
6	50	—	H_2SO_4												
7	100		H_2SO_4												
8	20	сахароза	слюна												
9	50	—	H_2SO_4												
10	100	—	H_2SO_4												

2) Ответьте на вопросы.

а) Как влияет температура на скорость гидролиза под действием амилаз?

б) Какие результаты экспериментов свидетельствуют о специфичности действия ферментов?

в) Чем отличается действие кислоты от действия ферментов (температура, специфичность)?

3) Зарисуйте схематическое строение молекулы крахмала. Укажите место действия альфа-амилазы.

Рис. 15. Схема строения молекулы крахмала

Рис. 16. Схема действия альфа-амилазы

Задание для самостоятельной работы

Ответьте на вопросы

а) Почему при высокой температуре фермент не работает?

б) Что такое специфичность действия ферментов? Чем она объясняется?

в) К какому классу ферментов относится амилаза?

г) Чем отличается действие кислоты от ферментов?

Лабораторная работа 5

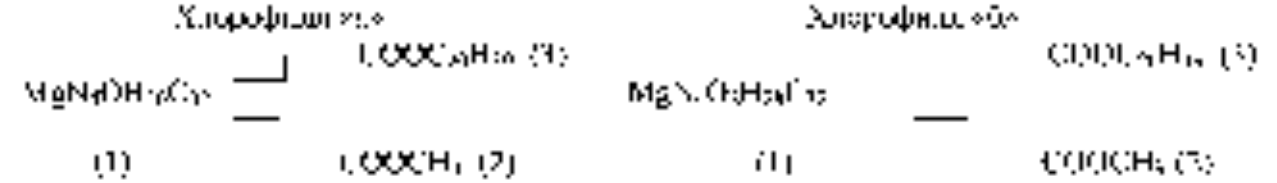
ПИГМЕНТЫ ХЛОРОПЛАСТОВ И ИХ СВОЙСТВА

Цель занятия. Научиться готовить и хроматографировать спиртовую вытяжку пигментов хлоропластов. Ознакомиться с их физико-химическими и оптическими свойствами.

Фотосинтез является самым грандиозным процессом взаимодействия растений с окружающей средой, основой накопления органического вещества и энергии на Земле. В этом процессе из углекислого газа и воды при участии энергии света производится образование органического вещества.

Главная роль в процессе фотосинтеза принадлежит пигментам листа: зеленым – хлорофиллам *a* и *b*, желтым – каротинам и ксантофиллам (каротиноидам). Установлено, что донором энергии для фотосинтетических реакций служит хлорофилл *a*. Остальные пигменты передают ему поглощенную энергию.

По химической природе хлорофиллы *a* и *b* – сложные эфиры дикарбоновой кислоты – хлорофиллина (I) и двух спиртов: метанола (2) и тетрациклического спирта фитола (3):



Каротиноиды – это непредельные углеводороды с эмпирической формулой $C_{40}H_{56}$. Они обладают ярко выраженными гидрофобными свойствами, хорошо растворяются в липофильных растворителях.

Ксантофиллы – высокомолекулярные производные кислорода. Они имеют от одной до шести гидроксильных групп (–OH), поэтому их молекулярная формула $C_{40}H_{56}O_x$. Имея тетрациклические группы, ксантофиллы обладают гидрофильными свойствами, легко растворяются в спирте и хуже, чем каротиноиды, в липофильных растворителях.

Работа 5.1. ПОЛУЧЕНИЕ СПИРТОВОЙ ВЫТЯЖКИ СМЕСИ ПИГМЕНТОВ ЛИСТА

Методика выполнения. Живой или высушенный лист растения можно нарезать в ступку, прибавить немного кварцевого песка и растереть с 3 мл этилового спирта. Продолжая растирать, постепенно добавить еще 5–7 мл спирта. Сильно разбавлять вытяжку не следует, иначе можно получить раствор темно-зеленого цвета. Через фильтр, предварительно смоченный этиловым спиртом, отфильтровать полученную вытяжку в пробирку. Полученный фильтрат использовать для последующих опытов.

Оформление результатов опыта

1) Перечислить, какие пигменты листа перешли в спиртово-вытяжку:

Работа 5.2. РАЗДЕЛЕНИЕ ПИГМЕНТОВ МЕТОДОМ БУМАЖНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ (МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА М. С. ЦВЕТА)

Принципы хроматографии впервые были разработаны в русским физиологом М. С. Цветом в начале XX века. Метод основан на различной адсорбции пигментов на бумаге и разной растворимости в подвижном растворителе, в данном случае бензине. Бензин, перемещаясь по бумаге, уносит за собой извлеченные пигменты. Скорость перемещения, а значит и степень подъема каждого пигмента зависит от сродства его к целлюлозе и растворимости в бензине (липофильный растворитель). Чем лучше растворяется пигмент в растворителе и меньше его адсорбция на средства к целлюлозе, тем быстрее он передвигается и выше располагается относительно линии.

Методика выполнения. Взять полоску хроматографической бумаги (не руками, за которые к ней можно случайно занести с жиром пота, специально выделяет пигменты). Шесть сантиметров полоски от края (1-1,5 см, чтобы не образовался хроматографическая бумажная головка) и легонько опустить ее строго вертикально в пробирку, чтобы полоска (3-4 мм высотой бензина. Пробирку закрыть пробкой и поставить для работы (пигменты под влиянием света пигменты разрушаются).

Оформление результатов опыта

1) Зарисовать установку для разделения пигментов. Объяснить, какой из пигментов и почему адсорбируется на хроматографической бумаге лучше

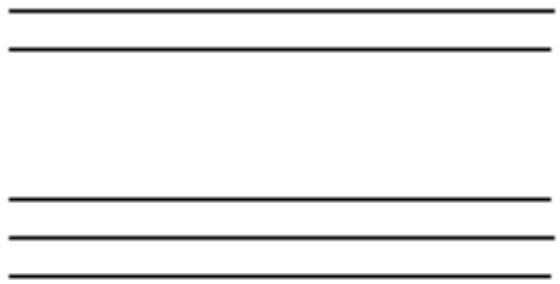


Рис. 17. Установка для разделения пигментов

2) Зарисовать в хорошей цифровой, обозначить зоны расположения отдельных пигментов

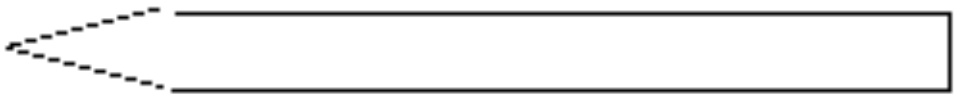


Рис. 18. Хроматограмма зеленых пигментов листа

Работа 5.3. РАЗДЕЛЕНИЕ ПИГМЕНТОВ ПО КРАУСУ

Метод основан на разной растворимости отдельных пигментов в двух несмешивающихся между собой растворителях – бензине и спирте.

Методика выполнения. В большую пробирку налить 1 мл спиртовой вытяжки, 1,5 мл бензина и 2-3 капли воды. Закрыв пробирку пальцем и энергично встряхнуть. После отстаивания жидкость в пробирке разделится на два слоя. Бензин как более легкий, расположится сверху, а спирт – внизу. Концентрация слоев будет окрашена в зеленый цвет, обусловленный

образующего хлорофилл и каротин, от третьей линии будет сорбирован в значительно меньшей степени, а ближе всего к старту расположится наименее сорбирующийся пигмент – ксантофилл.

Оформление результатов опыта

1) Зарисуйте пробирку с разделившимися пигментами. Укажите, в каком слое, какие пигменты расположились. Основываясь на строении молекулы, объясните различие растворимости пигментов в спирте и бензине.

Рис. 19. Разделение пигментов на бумаге

Работа 5.4. ОМЫЛЕНИЕ ХЛОРОФИЛЛА ЩЕЛОЧЬЮ И ОТДЕЛЕНИЕ КАРОТИНА

На пробирки с пигментами, разделенными по бумаге, пипеткой отсосите зеленый желтый раствор, перенесите его в сухую пробирку и сохраните для дальнейшей работы. Если в пробирке осталось немного желтого раствора, то отмывать его в чистое зеленое и объединить.

В оставшуюся зеленую вытяжку добавьте равный объем этилового спирта, две капли воды и кристаллик щелочи. Пробирку энергично встряхните. Через 1–2 минуты произойдет омыление хлорофилла. Метиловый спирт и спирт фитол отщепляются, образуя калиевую соль хлорофиллидинового кислоты – хлорофиллида калия. Это соединение сохраняет зеленый цвет и некоторые оптические свойства хлорофилла, но в результате отщепления от гидрофобного хвостика хлорофиллид обладает более выраженными гидрофильными свойствами, поэтому он больше растворяется в спирте. После отстоя жидкость в пробирке вновь разделится на два слоя: верхний (спиртовый) – зеленый, нижний (водный) – желтый.

Оформление результатов опыта

1) Напишите реакцию омыления хлорофилла.

2) Зарисуйте пробирку с разделившимися по слоям жидкостями. Укажите, в каком слое растворились оставшиеся пигменты. Объясните, почему хлорофилл после омыления полностью из бензина в спирт?

Рис. 20. Разделение пигментов после омыления хлорофилла

Работа 5.5 ПОЛУЧЕНИЕ ФЕОФИТИНА И ОБРАТНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ ВОДОРОДА АТОМАМИ МЕТАЛЛА

Предлагаемый опыт позволяет убедиться, что ядро пигмента хлорофилла связано от металлоорганической связи атомов азота в порфириновом кольце. Атом магния в порфириновом кольце удерживается сравнительно слабо и при осторожном действии кислоты его можно удалить с получением феофитина. Это приводит к образованию из пигмента бурого цвета – феофитина.

Если на феофитин подействовать солями меди, цинка или ртути, то два протона с азота замещаются соответствующими металлами. Зеленая окраска несколько отличается от хлорофилла вновь восстанавливается.

Методика выполнения. В две пробирки взять по 2-3 мл спиртовой вытяжки пигментов и в одну из них прибавить по каплям 10% соляной кислоты. Убедиться, что зеленая окраска перешла в бурую (феофитин). К феофитину кислой вытяжки и хлорофилла уксуснокислой меди и осторожно нагреть на спиртовке. Убедиться, что бурый цвет вновь перешел в зеленый.

Оформление результатов опыта

1) Написать реакцию образования феофитина под действием соляной кислоты.

2) Написать реакцию замещения протонов в ядре порфирина на атомы меди под действием уксуснокислой меди при нагревании.

3) Зарисовать пробирки с хлорофиллом и продуктами реакции.

Рис. 21. Пробирка с хлорофиллом

Рис. 22. Пробирка с феофитином

Рис. 23. Пробирка с хлорофиллатом меди

Работа 5.6. ИЗУЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПИГМЕНТОВ ЛИСТА

Световая энергия в процессе фотосинтеза должна быть поглощена пигментом листа. Отсюда поглощение видимого света осуществляется не на всех длинах волн спектра. Каждый пигмент имеет свой характерный спектр поглощения. Те лучи, которые поглощаются пигментами и используются при фотосинтезе, получили название фотосинтетически активной радиации (ФАР).

Методика выполнения. Установить спектроскоп по отношению к свету так, чтобы наблюдать спектр полосы с максимальной яркостью. Последовательно вводить перед щелью спектроскопа пробирки с вытяжками разных пигментов и зарисовать положение темных полос, которые соответствуют лучам, поглощаемым данным пигментом.

Оформление результатов опыта

1) Запишите спектральные данные для разных растворов:

хлорофилла *a* и *b*

каротина

ксантофиллов

2) Ответьте на вопросы:

а) В каких лучах спектра наблюдается максимум поглощения хлорофиллов?

б) В каких лучах спектра наблюдается максимум поглощения у каротина и ксантофиллов? _____

в) Какие лучи спектра видимого света не поглощает пигментный тест? _____

Задание для самостоятельной работы

1) Ответьте на вопросы и напишите формулы.

а) Запишите общую химическую формулу хлорофилла

Структурной основой молекулы хлорофилла является тетрапиррольное порфиновое ядро, состоящее из четырех пятичленных колец. В центре молекулы этого ядра связанный с азотными группами иона, которые пришли в хлорофилл из среды. Фитол, занимающий большую часть молекулы хлорофилла, состоит из углеводородных группировок и придает молекуле гидрофобные свойства. Таким образом, молекуле хлорофилла свойственны гидрофильные свойства, что имеет важное значение для пространственного расположения молекулы хлорофилла в пластидах – трёх хлоропластах.

Рис. 34. Структурная формула хлорофилла *a*

Лабораторная работа 6

СМЕЩЕНИЕ pH ПИТАТЕЛЬНОГО РАСТВОРА КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ ПРИ УСВОЕНИИ АММИАЧНОЙ И НИТРАТНОЙ ФОРМ АЗОТА

Цель занятия. Изучить способность корневой системы изменять кислотность окружающего раствора.

Корни растений способны активно изменять реакцию среды в связи с постоянным обменом ионами, слабыми протолитами – выделением органических кислот их анионов. Особенно быстро происходит изменение pH в небуферных растворах.

Потребность растений в различных ионах неодинакова. Это приводит к преимущественному поглощению из соли либо аниона, либо катиона, что также в сильной степени изменяет реакцию среды. Соли, из которых преимущественно поглощаются катионы (в обмен на H^+), называют физиологически кислыми, если – анионы (опять же в обмен – физиологически щелочными. Это необходимо учитывать при составлении питательных растворов и применении удобрений. Иначе возможно сильное изменение pH в нежелательную сторону.

Работа 6.1. СМЕЩЕНИЕ pH КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ В РАСТВОРАХ С РАЗНОЙ КИСЛОТНОСТЬЮ

Цель работы. Убедиться в наличии смещения pH среды корневой системой.

Материалы и оборудование. ШирокорН, pH-метр, штатив с пробирками, пипетки на 1 и 5 мл; раствор Кнопа; 0,01 М растворы NaOH и HCl; проростки растений ячменя.

Методика выполнения. В четыре стакана налить по 5 мл раствора Кнопа. Определить исходный pH раствора. Добавляя по каплям NaOH или HCl, установить в разных пробирках pH 5,0; 6,0; 7,0; 7,5. В каждый из стаканчиков поместить в раствор 5 проростков ячменя. Через час определить pH и измерить

Оформление результатов опыта

1) Заполните таблицу 10

Таблица 10

Смещение pH раствора Кнопа корнями растений

Варианты	pH на исходной среде	pH после опыта
1	5,0	
2	6,0	
3	7,0	
4	7,5	

2) Сделайте вывод о характере смещения кислотности раствора.

Работа 6.2. ИЗМЕНЕНИЕ pH ПИТАТЕЛЬНОГО РАСТВОРА КОРНЯМИ РАСТЕНИЙ ПРИ РАЗНЫХ ИСТОЧНИКАХ АЗОТА

Цель работы. Определить смещение pH питательного раствора, содержащего различные источники азота (нитратные, аммиачные формы или нитратные и аммиачные вместе).

Материалы и оборудование. Стеклянные банки 0,25 л; марля, промытая; парафин; pH-метр; растения кукурузы; питательные смеси Кнопа, Прянишникова, Чеффера-Кнопа (с соответствующими солями, предварительно растворенными в дистиллированной воде).

Методика выполнения. Определить исходную pH раствора. Надеть раствор на 5–8 мм ниже края 0,25 л банки. Банки с растворами затянуть в парафинированной марлей. В марле сделать отверстия и пропустить через них в раствор корни растений. Через 6–8 дней повторно определить pH раствора.

Таблица 11

Состав питательных смесей (г/л)

Соли	Кнопа	Изменённая Чеффера-Кнопа	Прянишникова
$Ca(NO_3)_2$	1,0	—	—
$(NH_4)_2SO_4$		0,75	
NH_4NO_3	—	—	0,24
KH_2PO_4	0,25	0,35	—
$Ca(H_2PO_4)_2$			0,17
$MgSO_4$	0,25	0,25	0,06
$CaSO_4$	—	0,34	0,3
KCl	0,12	0,15	0,16
FeCl$_3$	0,01	0,01	0,03

Оформление результатов опыта

1) Заполнить таблицу 12.

Таблица 12

Изменение pH раствора при использовании растениями разных источников азота

Название смеси	Источник азота	pH раствора	
		в начале опыта	в конце опыта
Кнопа			
Чеффера-Кнопа			
Прянишникова			

2) Описать и объяснить характер изменения pH раствора в питательных смесях.

Лабораторная работа 7

РАЗДЕЛЕНИЕ ЗАПАСНЫХ БЕЛКОВ ЗЛАКОВЫХ И БОБОВЫХ КУЛЬТУР

Цель занятия. Выделить из муки различных культур разные фракции запасных белков и сделать сравнительные выводы по их относительному содержанию.

Все белки, встречающиеся в растениях, разделяются на две большие группы: простые и сложные. Простые – просто из одних, сложные – помимо из аминокислот. Среди них – это запасные белки, то есть те из них выполняют в основном функцию, то используются на построение структур клетки.

Протеиды – это сложные белки. Они состоят из простого белка и какого-либо вещества небелковой природы. Сложные белки, как правило, выполняют конституционную функцию. Белки играют важную роль в питании человека и животных. Пищевая ценность того или иного продукта определяется не столько содержанием в нем белков, сколько их качеством. Качественный состав белков у разных растений неодинаков. Среди протеинов часто встречаются:

1) альбумины – белки растворимые в воде. Легко свертываются при нагревании. В растениях встречаются в небольших количествах;

2) глобулины – нерастворимые в воде, но растворимые в водных растворах солей. Распространены в растительном мире;

3) проламины – растворимы в 70% спирте;

4) глютелины – растворимы только в слабых растворах щелочей.

Работа 7.1. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ЗАПАСНЫХ БЕЛКОВ ИЗ СЕМЯН ЗЛАКОВЫХ И БОБОВЫХ КУЛЬТУР

Приготовление теста из пшеничной муки. Немного муки 2-3 г поместить в фарфоровую чашку и прилить к ней 1-1,5 мл водопроводной воды. Пестиком тщательно растирать тесто в один комок до тех пор, пока оно не будет однородным. Полученное тесто тщательно растирать руками, скатать в виде шара, положить в чашку. Из шара взять небольшой кусочек теста и поместить его в пробирку. Оставшееся тесто закрыть бумагой и оставить на 20 мин для того, чтобы все частички муки равномерно пропитались водой. В дальнейшем он будет использован для отмывания клейковины.

Получение клейковины (специфического комплекса белков пшеницы). Через 20 мин после замешивания тесто из фарфоровой чашки поместить в кристаллизатор с водопроводной водой и отмыть клейковину от крахмала, отрубей и других веществ, отрывая тесто в воду и разминая его пальцами. Отмывать нужно осторожно, чтобы вместе с крахмалом не удалились частицы клейковины. Промывочную воду сменять 3-4 раза. Когда клейковина станет упругой, прекращение ее промывания водой из водопроводной воды.

Выделение альбуминов. Для выделения альбуминов из оставшейся муки взять ее отдельную в пробирку кусочек теста. Для этого в пробирку прилить воду на 3-4 см выше теста. Пробирку встряхивать, пробирку и настаивать 20 мин.

Для извлечения этой группы белков из муки гороха и кукурузы 10 г муки поместить в стакан и залить 50 мл воды. Содержимое периодически помешивать стеклянной палочкой и настаивать 20 мин. По прошествии этого времени жидкость из цилиндра или стакана профильтровать сначала через марлю, затем – через бумажный фильтр. В фильтрате переходят альбумины – альбумины.

Выделение глобулинов, проламинов и глютелинов. Для выделения остальных трех групп белков использовать отмытую клейковину (пинетки или расплющенный остаток на марле) гороха и кукурузы. Для этого разделить их примерно на три равные части.

Центрифужную пробу отмыть в фарфоровую ступку, отлить слегка мутный солевой раствор с белком отдельного растительного

для выделения глобулинов – 10% хлористый натрий;

промывки ос – 70%-этиловый спирт;

кипяченое – 0,5% едкий натр (не растирать, а размешать!).

Раствор белка можно профильтровать через бумажный фильтр, предварительно смочив его солевым экстрагентом. Отмытый осадок глобулинов можно растворить в растворе щелочи.

Методика проведения биуретовой реакции. В 1 мл вытяжки белка прибавить 3 мл 10% раствора едкого натра и по каплям 1% раствора медного купороса до интенсивной окраски (10-12 капель). После этого их взбить встряхнуть и, после отстаивания избытка реактива, над осадком будет характерное окрашивание. Если окраска фиолетовая или синяя, то белок есть в осадке окраска зависит от того, что 1% раствор медного купороса – белка нет. Фиолетовая окраска образуется за счет образования [текст]

В другой пробирке приготовить 2 мл вытяжки белка, кипятят и переливают в осадок. По интенсивности окраски, степени помутнения раствора или появлению осадка можно судить об относительном содержании белка.

Все пробирки с результатами биуретовой реакции и белка кипячения зарисовать, записать в тетрадь и объяснить полученные данные с соответствующей надписью.

Оформление результатов опыта

1) Заполните таблицу 13, где содержание отдельных фракций белков в муке записать в полученных итого, напр. пет.

Таблица 13

Содержание отдельных фракций белка в различных видах муки

Мука	Альбумины	Глобулины	Проламины	Глютелины
Пшеничная				
Гороховая Кукурузная				

2) Сделайте вывод о различном фракционном составе и общем количестве белков в семенах пшеницы и бобовых культур.

---

3) Объясняется ли технологическая ценность муки фракционным составом ее белка? Приведите примеры.

---

4) Какие группы белков образуют клейковину? Объясните их важное количество и значение из клейковины и ценность клейковины.

Задание для самостоятельной работы

1) Заполните таблицу 14

Таблица 14

Содержание белков и отдельных его фракций в семенах злаковых культур (в %)

Культура	Общий белок	Альбумины	Глобулины	Проламины	Глютелины
Пшеница Рожь Кукуруза					
Ячмень					

Лабораторная работа 8
ВЫДЕЛЕНИЕ КЛЕЙКОВИНЫ И ОЦЕНКА ЕЕ КАЧЕСТВА

Под клейковиной понимают белковый комплекс, образующийся при отмывании теста от крахмала и обладающий упругими и эластическими свойствами. Содержание клейковины находится в прямой зависимости от общего количества белка и изменяется, как и ее свойства, в зависимости от условий выращивания растений, видовых и сортовых особенностей.

Клейковина, отмытая из пшеничного теста, представляет собой сильно набухший резиноподобный комок, состоящий из белков, незначительной части крахмала, липидов и минеральных веществ.

Содержание компонентов клейковины зависит от состояния культуры, ее пригодности к хлебопечению, продолжительности отмывания и ряда других факторов. Сумма белков в клейковине составляет 75-99 %, преимущественно главным образом глиадином (до 15 %) и глютенином (до 42 %).

Значение клейковины заключается в том, что она формирует газоудерживающую структуру теста. При брожении теста отдельные частицы клейковины, набухая, слипаются друг с другом и образуют непрерывную фазу гидратированного белка, в результате чего и образуется компактная, упругая масса теста. Углекислый газ, выделяющийся дрожжами при брожении теста, растягивает клейковину, т.е. разрывает эти связи, увеличивая ее объем, придавая ей ячеистую структуру, которая сохраняется при выпечке, образуя характерную пористую структуру хлебного мякиша.

Качество пшеничного хлеба во многом зависит от свойств клейковины. Клейковина является тестом забивания продукта и деталями легко изменяет свои пластично-упругие свойства под влиянием различных факторов. На свойства клейковины могут оказывать действие, например, активное вентилирование, тепловая сушка, низкие температуры, влияние окислителей, связанное с повышенной загрязненностью зерна и муки, прорастанием зерна и муки, прорастанием зерна и муки, протеолитической активностью, протекающими при замачивании и промывании теста, а также клейковины. Под влиянием высокой температуры клейковина денатурируется, теряет эластичность, становится жесткой, теряет воду, влагоудерживающей. Причем, чем выше влажность зерна, тем чувствительнее оно к тепловой денатурации. Однако если зерно имеет избыток клейковины, то кратковременное тепловое воздействие можно использовать как один из способов ее укрепления.

Укрепляющим действием обладают также различные окислители – непредельные жирные кислоты и некоторые другие вещества. При этом происходит окисление сульфгидрильных (-SH) или пептидных (-CO-NH-) группировок в более тяжелую

для внутреннего слоя, в результате чего кожица на зерновке через лупу имеет синий (3–5-й) или желтый CO N

CO N

молоться, что повышает жесткость всего клейковинного комплекса. К веществам, повышающим упругие свойства клейковины относятся такие как биополимеры, ферменты, ингибиторы, окислительно-восстановительные ферменты, и эндогенные факторы. Цель работы: клейковину "нормального качества", "слабую" "крепкую", "рвущуюся" и др. Качество клейковины определяют различными методами, например, по скорости растягивания клейковины под тяжестью пятиграммовой гирьки. Определение качества клейковины производят также с помощью вискозиметра Аурмана-Воскресенского. В этом случае о механических свойствах клейковины судят по продолжительности опускания навески 3 г клейковины через отверстие сечением 4,0 мм под действием груза 4 г. В нашем же крае для определения пластично-эластичных свойств клейковины применяют пенетрометры различных марок, а также отечественные приборы ПОК-1, ПОК-3А, ИДК-1. С помощью пенетрометров измеряют глубину проникновения в клейковину стандартного тела с погружением и с помощью ПОК-3А и ИДК-1 – скорость ширины клейковины под влиянием известного груза за определенное время.

Для оценки по качеству клейковины от каждого образца берут 3 навески. Из клейковины делают шарик, который кладут под стеклянный колпак и оставляют при определенной температуре на некоторое время. Если была мягкая на зерне, поврежденного клопом-черепашкой, т.е. муки, содержащей активные ферменты, расщепляющие белок, шарик расплывается. Если зерно было нормальное, хорошее, то после отлежки форма шарика практически не изменится. Если зерно было получено из недозрелого зерна, то в этом случае, наоборот, шарик клейковины станет еще более эластичным.

Работа 8.1. Определение физических показателей качества клейковины

За один опыт готовят тесто из 2-х навесок муки по 25 г одного сорта. Одна кусочек теста используют для определения физического состояния зерна и получения клейковины для изучения физических свойств теста, растяжимости и эластичности. Второй для определения сырой и сухой клейковины, степени гидратации и примерного содержания белка в образце.

Приготовление теста из пшеничной муки и получение клейковины

Навеску муки 25 г помещают в фарфоровую чашку, добавляют 14 мл водопроводной воды с температурой 18–20°С. Из этого количества воды 2 мл берут для растворения поваренной соли. Полученное тесто тщательно размять руками и оставить на 20 мин. Для того, чтобы все частицы муки гидратировались водой. Затем от одного кусочка теста отделяется 1 кусочек (около 1 г) для определения фракционного состава белка, а из остатка отмывают клейковину для определения физических свойств теста. Из второго шарика отмывают клейковину, отжимают, взвешивают до 0,01 г и высушивают в сушильном шкафу при температуре 104–105°С. По результатам содержания сырой и сухой клейковины с учетом степени гидратации клейковины – способности клейковины набухать и удерживать воду.

Например: определили 41% сырой и 15% сухой клейковины. Степень гидратации составит: (41–15) · 100 : 15 = 173%. Приблизительное содержание белка: умножить 15% сухой клейковины · 5,4 = 15·5,4=81%.

Приготовление теста из муки ржи и клейковины и получение клейковины

Навеску 25 г такой пластичной муки поместить в чашку, добавить 14 мл теплой воды температурой до 50°С, замесить тесто и сбалансировать клейковину. После отлежки теста в течение 2 часов при температуре 15-50°С отмыть клей-ковину. В остальном поступают так же, как с клейковиной пшеницы.

Получение клейковины

После отлежки, через 20 мин, кусочек теста поместить в стеклянный цилиндр с холодной водой и отмыть клейковину от крахмала и другим веществ. отрезая тесто в воду и разминая его пальцами. Отмытый кусочек осторожно, чтобы с промывными водами не растерять клейковинные частицы, перенести в другую емкость с водой. Отмытую клейковину с пальцев смыть руками от избытка воды, которая должна быть без мути. Полноту отмывки клейковины от крахмала растворами йода.

Последовательное выделение фракционных белков

Каждый из 4 кусочков теста используется для выделения одной фракции белка, по-разному растворителя. Кусочек теста поместить в стакан, залить 5 мл соответствующего растворителя, раствор полученный раствор профильтровать через бумажный фильтр.

Для выделения различных фракций используют:

альбумины – воду (стандартная),

глобулины – 10% раствор NaCl,

проламины – 70% этиловый спирт,

глютелины – 0,5 % раствор KOH

Для обнаружения белка используют биуретовую реакцию. Для ее выполнения помещают в 4 пробирки по 1 капле каждой фракции белка, прибавляют по 0,5 мл 10% раствора щелочи и по капле, встряхивая, раствор медного купороса до изменения окраски. После этого жидкость встряхнуть и, цвет образовавшихся над осадком будет характерным окрашиванием. Если окраска фиолетовая или синяя – белок есть, если окраска изменилась, как 1% раствор медного купороса – белка нет.

Качество сырой клейковины характеризуют упругостью эластичностью и растяжимостью.

Цвет определяют органолептически и различают терминами "светлая" и "темная".

Растяжимостью клейковины называется ее свойство растягиваться в длину.

Качество клейковины зер-на ржи обычными силами. Берут из нее шарик, который помещают в чашку с водой (t° около 18 °С) на 15 мин и затем определяют не расплывается.

Клейковину растягивают тремя пальцами правой и левой руки и тянут за нейтральный раз-н. Через 10 с до разрыва. Перед окончанием растяжимость и также эластичность, потребляют клейковины не исчезают, а при растягивании не допускают образования клейковины. В момент разрыва клейковины отмечают то место, на которое она растянулась.

Короткая клейковина растягивается до 10 см.

Средняя.....свыше 10 до 20 см включительно.

Длинная.....свыше 20 см.

Эластичность клейковины устанавливают на отдельных кусочках оставшихся после определения растяжимости. Для этого кусочек клейковины растягивают под линейкой приблизительно на 2 см и отпускают. По тому, как скоро восстанавливается первоначальная длина определяют ее эластичность.

Клейковина по эластичности:

хорошая – достаточно хорошо растягивается, а не если и порвется после постепенно восстанавливается до первоначальной длины свыше растягивающей усилия,

неудовлетворительная – клейковина не восстанавливает свою первоначальную форму после снятия растягивающего усилия, обладает высокой упругостью, очень низкими разрывными и после снятия растягивающего усилия быстро сжимается, что характеризует ее как упругую, неэластичную, крошащуюся.

удовлетворительная – занимает промежуточное положение между хорошей и неудовлетворительной по эластичности.

В зависимости от эластичности и растяжимости клейковины разделяются на 3 группы.

I группа – клейковина с хорошей растяжимостью и длиной или средняя по растяжимости.

II группа – клейковина с хорошей эластичностью, короткая по растяжимости.

III группа – клейковина чаще всего эластичная, сильно тянущаяся, прерывистая при растягивании, разрывающаяся на весу под собственной тяжестью, плотная, неэластичная, крошащаяся.

Оформление результатов

1) Заполните таблицы 15,16.

Таблица 15

Физические показатели качества клейковины

Мука	Цвет	Растяжимость	Эластичность	Группа

Таблица 16

Показатели качества белка и клейковины муки

Названия муки	Фракции				Клейковина, %		Степень гидрат.,%	Белок, %
	альбум.	глобул.	проламин	глютел.	сырая	сухая		

2) Сделайте вывод о фракционном составе белка, содержании клейковины в белке, составьте характеристику клейковины, физические показатели качества и сделайте заключение о пригодности образцов к хлебопечению качественной муки.

Лабораторная работа 9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕВОДОВ В ПРОДУКЦИИ ПОЛИВЕЩЕСТВА

Цель занятия. Изучить методы определения содержания углеводов в продукции растениеводства.

Качество клубней картофеля, корнеплодов сахарной свеклы, овощей, фруктов и ягод во многом определяется содержанием углеводов. Их содержание влияет на технологические свойства сырья и готовой продукции. От содержания крахмала в зерне пивоваренного ячменя зависит экстрактивность.

Большая часть сахаров, содержащихся в зрелом или непроросшем зерне, состоит из сахарозы. Сахароза в зерне пшеницы составляет 2–3%, в горохе и фасоли – 1-7%, а зерне – 4-13%. В сахарной свекле и корнеплодах ее количество максимальное – 12-20%. Мальтоза в свободном виде в сухом зерне отсутствует, а появляется лишь в процессе прорастания зерна.

Доля крахмала в зерне и семенах очень высокая. Средние содержание крахмала в зерне кукурузы, риса и пшеницы 60-70%, ячменя – 50-60%. Крахмал находится в клетках эндосперма.

Крахмал определяет консистенцию и структуру хлеба. Целлюлоза вместе с гемицеллюлозами составляет основное количество сырой клетчатки.

Определение содержания углеводов проводят химическими или поляриметрическими методами. Химические методы основаны на восстанавливающих свойствах углеводов.

Все углеводы в зависимости от восстанавливающих свойств делятся на две группы: редуцирующие и нередуцирующие. Первые восстанавливают жидкость Фелинга до кирпично-красной окиси меди. К ним относятся все моносахариды и некоторые олигосахариды, например мальтоза. Нередуцирующие углеводы реагируют с медносегнетовой солью только после гидролиза. К нередуцирующим углеводам относятся сахароза и крахмал.

При определении содержания углеводов химическими методами полисахариды сначала гидролизуют под действием соляной кислоты до моносахаридов, а далее оставшееся их количество методом Бертрана. Сущность метода заключается в способности моносахаридов восстанавливать жидкость Фелинга. После осаждения реакцией с щелочью образуется красная масса, которая обрабатывается серной кислотой и раствором йодида калия в присутствии серной кислоты. Образующийся свободный йод оттитровывается гипосульфитом калия. По количеству затраченного на титрование гипосульфита калия рассчитывают содержание моносахаридов. Для расчета полисахаридов используют поправочные коэффициенты.

При определении сахаров в овощах, фруктах, ягодах получают их водную вытяжку. В одной части вытяжки определяют концентрацию сахаров сразу после приготовления, а в другой после гидролиза соляной кислотой. Содержание сахарозы рассчитывают как разницу между вторым и первым определением.

При определении содержания углеводов поляриметрическим методом полисахариды после предварительного гидролиза разбавленной соляной кислотой, а затем в полученном растворе измеряют угол вращения поляризованного луча света. Величина угла вращения и служит критерием оценки содержания моносахаридов и их концентрации в растворе.

Используя поправочные коэффициенты, рассчитывают содержание полисахаридов.

Содержание сахарозы можно определить на сахариметре, который показывает непосредственное содержание сахара в процентном отношении. Однако и здесь в сахариметр помещают поляризационную трубку с раствором сахарозы. Сахариметр широко используют для определения содержания сахарозы в сахаристых растениях, при рафинировании и сгущении сахарных соков, сиропов, патоки и меда. Принцип работы сахариметра основан на способности растворов сахарозы вращать плоскость поляризации света. Угол вращения зависит от природы оптически активного вещества, длины волны света, толщины слоя раствора, его концентрации и температуры.

соединения неуглеводной природы, широко применяют методы хроматографии, которые позволяют не только разделить смесь на отдельные компоненты, но и количественно определить каждую из них.

Современная ЯМР спектроскопия является мощным инструментом анализа структуры олигосахаридов и используется в подавляющем большинстве исследований. Этот метод позволяет определить состав, взаимное расположение моносахаридных остатков в олигосахариде, их конфигурацию.

Работа 1. Обнаружение углеводов

Все моносахариды, а также дисахариды типа мальтозы, лактозы присутствуют в виде полуацеталей или кетолей группы, являются редуцирующими, т. е. обладают восстанавливающими свойствами. Распространенный в растениях сахароза – не редуцирующее вещество, так как ее молекула состоит из остатков глюкозы и фруктозы, связанных за счет гликозидной группы (полуацетальная группа фруктозы).

Характерная реакция на редуцирующие сахара – реакция восстановления фелинговой жидкости.

Для обнаружения сахарозы необходимо сначала подвергнуть ее гидролизу на глюкозу и фруктозу и лишь затем провести реакцию с жидкостью Фелинга. По количеству закиси меди можно судить о количестве редуцирующих сахаров, как содержащихся в исходном материале, так и образовавшихся в результате гидролиза сахарозы.

Ход работы: исследуемый сироп в отдельных пробирках (примерно 1/4 пробирки) залить теплой водой (50–60°С) на 1/3 и экстрагировать 2–3 мин. Затем содержимое пробирки профильтровать через бумажный фильтр в другую пробирку. Полученную вытяжку разделить на две равные порции. С одной порцией проделать реакцию с жидкостью Фелинга на редуцирующие сахара, во второй провести гидролиз сахарозы с соляной кислотой.

Для обнаружения редуцирующих сахаров, то есть сахаров, имеющих альдегидную или кетонную группу, прилейте к исследуемому раствору равный объем фелинговой жидкости (она будет состоять из 0,5 объема 4% раствора медного купороса и 0,5 объема раствора сегнетовой соли) и нагрейте до кипения. При этом закись меди восстанавливается в красный, нерастворимый в воде кристаллический осадок.

Гидролиз сахарозы. В пробирку с фильтратом добавить 2–3 капли соляной кислоты и нагреть в кипящей водяной бане на 2 мин, затем не вынимая пробирку, осторожно (во избежание вспенивания CO_2 в виде пузырьков) прилить равный объем фелинговой жидкости и вновь довести до кипения.

Оформление результатов опыта

1) Полученные результаты запишите в таблицу 7, отметив количество закиси меди в баллах (по пятибалльной шкале).

Таблица 17

Содержание углеводов в исследуемом материале

Объект	Количество закиси меди	
	без гидролиза	после гидролиза

2) Сделать вывод о присутствии в исследуемых материалах редуцирующих сахаров и сахарозы.

Лабораторная работа 10

СОДЕРЖАНИЕ И КАЧЕСТВО ЖИРОВ В ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Цель занятия. Ознакомиться с методами определения содержания жира в продукции растениеводства. Изучить показатели качества продукции масличных культур. Освоить методику определения йодного числа рефрактометрическим методом.

Ценность масличных культур обусловлена количеством накапливаемого в семенах жира – масла с его качеством. Жир используется для производства пищевых продуктов и технических масел, а также в медицине и парфюмерии.

Содержание жира в пределах сорта изменяется в зависимости от условий выращивания, степени зрелости семян во время уборки урожая (табл. 8).

Таблица 18

Содержание жира в семенах и плодах культурных растений

Культура	Содержание жира,%	Культура	Содержание жира,%
1	2	1	2
Сои	15-23	Мак	46-52
Подсолнечника	24-48	Кунжут	52-65
Льна масличного	34-51	Конопля	31-49
Рапса озимого, яровой	40-47	Рыжика	34-47
Арахиса (земляной)	44-60	Клещевины	36-43
Горчица	35-48	Зерновых	1-8

В растительном жире в небольших количествах содержатся фосфатиды (до 3000 мг% в нерафинированном масле и до 1400 мг% в нерафинированном подсолнечном), стерины (до 1000 мг% в кукурузном и до 4000 мг% в подсолнечном), токоферолы (до 100 мг% и более в сое и кукурузном, до 30 мг% в подсолнечном), флавофосфолипиды, каротиноиды. Жиры некоторых растений могут содержать дубильные вещества, алкалоиды, танкагиды, слизи, эфирные масла и т.д.

Свойства жира характеризуются – консистенцией – плотным – жидким, йодным, кислотным, омыления, эфирным. Значения этих показателей не стабильны и они изменяются при хранении и переработке семян масличных культур, а также при переработке жира. Некоторые из них являются показателями доброкачественности пищевого продукта:

1) **кислотное число** – показывает количество свободных жирных кислот в 1 г жира;

2) **эфирное число** – количество омыляемых спиртов в 1 г жира;

3) **число омыления** – общее количество спиртов в 1 г жира;

4) **йодное число** – количество галогенсодержащих связей в 100 г жира.

Наиболее распространенная масличная культура в нашей стране – подсолнечник. Семя его заключено в прочную плодовую оболочку. Обезжиренный (другой состав) шрот используется как ценный кормовой продукт. Масло хлопка в 1% к массе семени называется госсиполом. Чем выше доброкачественность, тем меньше масла семян и выше питательность, ценность масел.

Для определения содержания жира используют методы:

1) экстракционный;

2) рефрактометрический.

1. Экстракционный метод основан на способности жира растворяться в различных органических растворителях. При обработке растительного материала растворителем обычно извлекаются не только жиры, но и свободные жирные кислоты, пигменты, эфирные масла и другие жироподобные вещества. Полученный препарат (в котором преобладают собственно жиры) часто называется «сырым» жиром.

В качестве растворителя обычно используется этиловый эфир (кроме него: петролейный эфир, бензин, бензол, хлороформ и др.). Растворитель из вытяжки отгоняют, оставшийся сырой жир сушат, взвешивают и пересчитывают в % к исходной массе навески растительного материала. Чтобы в экстракт не попали водорастворимые вещества, исследуемый материал перед анализом подсушивают и в растворителе вода отсутствует.

2. Рефрактометрический метод разработан для ускоренного определения масличности семян при помощи двухкамерного рефрактометра. Метод основан на извлечении жира из семян нелетучим растворителем, показатель преломления которого отличается от показателя преломления жира. По показателю преломления рассчитывают концентрацию жира в растворе.

Работа 10.1. Определение лузжистости семян подсолнечника

Различают три типа семян подсолнечника:

А) грызовой с крупными (13-25 мм) семянками, лузжистость более 50%;

Б) масличный с более мелкими (7-13 мм), короткими, вздутыми, плотно выполненными семенами, лузжистость – 35-40%;

В) межеумок – промежуточный между грызовым и масличным типами подсолнечника.

Для определения лузжистости берут 2 навески семян подсолнечника по 10 г каждая. Навески лущат вручную с помощью пинцета. Лузгу взвешивают с точностью до 0,01%.

Лузжистость определяют по формуле (1):

$$X = \frac{m \times 100\%}{10} = m \times 10, \qquad (1)$$

где X – лузжистость, %

m – масса лузги.

Лузжистость образца рассчитывают как среднее арифметическое из двух определений (табл. 19).

Оформление результатов

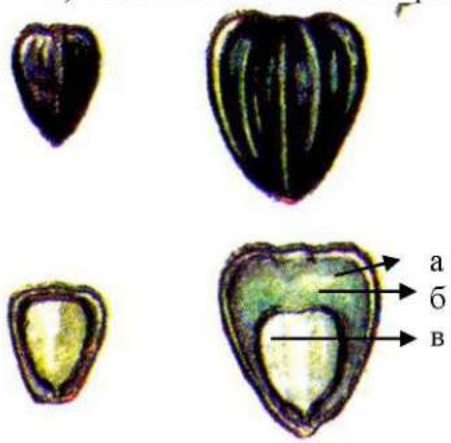
Таблица 19

Лузжистость исследуемых образцов

Образец	Лузжистость,%

1) Сделайте вывод к какой группе подсолнечника относятся предложенные для анализа образцы

2) Каковы особенности строения семени подсолнечника?



Строение семянки подсолнечника:
а – плодовая оболочка – лузга;
б – семенная оболочка;
в – семя

Рис. 25. Семя подсолнечника

Работа 10.2. Рефрактометрический метод определения йодного числа (по А. И. Ермакову)

Насыщенность жира зависит от присутствия в его составе непредельных жирных кислот. Ненасыщенные соединения легко присоединяют по два атома галогена по месту каждой двойной связи. Обычно степень ненасыщенности масла (жира) определяют йодным числом. Йодное число измеряется количеством граммов йода, которое присоединяется к 100 г жира.

Йодное число является одним из наиболее важных химических показателей для масел. Оно позволяет судить о степени ненасыщенности масла, о склонности его к "высыханию", прогорканию и другим изменениям, происходящим при хранении и переработке пищевых и технических масел.

Механизм реакции взаимодействия ненасыщенных жирных кислот с йодом

$$CH_3\text{-}(CH_2)_7\text{-}CH{=}CH\text{-}(CH_2)_7\text{-}CH_3 + I_2 \rightarrow CH_3\text{-}(CH_2)_7\text{-}CHI\text{-}CHI\text{-}(CH_2)_7\text{-}CH_3$$

Рефрактометрический метод позволяет быстро определить йодное число по показателям преломления. Необходимым условием для получения хорошего совпадения результатов этого метода с данными, полученными химическими методами, является определение показателей преломления при 20^0С в маслах.

Ход работы. С помощью рефрактометра определить показатель преломления при температуре 20-25^{0}С. Для каждого образца берут две пробы масла, в которых определяют показатели преломления, делая несколько отсчетов.

Величину йодных чисел вычисляют по формуле, в которую подставляют среднюю величину преломления, полученную для двух параллельных проб масла, взятых из одного образца. Точность определения йодных чисел этим методом зависит от качества масла: наличие примесей в масле влияет на результаты.

Величину йодного числа рассчитывают по формуле (2):

$$X = \frac{(n-1{,}4595)\times 100}{0{,}0118}, \qquad (2)$$

где X – йодное число,

n – коэффициент преломления.

Технические масла имеют йодное число 140-180, а пищевые – 90-140.

Оформление результатов

1) Определите йодное число (табл. 20) у предложенных образцов масла и сделайте заключение о их качестве

Таблица 20

Йодное число исследуемых масел

Масло Подсолнечное (образец №1) Льняное	Коэффициент преломления	Йодное число
Оливковое		
Касторовое		
Оливковое		
Подсолнечное (образец №2)		

2) Используя дополнительные материалы работы характеристику данного растительного масла: отнесите к какой группе по технологии оно относится, его химический состав, сферы области применения.

Задания для самостоятельной работы

Тема ФЕРМЕНТЫ

Ферменты – это специфические биологические катализаторы. Они контролируют скорость различных реакций в живых клетках, регулируют обмен веществ организма в целом. В настоящее время известно около 2000 ферментов. По своей химической природе все ферменты являются белками. Международная комиссия по ферментам делит всех биологических катализаторов, разделяет на 6 классов.

1. Оксидоредуктазы (дегидрогеназы-восстанавливающие ферменты). Катализируют окислительно-восстановительные реакции.

2. Трансферазы (ферменты переноса). Катализируют перенос атомных группировок (остатки фосфорной кислоты, ацильных и метильных групп) от одного соединения к другому.

3. Гидролазы. Группа ферментов, катализирующих расщепление (гидролиз) различных сложных органических веществ на более простые.

4. Лиазы. Катализируют негидролитическое отщепление какой-либо группы от субстрата с образованием двойных связей (или подбор. присоединение групп к двойной связи).

5. Изомеразы. Катализируют превращение органических соединений в их изомеры.

6. Лигазы (синтетазы). Катализируют соединение двух молекул, связанных с расщеплением макроэргической связи в АТФ или других нуклеозидтрифосфатах.

Эти шесть классов делятся на подклассы и группы подклассов. Каждый фермент, кроме рабочего названия, имеет систематическое название и шифр из четырех цифр. Первая цифра шифра обозначает класс, вторая – подкласс, третья – группу подклассов, четвертая – конкретный фермент.

Установлено, что каждый фермент в качестве обязательного компонента содержит белок. Ферменты, состоящие только из белка, называются однокомпонентными. Многие ферменты состоят из двух компонентов: белковой части – фермента и небелковой простетической группы – кофермента.

Специфичность действия ферментов определяется его белковой частью – ферментом. Группа в молекуле фермента, расположенная в активном участке, взаимодействующие между собой и ответственные за каталитическую активность, получили название функциональных групп.

Комбинации различных химических группировок в молекуле фермента, благодаря которым осуществляется его каталитическое действие, называют активным центром. Активный центр может иметь несколько функциональных групп. Ферменты, у которых каталитическая активность зависит только от третичной структуры белка, называются однокомпонентными ферментами.

1) Запишите схему взаимодействия фермента и субстрата.

Рис. 26. Схема взаимодействия фермента с субстратом

3) Объясните схему действия аллостерического фермента

Работа 37. Схема работы аллостерического фермента

Ответьте на вопросы.

1) Каковы особенности работы ферментов?

2) Каково строение ферментов?

3) Какие ферменты называют аллостерическими? Каков механизм их работы?

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ

1. Химический состав клеточной стенки.
2. Химический состав цитоплазмы. Роль и состояние воды в клетке.
3. Аминокислоты. Строение, физические и химические свойства, классификация.
4. Аминокислоты заменимые и незаменимые. Белки. Незаменимые аминокислоты
5. Моносахариды, их строение и функции в растении
6. Запасные формы углеводов. Строение, характеристика
7. Углеводы, классификация, функции
8. Жиры (масла). Строение, физические и химические свойства
9. Липоиды, фосфатиды, липопротеиды, воски. Строение, свойства и функции.
10. Нуклеиновые кислоты, их основные типы. Особенности строения, функции, локализация в клетке.
11. Виды РНК. Места их синтеза. Особенности строения и функции
12. Белки. Особенности их строения, физико-химические свойства, функции
13. Витамины, их классификация. Роль в жизни организма и обмене веществ растений
14. Химическая природа, строение и функции ферментов
15. Ферменты. Активный центр. Активаторы и ингибиторы ферментов
16. Особенности действия ферментов и зависимость от внутренних и внешних условий (температуры, реакции среды, концентрации фермента и субстрата)
17. Ферменты класса I. Оксидоредуктазы. Их роль в дыхании
18. Гликолиз, его химизм, промежуточные и конечные продукты. Энергетическое и метаболическое значение.
19. Аэробное дыхание (цикл Кребса). Энергетическое и пластическое значение.
20. Окислительное фосфорилирование. Дыхательная цепь и ее переносчики. Понятие о физиологической эффективности дыхания. Влияющие факторы
21. Субстраты дыхания. Понятие о дыхательном коэффициенте
22. Фотосинтез. Биологическая характеристика процесса
23. Пигментные системы хлоропластов.
24. Пигменты листа. Химическая природа, оптические свойства, их роль в процессе фотосинтеза
25. Циклическое и нециклическое фотофосфорилирование. Их значение в фотосинтезе
26. Сущность темновых реакций фотосинтеза. Источники энергии для них, исходные и конечные продукты темновых реакций.
27. Понятие о макроэлементах и микроэлементах питания. Значение необходимых растению макроэлементов.
28. Микроэлементы и их значение.
29. Источники азота и его значение в жизни растений. Эффективность различных форм азота в зависимости от состояния растений и внешних факторов.
30. Усвоение растениями нитратной формы азота
31. Усвоение растениями аммиачной формы азота.
32. Аппараты и питание. Состав, значение в системе обмена
33. Первичные аминокислоты, их состав. Синтез, значение в азотном обмене
34. Связь углеводного и белкового обменов веществ. Незаменимые аминокислоты. Реакции переаминирования и их роль в биосинтезе аминокислот
35. Фитогормоны. Их химическая природа, особенности действия в растении
36. Физиологические процессы формирования плода и семян.
37. Конституционные и запасные вещества. Характеристика запасных веществ
38. Роль фитогормонов при прорастании, видимые изменения в ранние периоды
39. Превращения запасных веществ в прорастающем семени. Условия необходимые для прорастания

40. Кислотность суверенных и несуверенных сорняков и подсев
41. Послеуборочное хранение продукции растениеводства
42. Биохимические основы хранения продукции растениеводства
13. Биология питания зерновых культур
11. Влияние внешних условий на биохимический состав продукции растениеводства.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ратников, Н. В. Биохимия растений [Электронный ресурс] : учебник / Н. В. Ратников. – СПб. : ГИОРД, 2012. – 432 с. – URL : http://micant.ru/ref/294047. – Загл. с экрана.
2. Шакуров, А. Д. Биохимия : учеб. пособие [Электронный ресурс] / А.Д. Шакуров. – Оренбург : ОГУ, 2011. – 136с. – URL : http://micant.ru/ref/215293. – Загл. с экрана.
3. Физиология и биохимия растений [словарь терминов и понятий] [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост. В. К. Шумный, Н. Д. Комиссар, Н. В. Пономарев, Т. В. Журавлева. – Оренбург : Издательский центр ОГАУ, 2014. – 144 с. – URL : http://micant.ru/ref/21560. – Загл. с экрана.
4. Петрова, Р. Р. Физиология и биохимия растений [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Р. Р. Петрова. – Якутская государственная сельскохозяйственная академия. – 2012. – 23 с. – URL : http://micant.ru/ref/305866. – Загл. с экрана.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3
Лабораторная работа 1. Химический состав клетки 4
Лабораторная работа 2. Получение раствора растительного белка и изучение его свойств. Определение изоэлектрической точки белков (ИЭТ) 7
Лабораторная работа 3. Ферменты и роль ферментов в обмене веществ 14
Лабораторная работа 4. Ферментативный гидролиз крахмала 19
Лабораторная работа 5. Пигменты хлоропластов и их свойства 23
Лабораторная работа 6. Смещение pH и окислительного потенциала корневой системы при усвоении растением аммиачной и нитратной форм азота 28
Лабораторная работа 7. Разделение запасных белков злаковых и бобовых культур 30
Лабораторная работа 8. Выделение клейковины и оценка ее качества 32
Лабораторная работа 9. Определение содержания углеводов в продуктах питания 36
Лабораторная работа 10. Содержание и качество жиров в продуктах растительного происхождения 38
Биологическая роль минеральных веществ. Зола растений 43
Вопросы для подготовки к зачету 44
Рекомендуемая литература 47

Учебное издание

БИОХИМИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Рабочая тетрадь
для выполнения лабораторных работ

Составители: Царевская В. М., Нечаева Е. Х., Салтыкова О.Л.

Отпечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать 16.04.2018. Формат 60×84 1/8.
Усл. печ. л. 5,6, печ. л. 6.
Тираж 20. Заказ №103.

Редакционно-издательский центр Самарской ГСХА
446442, Самарская обл., п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2
Тел.: (84663) 46-2-44, 46-2-47
Факс 46-6-70.
E-mail: ssaariz@mail.ru

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный аграрный университет»

Н. А. Мельниковa, Ю. В. Степанова

БОТАНИКА

(летняя учебная практика)

Учебно-методическое пособие

Оренбург 2014

[illegible]
[illegible]
М48

[illegible]

Мельникова, Н. А.

М48 Ботаника (летняя учебная практика) : учебно-методическое пособие / Н. А. Мельникова, Ю. В. Стальнова. – Самара : РИЦ СГСХА, 2014. – 1?? с.

ISBN 978-5-88575-?38-8

[illegible]

[illegible]

© Мельникова Н. А., Стальнова Ю. В., 2014
© [illegible], 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее пособие составлено в соответствии с рабочей программой учебной практики для студентов Специальности 35.02.07 Механизация сельского хозяйства, изучающих дисциплину «Ботаника с основами физиологии растений». Данное учебное пособие предназначено для организации учебной практики по ботанике и помогает студентам более глубоко разобраться в естественной среде их обитания. Кроме этого учебная практика по ботанике позволяет студентам научиться определять растения по гербарным образцам и использовать полученные знания в дальнейшей работе.

В данном пособии дается подробное описание работ проведения практики геоморфологических и экологических и климатических особенностей окрестностей города Ростова-на-Дону. Изучение описание ландшафтов и некоторых геоботанических характеристик, дает морфологические особенности основных ботанических семейств. Навыки описывать морфологические признаки растений помогает студентам существенно облегчить работу с ботаническими определителями. В пособие также включены методы сушки растений и подбор и изучение гербарных материалов.

Цель работы – помочь студентам в морфологическом описании растений и систематике растений и гербариях.

В процессе изучения данного учебно-методического пособия у студентов должны сформироваться следующие профессиональные компетенции:

- способность распознавать по морфологическим признакам основные лекарственные, эфиромасличные и декоративные культуры;
- умение работать с гербарными материалами и определять растения может более редкие типы вегетативных и генеративных органов растений, а также их видоизменений;
- умение проводить геоботанические исследования методом пробных площадок.

Данное пособие помогает закрепить знания по морфологии растительных и агроэкологических характеристик различных сообществ растительных ассоциаций, классификации фитоценозов.

1. Краткая характеристика района учебной практики

1.1. Географическое положение и физико-географические условия района проведения практики

Территория с. Усть-Кинельский расположена в зоне лесостепи. За рекой Большой Кинель расположился открытый ландшафт. Данный район характеризуется своеобразным рельефом, климатическими условиями.

Рельеф – сложная система форм, образованная в результате взаимодействия внутренних и внешних процессов. Это, прежде всего, горы, равнины, впадины, плоскогорья, плато, холмы, овраги, балки, речные долины и другие образования. Рельеф сформировался в результате длительного исторического развития территории, изменение которого происходит медленно.

Почвенный покров всех элементов рельефа пестрый. На водораздельных плато почвенный покров характеризуется черноземами типичными выщелоченными. По склонам балок представлены черноземы типичные среднемощные солонцеватые среднесуглинистые на лессовидных породах. На пологих и западных склонах залегают черноземы карбонатные маломощные и намытые, также встречаются солонцы лугово-степные солонцеватые с включением хлора. На террасах реки Большой Кинель преобладают черноземы выщелоченные среднемощные среднесуглинистые. Отдельными небольшими участками в пойме реки располагаются черноземы солончаковатые и солончаковые, солонцы и солоди. Почва реки Большой Кинель характеризуется аллювиальными темноцветными слоистыми и перегнойными, преимущественно тяжелосуглинистыми на мелкозернистых песках.

Климат резко-континентальный с выраженной многолетней сменой температур летнего режима колебаниями дневных и ночных температур, недостатком атмосферных осадков. Большое количество солнечных дней составляет около 400 или с колебаниями от 370 до 470 или, значительная амплитуда сильных ветров. Следует отметить неравномерность выпадения осадков по годам и

почвы с бурыми лесными от северных мягколиственных лесов до южных. Климат территории умеренно-континентальный, муссонный, влажный, с выраженными сезонными изменениями. Зима холодная, с устойчивым снежным покровом и частыми оттепелями, вызванными вторжениями тёплого воздуха с Атлантического океана, который достигает территории Западно-Сибирской равнины. Весна продолжается около одного месяца, лето тёплое и влажное, осень короткая, с ранними заморозками. Период с положительными температурами длится 5 месяцев. Почвы отличаются тем, что имеют примерно в середине апреля, а температура поднимается в конце ноября.

Особенности климата, рельеф равнинного типа отразились на формировании растительного покрова. Растительные сообщества территории разнообразны, они представлены лесными, кустарниковыми и травянистыми растительными группировками.

1.2. Растительный покров

Растения, составляющие растительный покров, развиваются и распространяются соответственно климату, рельефу, почвам. По территории окрестностей мы проходили учебную практику, студенты знакомились с различными экологическими группировками растений и их видовым составом. Наибольшее распространение имеют в данном районе широколиственные леса, состоящие из липы, дуба, клёна, вяза, ясеня. Самый распространенный лес – дубовый, имеющий разнообразие. Каждое сообщество приурочено к определенному типу местообитания.

Самое распространенное сообщество в Кировском районе – это лесные поля, которые встречаются в речных террасах. Они представляют растительный покров в зависимости от характера растений и расположения их по тем или иным участкам перечисленных элементов и факторов. Пример сообщества полевого, образующего доминантами являются по главной комплекс-полосатый овсяница (типчак) с примесью богатого разнотравья. Характерна для этой ветреность эфемеров и эфемероидов не только по злаковые, но и других флористических групп в частности по разнотравью. Отдельные участки степи состоят из ковыля, распространены сложные кустарниковые типы растений.

Лесостепной тип сообщества к речной долине (любой) реки Большой Бикель и прилегающим возвышенностям экологических групп и участков в зависимости от степи (рельеф, почва, увлажненность и др. факторы).

Для грунтов этого типа характерно наличие в составе их органических веществ, не связанных с минеральной частью почвы. Они образуются в речной долине (пойме) – плодородной части речной долины, которой плавно переходит в пологие склоны и прилегающей части поймы и отдельными участками в центральной части ее. На склонах «Каменных» горах и коренных и бурых почв, условно бурых суглинистых – дубравах. В их составе встречаются растительные остатки пыльцы и спор растений, находящихся в составе лесов, встречаются растительные остатки пыльцы полностью или частично сгнивших, оставшихся в почвенных грубогетевых глинах и минералах. Их большим открытым пространством – одним почвенно-географическим образованием с дифференцированным составом органического вещества.

На сильных или сильных участках водораздельного плато и возвышения, на плоских участках склонов при отсутствии или ограниченном поверхностном стоке условий для накопления

В условиях сильного увлажнения пойменных, пресных и речных долин большой влаги развивается мощная растительность со своеобразными для нее экологическими особенностями

2. Описание маршрутов экскурсий и изучаемых объектов

Для того чтобы получить четкое представление о растительности в природе, с учащимися составляется описание растительности в форме краткого группового сообщения, служащего введением к дальнейшим экскурсиям и работам.

Изучаемыми объектами в течение учебной практики в форме экскурсий являются: пойма реки Большой Кинель, полупустынные террасы, балка с Кочетовой горой, тополевые колки, граничащие с балкой. Каждый из указанных объектов характеризуется своими особенностями условий и соответственно распространением растительных сообществ: луг, степь, лес.

2.1. Пойма реки Большой Кинель

Окружающая местность. На начало изучения растительности (рис. 1) карта реки показывает пойму и террасы, которые прорезаются балками, оврагами. Каждая часть характеризуется положением по отношению к реке, элементами поверхности рельефа, укреплением почвы, распространением определенных растений.

В данной работе будут описаны условия формирования растительности реки: скорость течения воды, размеры отложенных частиц в пойме реки Большой Кинель различают 3 типа: песчаные почвы, прибрежно-песчаные, прибрежно-суглинистые. Они не всегда могут быть выражены в пойме. В окрестностях Кинельской пойма почти нет прибрежно-песчаных почв. Наиболее развита в ней средняя зона и хорошо выражена прибрежная.

Для каждой зоны в части поймы характерна определенная растительная группировка по видовой составу и строению.

Инвентаризационные экскурсии. Формирование каждого вида достигает определенного развития, и с ним переходит в речную террасу, а на базе этого вида формируется новый вид. Террасы – горизонтальные или слегка наклонные площади, образующие уступы на склонах местности, сопровождающие течение реки. Долина реки Большой Кинель характеризуется наличием трех террас.

Изучение растительности экскурсии в пределах течения реки Большой Кинель, начиная с первой надпойменной террасы реки Самары, образует большую равнину, на которой расположен город

Кинель и другие селения. Поверхность надпойменной террасы выровненная и лишь местами встречаются старицы, блюдца и мелкие западины.

Вторая надпойменная терраса возвышается над первой и занимает полосу вдоль коренного берега. Она распространяется на много километров, образуя также равнину, где расположена Самарская государственная сельскохозяйственная академия и другие селения.

Третья терраса – пойма реки Большой Кинель (остатки прежнего дна) является наиболее молодой (современной), для которой характерна расчлененность гривами, западинами, ложбинами, проточными и замкнутыми водоемами.

Каждая из перечисленных террас отличается комплексом условий и соответственно характером развития растительных группировок.

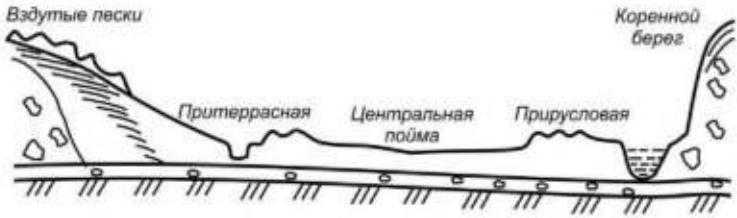


Рис. 1. Поперечный профиль поймы реки Большой Кинель

Пойма реки Большой Кинель (речная долина) является наиболее выраженной формой рельефа, которая сформировалась в результате длительного процесса развития. Она ежегодно затопляется водой реки на тот или иной период времени и имеет специфические элементы рельефа, гидрологические условия, почвенный покров и строение.

Рельеф Кинельской поймы гривистый; выражены гривы и межгривья. Распространены озера-старицы, которые образуются или в результате действия потоков в русле и их отмирания, или в результате эрозионного действия сезонных течений в пойме, или в результате отшнуровывания рукавов реки. Озера-старицы часто образуются вследствие затопления полой водой разнородных понижений на ее поверхности, также имеются протоки и западины. Пойма, сложена аллювием (наносом) разной мощности, что произошло благодаря деятельности водного потока.

Гидрологический режим – сезонное изменение. Климатическая фаза – дождевые воды, атмосферные осадки, почвенные воды, ранневесенний паводок. Для побеги ранней Камчатской Клюквы характерными гидрологическими условиями являются весенние паводковые и дождевые воды.

Весенний паводок и дождевые воды обеспечивают проникновение в почву и обогащение почвенного раствора кислородом, что способствует росту и растительности. Ранняя роза Камчатской клюквы появляется обычно в конце апреля, закончивается в середине июня и проходит две фазы. Первая фаза продолжается 10-25 дней, когда еще полностью бывают Камчатские весенние воды. Уровень воды поднимается до 1,78 м. Вторая фаза продолжается 20–40 дней и характеризуется дождевыми паводками. Уровень воды поднимается до 5,21 м. В середине июня уровень воды снижается до 1,78 м. Цветки розы в это время заливаются с бесточных или проточных озер. Пойма не дает воду никому участку растения – влагу орошения при высоте и обеспечивает. Прямые и обильные дожди способствуют тому, что создаются благоприятные условия для нормального процесса в почве, что достигается затем интенсивное и частичное восстановление растительности. Полный набор водных ресурсов обеспечивает условия для развития продуктивной растительности.

Пригодные воды для Камчатской клюквы, в зависимости от развития плоского рельефа, распределяются по различной глубине. Так в прибрежной части глубина до около 3 м, а более к реке она выходит на поверхность с вида хорошо кислой. Наиболее удобными для выращивания являются полуторные участки, так как они подвергаются под грунтовыми водами от 5 до 6 м. Особенно удобными также являются участки от реки, здесь пресные воды близко и отличается тем, обеспечивает постоянный водный режим на корневой зоне.

Неблагоприятный водный для Камчатской клюквы климатический. Летняя засуха в первое время не препятствует запасу воды в почве, хотя и имеет большое значение для развития нормальной растительности.

Зимой в любых типах на почвах существенной опасности не представляет запас воды в почве так как быстро начинается таяние. Поверхностные воды стекают с торфа, сорняков по руслам березовых весной идут на снижение зеркала.

Почвы горно-луговые. Для почв характерно наличие дернового горизонта, богатого органическим веществом и корнями трав, образующего плотный войлок, который плохо пропускает воду.

Подзолистые дерновые почвы развиваются под хвойными лесами – ель, пихта, кедр. Они отличаются кислой реакцией среды, малым содержанием гумуса, тяжелым механическим составом, отсутствием почвенной структуры. Такие почвы характерны для северной части предгорной зоны, где преобладают кислые породы.

Дерново-карбонатные почвы развиваются на карбонатных породах. Они характеризуются наличием дернового горизонта, богатого органическим веществом и карбонатами. Более молодые разности называются дерновыми, а старые – дерново-карбонатными. Они связаны с разными лесными растительными ассоциациями. Более старые почвы имеют слабокислую реакцию среды, легкий механический состав, хорошую структуру.

Черноземы выщелоченные и оподзоленные почвы развиваются на карбонатных породах. Они характеризуются наличием дернового горизонта, богатого органическим веществом и карбонатами. Более молодые разности называются дерновыми, а старые – дерново-карбонатными. Они связаны с разными лесными растительными ассоциациями. Более старые почвы имеют слабокислую реакцию среды, легкий механический состав, хорошую структуру.

Черноземы выщелоченные и оподзоленные почвы развиваются на карбонатных породах. Они характеризуются наличием дернового горизонта, богатого органическим веществом и карбонатами. Более молодые разности называются дерновыми, а старые – дерново-карбонатными. Они связаны с разными лесными растительными ассоциациями. Более старые почвы имеют слабокислую реакцию среды, легкий механический состав, хорошую структуру.

Почвенный покров характеризуется высокой степенью пестроты. Это обусловлено сложным рельефом, разнообразием почвообразующих пород, растительности, а также деятельностью человека.

Почвенный покров характеризуется высокой степенью пестроты. Это обусловлено сложным рельефом, разнообразием почвообразующих пород, растительности, а также деятельностью человека.

Почвенный покров характеризуется высокой степенью пестроты. Это обусловлено сложным рельефом, разнообразием почвообразующих пород, растительности, а также деятельностью человека.

Надпойменные террасы представлены степями, остепненными лугами, разнотравно-ковыльными (с обильным участием ковыля перистого) и злаково-разнотравными лугами. Растительность эфемеров и эфемероидов богатая, помимо ковыля перистого, здесь произрастают и другие виды, включенные в Красную книгу Республики Коми. Из растений, встречающихся под культурные посевы, встречаются типичные для данной территории виды: пырей ползучий, костер безостый, мятлик луговой и др. К обычным представителям флоры обитают сорные преимущественно растения: горец птичий, марь белая. Отдельные участки сбиты и уплотнены, что связано с выпасом скота. Также имеются благоприятные для развития солянковых растительных видов с обилием участков обычно мерзлотных почв, кочек или пучения грунтов, чаще в пониженных, плоских элементах.

2.2. Балка «Каменный перог»

Территория характеризуется г. Усть-Кинельский протяженностью и балками, впадающими в систему рек большой Кинель. Одной из больших и древних по происхождению является балка «Каменный перог». Знакомство с объектом балка «Каменный перог» среднего. Этот период учебной практики продолжается с июня по июль. Балка относится к типу эфемеров и эфемероидов, по флористическому составу, по результатам приспособления к различным условиям среды. Понятие балка перог неоднозначно.

Балка – сухое или временно водоносное ущелье, овраг, промоина, а также любое искусственное сооружение (канал, траншея и т.п.), имеющее сходные с ними очертания.

Балка – глубокие протяженные ложбины, создающие сеть относительно крутосклонных падей, не имеющих прямого стока в реки. Достигает нескольких километров в длину и десятков метров в глубину и ширину. Овраг продолжает свое развитие – это деятельная часть поверхности, которая постоянно меняется.

Овраги принадлежат к образованиям эрозионным. Они могут возникать в широком естественном виде воздействия человека, с целью отвода, накопления и использования поверхностных вод. Эрозионные процессы в пределах растительного покрова переходят к росту оврагов, а также к возникновению балок.

Балка «Каменный перог» расположена по правому направлению, на северо-западе от реки Большой Кинель и имеет

в верховье распространены мезофитные, гигрофитные и гидрофитные виды растений. Встречаются: осока черная, ожика волосистая, тростник обыкновенный, частуха подорожниковая и др.

Склоны балки характеризуются смывом плодородных почв, ярким освещением солнца, недостатком влаги. На склонах в зависимости от экспозиции и расчлененности рельефа развиваются древесные и кустарниковые формы, а также травянистые растения ксерофитной и мезофитной экологической группы. Склоны южной экспозиции бывают заняты степной растительностью (настоящая степь), образуя ковыльно-разнотравные, копеечниково-разнотравные, шалфейно-разнотравные ассоциации. В балке «Каменный овраг» выражены разнообразные условия, в связи с чем, в балке развиваются растительные группировки различных экологических групп. Но в основном в «Каменном овраге» представлены сообщества степь и лес.

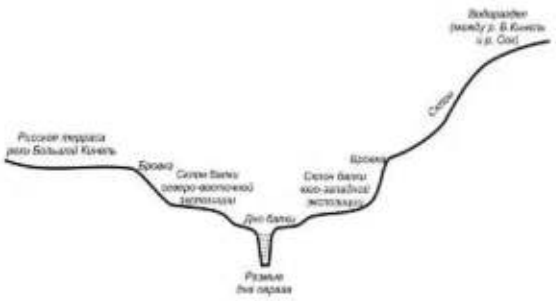


Рис. 2. Поперечный профиль балки «Каменный овраг»

Водораздел – участок земной поверхности, разделяющий водосборные площади (бассейны) водоемов или водотоков. Водораздельная площадь района п.г.т. Усть-Кинельский граничит с балкой «Каменный овраг» и отделяется бровкой. Она занята в основном посевами севооборотов полей учебного хозяйства, лесопосадками, залежами. Некоторые участки подвержены прогону и выпасу скота. Рельеф выровненный, почвы карбонатные черноземы; в некоторых местах выходят на поверхность материнские породы. Соответственно условиям и использованию на участках водосбора группируются растения. На залежах распространяется типичная степь с преобладанием шалфея поникающего, полыни австрийской, ковыля волосатика и других видов. В посевах и лесопосадках произрастают сорно-полевые растения, которые также составляют разнотравные ассоциации.

3. Основные понятия экологии и геоботаники. Экологические факторы

Экология — это раздел ботаники, изучающий строение и жизнь растений в связи с конкретными внешними условиями, средой их обитания.

Об условий существования и их различных растений дают фитоценозы и сообщества растений в целом. Растительность поверхности планеты все растения их этих типов их растительного покрова.

Глубокой связью изучение взаимодействия между организмами растениями и внешними условиями — одна из основных задач в науке об урожае. Только тогда, когда мы познаем те или иные условия на растения, умелый подбор их даст возможность управлять ростом и развитием растений, получать высокий урожай. Большой вклад в создание экологии внесли

Среда обитания растений — это совокупность воздействующих на растения. Их называют экологическими факторами. Их обычно объединяют в следующие основные группы:

- климатические (свет, тепло, вода),
- эдафические (почвенные условия),
- биотические (растения, животные).

При изучении влияния экологических факторов на растения нужно всегда помнить, что они действуют не изолированно, а совместно, комплексно. Поэтому при изучении влияния на растения какого-то отдельного фактора необходимо учитывать, что это фактор в природе не остается постоянным. Он изменяется в разные времена года и в отдельные годы. Действие экологических факторов на растения зависит от географических условий, где растения произрастают.

В районах производства особенно большое значение имеет вода.

Не рассматривая подробно все экологические факторы и влияние их на растения, рассмотрим кратко влияние воды

3.1. Группы растений по отношению к обеспеченности водой

По отношению к обеспеченности водой растения делятся на четыре основные группы: гидрофиты, гигрофиты, мезофиты и ксерофиты.

Гидрофиты — водные растения: одни из них полностью погружены в воду, другие частично в воде. В связи с такими условиями местообитания у гидрофитов слабо развиты механические и проводящие ткани. Так, например, стрелолист обыкновенный имеет разные формы листьев: подводные — сильно рассечённые, нитевидные, плавающие — со стрелолистными пластинками, черешковые. К этой группе растений, кроме стрелолиста, относятся два растения из семейства кувшинковые, кувшинка белая (часто называемая белой водяной лилией) и кубышка желтая. У этих растений крупные, плавающие на воде листья, и крупные, крупнее листьев, цветки. Кубышка желтая, в отличие от кувшинки белой, частично подводная. Реже встречаются белые объединённые, плавающие, прикреплённые к дну, растения из другого семейства.

Гигрофиты — растения, обитающие на влажных местообитаниях: по берегам пресных водоёмов, болот, в переувлажнённых местах. Корневая система у них развита слабо, надземная часть испытывает недостаток воды в весенний период, при цветении растения. Листья у них цельные, очень редко сильно рассечённые, почти черешковые, почти листья и другие. Среди гигрофитов: калужница болотная, калужница ядовитая, калужница болотная, калужница болотная и другие. Иногда калужница болотная является и гидрофитом.

Некоторые растения имеют как водные формы, так и наземные, относящиеся к гигрофитам. К ним относятся стрелолист обыкновенный, калужница болотная, горец земноводный и другие.

Мезофиты — растения достаточно, но не избыточно увлажнённых мест. К ним относятся большинство луговых травянистых растений из семейства злаковые (злаки полевица, лисохвост луговой, ежа сборная, мятлик луговой, тимофеевка луговая, костёр безостый и другие).

Из семейств сложноцветные (одуванчик лекарственный, василёк луговой, ромашка аптечная, пижма обыкновенная, мать-и-мачеха обыкновенная), бобовые (клевер ползучий, клевер средний, люцерна посевная, вика мелкая, горошек мышиный и другие). Из других семейств наиболее часто встречаются подорожник большой, подорожник ланцетолистный, подорожник

подмаренник [illegible], [illegible] [illegible], [illegible] обыкновенный, [illegible] и другие.

Ксерофиты – растения сухих [illegible] и [illegible], приспосабливающиеся к условиям постоянного или сезонного недостатка влаги. Они имеют различные приспособления для выживания в засушливых условиях. К ним относятся [illegible] ([illegible]), опушение листьев, мощная глубоко проникающая корневая система или образование большого количества мочковатых корней, восковой налет на листьях, жесткие узкие листья, редукция листьев и другие особенности. Кроме того, есть целый ряд анатомических и физиологических приспособлений. К ксерофитам относятся: ковыль Лессинга, ковыль перистый, ковыль узколистный, овсянец [illegible] или типчак, келерия тонкая, житняк гребневидный, полынь австрийская и другие виды полыни, [illegible], [illegible] и другие. [illegible] песчаных [illegible] или [illegible] других [illegible] и [illegible] другие виды.

К особой группе ксерофитов относят суккулентные растения. Они [illegible] – [illegible], как, например: кактусы или листовые суккуленты: агава, алоэ, очиток.

В районах проведения учебной практики таких растений мало. К ним относятся очиток едкий, очиток [illegible] [illegible].

В районах с засушливым климатом особую группу растений, не являющихся ксерофитами, составляют эфемеры. Это однолетние мелкие растения с очень коротким вегетационным периодом. Они успевают пройти весь свой цикл развития ранней весной, когда в почве много влаги. После образования семян эфемеры погибают и сохраняются [illegible] в виде семян. К ним относятся [illegible] [illegible], [illegible] [illegible], [illegible], [illegible], крупка [illegible], [illegible], [illegible], мортук [illegible], мортук пшеничный и другие.

Встречаются также [illegible] растения – [illegible]. Их называют [illegible] ([illegible]). Это обычно многолетние растения [illegible] лука, тюльпаны, [illegible] или [illegible]. Они цветут весной и после отцветания сохраняются

к почве к коду покрыты корнями или клубней. Самый небольшой
прибыль получает с почвой и сорняки при посеве и уходе приме-
нение удобрений (или клубней). Клубни злаковых культу-
ний так называемый тропики. Кислотность почвы
хлопка, гаолера и другие.

Древесный ярус или высокий ярус – это растения, которые
ствол форму растений, высота которых больше – деревья и кус-
кустарники и кустарники. Это растение приспособ-
тает обычно на открытых местах и имеет защитное приспособле-
ние от действия сильных солнечных лучей, листья расположены в
самое положение, уменьшающее испарение воды.

Почвенный покров – это растительный покров на поверх-
растения, условия произрастания. Особенно разнообразен
по открытых районах. В степной зоне, в том числе и в районе
проведения учебной практики, выработались формы растений -
ксерофиты. Это растение растения имеют форму подо-
ванного листа, имеющего слабый кожаный покров, защищающий
от потери испарения. Растения, приспособленные
к почве, растут на почвах, богатых
солями. К растениям, которые растут на почвах, богатых солями,
относятся: растения пустынь и
солянка, колосок бородатый, солянка, кермек, полынь, солянка
и другие.

3.2. Жизненные формы

В результате совокупного влияния всех факторов и
условий существования в природе сложились жизненные
формы растений.

Жизненная форма – это внешний облик растительного орга-
низма, изменяющийся исторически и связи с изменением окружа-
ющей среды.

Единой классификации жизненных форм нет. В настоя-
щее время чаще всего применяется классификация датского бота-
ника Раункиера. В основе ее – приспособленность растения к пе-
реживанию неблагоприятных условий, сезонность вегетации
и форму, в которой растение переносит неблагоприятный период.

По этой классификации выделяются пять основных типов жиз-
ненных форм растений:

1) фанерофиты (деревья – открытый, с почками) – деревья и

кустарников, почки возобновления защищены чешуйками (они возобновления – у травянистых растений), куда и на зиму их прячут листья (опадающие)

2) Хамефиты (хамай – низко, фитон – растение) – низкие кустарники, кустарнички и полукустарники. Почки возобновления находятся на надземных частях побегов, но зимой они покрыты снегом (вечнозеленые)

3) Гемикриптофиты (гемисо – наполовину, скрыто, фитон – растение) – многолетние травянистые растения. Надземные побеги отмирают, почки возобновления находятся в прикорневых частях побегов, на уровне поверхности почвы, а зимующие органы скрыты под снегом (луговые растения)

4) Криптофиты (криптос – скрытый) – многолетние травянистые растения. Подземные побеги (корневища, клубни, луковицы), почки возобновления находятся в почвенных органах (клубни, луковицы, корневища (водные растения – кувшинка, кубышка, стрелолист, рогоз, камыш), клубни (картофель), луковицы (лук, тюльпан))

5) Терофиты (терос – летний, фитон – растение) – однолетние травянистые растения с опушенностью по типу всего растения и подземными органами. Зимующие почки не закладываются, переживают только семена. К ним относятся многие сорняки (лебеда, марь, осот) и культурные растения

Есть и другие классификации жизненных форм. Наиболее полно используется классификация, основанная на внешней форме растений и называется она физиономической классификацией по линней классификации выделяют следующие формы

1) Деревья. Многолетние растения имеют четко выраженный древесный стебель (главный ствол) и боковые побеги, обычно больше по высоте от земли до ствола и более мягкие. Главный ствол имеет сильный прирост стеблей в толщину (дуб, береза, ель, сосна и другие)

2) Кустарники, среди которых отсутствуют как ярко выраженный главный ствол, так и слабо выраженный, которые начинают ветвиться у самой поверхности почвы. Высота их не превышает 3-5 м (ирга, сирень, крыжовник, жимолость и другие)

3) Кустарнички. Отличаются от кустарников по общим небольшим размерам – не более 50 см (брусника, черника)

4) Полукустарники. Отличаются от кустарников. Отличаются тем, что побеги не только в нижней части деревенеют, покрываются пробкой и на зиму отмирают. Средние и верхние части побегов на

ему относятся одно- и двулетние. К ним относятся многие культурные растения, используемые человеком в пищу.

б) Растения – «монахи» и «Время» растения приобретают форму плотного шара (подушки), внутри которого сохраняется равномерная температура, предохраняющая растение от замерзания. Такая плотная форма характерна для растений высокогорных (альпийских) и полярных областей (например, камнеломка, остролодочник).

в) Суккуленты (сочные растения), отличаются тем:

г) Лианы (деревянистые и кустарниковые). Стебель очень длинный, гибкий, не способный удерживаться в вертикальном положении самостоятельно. В качестве опоры лианы используют другие растения, обвивая или цепляясь усиками, листьями, корнями. Лианами богаты тропические леса, плюс влажных субтропиков.

д) Эпифиты-«воздушники». Они растут на поверхности других растений, в трещинах коры и на ветвях, иногда образуют плотные подушки. К ним относятся многие тропические растения.

е) Деревья. Проходят полный жизненный цикл в течение очень многих лет (иногда сотен и тысяч). Корень, ствол и крона хорошо развиты, имеется камбий, механические ткани, суберин, опробковение, долго живут, многолетние корнеплоды и клубни.

ж) Однолетники. Жизненный цикл не длится один вегетационный период. К ним относятся многие культивируемые растения и ряд сорных и дикорастущих (чаще пустой или овсюг, овсяный обыкновенный или куриное просо, щавель полевой, марь белая, щирица запрокинутая, горец вьюнковый и другие).

3.3. Понятие о растительности, флоре и растительных сообществах

Растительность – совокупность растительных сообществ (фитоценозов) на данной территории. Может покрывать и работать в целом только шара или какой-либо страны с такой областью работы и т.д. Объектами изучения о растительности являются естественные группировки растений (леса, степи, луга, болота и другие).

Флора – совокупность систематических единиц (вышестоящих, родов и видов) определенной территории

По-видимому растительность нижнего палеозоя в флоре и среднего палеозоя (карбон) вся эта зональность выражается в виде Ангарской области, Камчатской области и Центральной соответствует своя флора, сохранившаяся флора сохранилась на протяжении всей истории Земли.

Учение о растительных сообществах — одна из отраслей биогеоценологии. В нем изучается взаимосвязь растений на данном участке, их влияние друг на друга, видовой состав растительности и окружающей среды, генезис данного состава. Учение о растительных сообществах имеет большое теоретическое значение для понимания сущности взаимодействия организмов.

Это определение конкретного понимания растительного покрова является основным в работах многих геоботаников (от греческих слов Лог — растение, Бейся — общий).

Естественные растительные сообщества не случайные объединения растений, они складываются исторически и представляют собой

Каждое растение является всякая конкретная группировка растений на всем протяжении земного пространства относительно однородная по внешности, флористическому составу, строению и условиям существования и характеризующаяся определенной системой взаимодействий между растениями и средой обитания.

Совокупность компонентов растений в фитоценозе подбирается в процессе длительного исторического развития, они отличаются не только видовым составом, но и внешним видом. В силу чего уже на расстоянии можно определить, что перед нами, луг, болото и так далее.

Луг — это крупное растительное сообщество, не может быть хвойным и лиственным. Хвойные или лиственные по составу, сухие и т.д. Все они сильно различаются по составу растительных сообществ от иных растений.

Растительному сообществу можно считать всякий лес, степь и т.д., а также растительным сообществом называется и конкретный участок леса или луга, которые исследуются. Термин растительное сообщество не имеет такого значения и употребляется для обозначения растительных группировок различного объема. Каждое сообщество связано с определенными местообитаниями. В сходных экологических условиях фитоценозы

передвигаются. Так, на [illegible] встречаются обычно в поймах рек. Строение таких фитоценозов с одной стороны устойчиво, с другой стороны изменяется и [illegible]. Можно говорить только об относительном постоянстве их.

Устойчивость фитоценоза подтверждает тот факт, что они [illegible] после [illegible] или уничтожения. Например, после распашки степи образовавшаяся залежь постепенно возвращается к исходному типу степи. В то же время фитоценозы медленно изменяются, переходят одна стадия в другую и в конце концов, переходят в другие фитоценозы.

[illegible] значение фитоценозов велико. На [illegible] изучения их устанавливают [illegible] и сельскохозяйственную ценность лесных площадей, кормовых угодий (луговых, сенокосных, пастбищных), водных [illegible] и др. Можно [illegible] по фитоценозам [illegible] и т. п.

Каждый фитоценоз в процессе формирования приобретает определенное строение, которое характеризуется рядом характерных [illegible] признаков. Основными признаками фитоценоза являются следующие: флористический (видовой) состав, ярусность (вертикальное строение), численное обилие видов, проективное покрытие, жизненность, фенологическое состояние. Краткое понятие этих признаков фитоценоза и методы учета их рассматриваются в следующей главе. При необходимости [illegible] фитоценоза [illegible]. Так называется внешний вид (внешность, облик) фитоценоза.

Сущность всех признаков фитоценоза и значение их [illegible] изучения излагается в теоретических курсах ботаники и геоботаники.

3.4. Понятие о растительных ассоциациях

Растительные сообщества [illegible] бывают сходны между собой, и тогда они объединяются в более крупные единицы – ассоциации. Практикой работы вызвана необходимость классифицировать все разнообразие растительных сообществ.

Таких [illegible] –

об-ранному).

Основным видом фитоценотических отношений в фитоценозах – растительных сообществах является борьба за существование, которая выражается в виде фитоценотических отношений растительных видов.

Ассоциацией называют сообщество участков растительного покрова, однородных по флористическому составу, структуре, сходной физиономии и относительно однородных условиях местообитания. Ассоциации растений различают по доминантам (преобладающим видам растений). Под доминантными травами растений обычно понимают те, которые представлены большим количеством экземпляров и дают большое проективное покрытие. Могут быть и содоминантные виды. В русском языке используют прилагательное «сосновый» (сосновый лес), но не «сосновое» место. Вместо этого употребляют существительное. Кроме того, в скобках обязательно указывают в виде прилагательных доминирующие растения второго (и третьего, иногда четвертого) яруса. Для полной характеристики ассоциации называют доминирующие растения по каждому ярусу в относительности ярусы отделяются друг от друга знаком тире (–).

Примеры записи названия ассоциации: *Festuca sulcata* + *Stipa lessingiana* – дерновинно-злаковая ковыльно-типчаковая; *Salix alba* + – *Agropyron repens* + *Festuca rubra* + *Artemisia austriaca* – *Kyrea hyperecifolia*.

По типу взаимосвязи от рельефа может быть несколько ассоциаций. В лесостепной части может быть выражена костровая ковыльная (доминирующий вид Костер безостый или Ковыль перистый). Ее сукцессия, в которой роль доминантов играют безостые растения, может быть двух: бобово-злаковая ковыльная. Кроме в пойменных местах – полынная ковыльная, а также ковыльно-типчаковая – типчаковая ковыльная.

Следует иметь в виду, что названия ассоциаций не должны быть однотипными с названиями, данными при проведении отчетных отделов, лесничеств, заповедников и т.д. Поэтому и используются русские названия. Ботаника часто отражает в них преобладание тех или иных экологических и биологических групп растений, а не любой один определенный признак какой-либо отдельно взятой части.

Прилагательные русских названий ассоциаций пишутся согласно правилам. Правила их написания не отличаются от

[illegible]

4. Методика геоботанических исследований. Типы геоботанических исследований

Типы исследований и их содержание бывают разными в зависимости от задач, от времени, от имеющихся средств, от личного интереса. Все они могут быть подразделены на четыре категории: рекогносцировочные, маршрутные, детальные и стационарные. Чтобы ориентироваться в выборе той или иной глубины исследований и соответственно расширении территории, кратко охарактеризуем все эти типы работ.

Рекогносцировочные исследования. При этих исследованиях задача состоит в том, чтобы определить территорию, установить почвы, температуру и влажность и их распределение, а также растительного покрова, установить связь между растительным покровом, элементами рельефа, почвами и др., определить основные закономерности и формации, дать им общую характеристику.

Маршрутные исследования проводятся более широкой сетью, сравнительно с предыдущим. Здесь, при сравнительно больших расстояниях между маршрутами, выше задача углубленного изучения растительности и ее взаимоотношений с условиями среды. Это достигается путем более детального описания растительности. Результаты определений маршрут. составляются за некоторое время в том или ином пункте и представляют уже известное количество времени (несколько часов, дней) для более углубленного изучения. Эти исследования требуются для других целей, этот тип исследования используют на учебной практике.

В результате маршрутных исследований должна характеризоваться основная типология растительности и ее производственное значение. Кроме того, может быть составлена рекогносцировочная.

Детальные маршрутные исследования. Здесь территория, подлежащая исследованию, еще более сокращается. По всему маршруту ведутся детальные описания с использованием пробных площадок. Детальные описания производятся на площадках, заложенных вдоль маршрутов. Материалы по описанию растительности и карты используются для составления детальной схемы растительности всех отмеченных территорий.

Описание методики. Это наиболее трудоёмкий и ответственный этап работы. Перед началом работ на участке проводится детальное ознакомление с его особенностями. Обычно на участке выделяется несколько пробных площадей, размеры которых зависят от однородности растительного покрова. Чем однороднее растительность, тем меньше площадь пробной площадки. Обычно пробные площадки закладываются в виде квадратов или прямоугольников. Их стороны ориентируются по сторонам света. Границы пробных площадок обозначаются колышками, которые нумеруются простым карандашом. Все растения, произрастающие на пробной площадке, подсчитываются и описываются. Для каждого растения определяется его видовая принадлежность, высота, диаметр кроны, состояние (здоровое, больное, усохшее). Также отмечаются наличие плодов, цветов, повреждений вредителями и болезнями.

Данные заносятся в полевой журнал. Для удобства можно использовать специальные бланки или таблицы. Каждая пробная площадка получает свой номер, и все данные по ней записываются под этим номером. Рядом с таблицей делается схематический рисунок площадки, на котором показывается расположение растений относительно друг друга и границ участка.

После завершения работ на пробных площадках данные обрабатываются. Подсчитывается количество растений каждого вида, их средняя высота и диаметр. Вычисляется густота насаждения — количество растений на единицу площади. Определяется процент больных и усохших деревьев. Эти показатели сравниваются с нормативными значениями, чтобы оценить состояние насаждений.

Результаты обследования оформляются в виде таблиц и ведомостей. В них указываются номер пробной площадки, её размеры, количество растений по породам, их средние характеристики. На основе этих данных составляется общая характеристика участка. Она включает описание рельефа, почвенных условий, степени загрязнения территории.

Полученные материалы используются для составления проектов озеленения, планирования ухода за насаждениями, а также для оценки эффективности ранее проведённых мероприятий. Они служат основой для принятия решений о вырубке, пересадке или посадке новых растений.

4.1. Метод участков

При геоботанических исследованиях другим основным методом является метод участков, имеющий много различных вариантов. Он применяется в случаях, когда нужно получить более подробную характеристику растительного покрова. Метод участков заключается в том, что растительность изучается сплошь на определенных площадках — участках. Участки могут быть различной формы и размеров. Чаще всего применяются квадратные или прямоугольные участки площадью от 1 до 100 м². Форма и размер участка зависят от однородности растительного покрова. Чем однороднее растительность, тем меньше может быть площадь участка. Наоборот, на неоднородных участках площадь должна быть больше, чтобы охватить все разнообразие растительности.

Метод участков применяется при изучении лесов, лугов, болот, степей и других растительных сообществ. Он позволяет получить точные количественные данные о составе растительности, ее структуре, динамике. Этот метод широко используется в геоботанике, экологии, лесоведении, луговодстве и других науках о растительности.

Перед началом работ на участке проводится его детальное ознакомление. Выбирается однородный участок, который должен быть репрезентативным для всей изучаемой территории. Границы участка обозначаются колышками или вешками. Размеры участка измеряются рулеткой или мерной лентой. Форма участка может быть квадратной, прямоугольной или любой другой, удобной для работы.

Все растения, произрастающие на участке, подсчитываются и описываются. Для каждого растения определяется его видовая принадлежность, высота, диаметр кроны, состояние (здоровое, больное, усохшее). Также отмечаются наличие плодов, цветов, повреждений вредителями и болезнями.

Данные заносятся в полевой журнал. Для удобства можно использовать специальные бланки или таблицы. Каждый участок получает свой номер, и все данные по нему записываются под этим номером. Рядом с таблицей делается схематический рисунок участка, на котором показывается расположение растений относительно друг друга и границ участка.

После завершения работ на участке данные обрабатываются. Подсчитывается количество растений каждого вида, их средняя высота и диаметр. Вычисляется густота насаждения — количество растений на единицу площади. Определяется процент больных и усохших деревьев. Эти показатели сравниваются с нормативными значениями, чтобы оценить состояние насаждений.

Результаты обследования оформляются в виде таблиц и ведомостей. В них указываются номер участка, его размеры, количество растений по породам, их средние характеристики. На основе этих данных составляется общая характеристика участка. Она включает описание рельефа, почвенных условий, степени загрязнения территории.

На сухих склонах, у подножия цирков и в [illegible] м² размером 5×5 м, или 2,5 м, или 0,5 м, реже значительно, чтобы дать более точную информацию. При использовании площадок размером 100 м² получают полные характеристики растительных сообществ, но все же такой размер слишком велик для того, чтобы удобно их описать. Площадку небольшого размера (10 м²) целесообразно использовать только для очень однородных (1 м²).

Количество площадок определяется в зависимости от целей последующей обработки. Одна площадка в 100 м² и тем более дополнительные 50 м² являются недостаточными результатами, характеризующими сложный покров луговой территории. Площадки закладывают на однородных участках растительности, избегая краев и пространственных.

4.2. Методы описания пробных площадок (принципы группировки и методы их изучения)

Основная пробная площадь – одна из главных задач полевых геоботанических исследований. При описании пробных площадок применяется такой широкий спектр, устанавливается ассоциация, и тем самым является пробная площадка, выявляется пробная площадка. Одним из основных моментов является установление закономерностей, поэтому в этом случае самый ровный будет иметь большое значение.

Для успешной работы важно четко видеть маршрутов, участки выделить основные, надо будет знать точно, например, состав на всей площади, а не большого количества, чтобы – не пропустить, и видеть в совокупности. Все основные объекты должны [illegible] фитоценотическую [illegible] карту, и иметь построен участок другая в виде полигона, третья – темно-красного и т.д. Эти участки и служат основными объектами исследования и здесь закладываются пробные площадки. Естественно, что участки с однородной растительностью должны отвечать фитоценотической части и определенным условиям произрастания на протяжении всего участка.

Выбрав участок, удовлетворяющий указанным условиям, при помощи рулетки отмеряют площадку 10×10 м и по углам устанавливают [illegible] – деревянные колышки с белыми флажками и т.д. Закладку [illegible] производят [illegible] и 4,5), при которых

к названию гербарной принадлежности и другим данным.

3) Флористическая (ботанико-географическая) часть. Здесь приводят общую картину растительности, указывают, какие растения играют главную роль, какие являются второстепенными, какова приуроченность каждого. Приведем пример описания, сделанного в курсовой работе студентки Саратовского университета Н. Гурьяновой. «Растительность изучаемого участка представлена шестью типами растительности и сорными растениями. Болотистый луг пестрый, но преобладает два цвета: на первом месте стоит белый от таволги шестилепестной и зонтики светло-синими сабельника болотного, а на втором – синий от шлема высокого. На третьем – желтый от лютика едкого и многоцветкового, чистотела, бобовника, первоцвета, но в результате сочетания с подсолнечником растений общий фон остается желтый цвет отушевывается. Довольно много ярких красно-красных пятен мака, который цветет по краю поля (см. с. 43). Эту фразу нужно расположить сразу после описания растительности, а потом только будет приступать к описанию растительности.

3) Флористический (ботанический) состав. Этому параграфу отвечают все виды растений, входящие в состав растительного сообщества. Флористический список может быть очень разнообразным. Учет этого признака довольно прост – нужно записать названия всех видов растений. В тех случаях, когда какое-либо растение неизвестно, необходимо взять данный вид в гербарий и определить его в лаборатории.

При составлении списка первое время рекомендуется списки растений с каждого отдельно взятого участка, а также и для всего маршрута и начинать перечислять растения тех видов, которые являются в первую очередь. Потом уже записываются все растения с высоким проективным покрытием, не забывая при этом и редкие по численности виды (1-2 экземпляра). Список составляется в ходе работы. Занимает большую часть времени. Неплохо список составлять сначала с поверхностной характеристикой работы.

При обработке материала расположение видов в списке будет не в порядке их обилия, а в порядке ведущей экологической группы растений. При учете травяного покрова основными группами являются следующие: злаки, осоки, бобовые, разнотравье, мхи. Если встречаются в большом количестве растения из других групп, то

[illegible] К группе осоковых относят не только растения из семейства осоковых (Cyperaceae), но и растения из семейства ситниковых (Juncaceae).

К разнотравью относятся все виды цветковых растений различных семейств, не относящиеся к вышеперечисленным группам. Можно в [illegible] группе выделить [illegible] бобовые [illegible] виды растений [illegible] группами.

При закладывании дополнительных площадок в 1 м² необходимо составлять флористические списки на каждой из них.

По сравнению составленных списков флористического состава с учетом групп можно судить [illegible].

б) Ярусность. Виды растений, входящие в состав растительного сообщества, располагают свои надземные части на разных уровнях. Это зависит от неодинаковых свойств видов и условий окружающей среды. Надземные части могут располагаться на различной высоте. Таким образом, ярусность показывает расположение отдельных частей растений в зависимости от их размеров. Различается надземная и подземная ярусность, т.е. ярусность корневых систем. Надземная ярусность выражена наиболее четко и часто определяют ее у травянистых растений по трехбалльной и четырехбалльной шкале:

1) высокие растения (стебли злаков и высокого разнотравья);

2) растения второй по высоте величины (стебли более низких злаков, разнотравья и других растений);

3) низкорослые растения;

4) [illegible] и очень низкорослые травянистые растения 1-5 см высоты.

в) Обилие – количество особей того или другого вида растения в пределах данного растительного сообщества. Учет этого показателя может быть проведен точно – т.е. подсчетом числа особей каждого из видов растений. Такой подсчет требует много времени. При необходимости его применяют по отношению к [illegible] или по отношению к доминирующим растениям. В остальных случаях обилие [illegible] глазомерным методом оценки обилия. Рекомендуется при этом такая шкала обилия:

- обильно – очень большое количество экземпляров.

- очень – много экземпляров,
- кое-где – несколько экземпляров,
- редко – небольшое количество экземпляров
- единично – один экземпляр.

Часто применяют метод, используемый учеными Дерулем и Уоминг, основанный на глазомерной оценке обилия.

- Sol (solitaria) – растение растет отдельными экземплярами или группами;
- Sp (sparsa) – растения встречаются в большом количестве, но обилие не дает, иногда обилие общее растения не преобладает, cop¹, cop², cop³, по степени убывания обилия: очень обильно, обильно, довольно обильно;
- Sp (sparsa) – растения встречаются в небольших количествах. Видны на общем фоне других растений преобладающих растений;
Sol (solitaria) – растения встречаются в очень малых количествах. Единично экземпляры.

Иногда еще используется шкала Раункиера – для растений которые по площади встречаются единичными экземплярами. Степень обилия видов определяют с помощью пробной площадки и таким образом общее представление об обилии каждого вида составляется только после ознакомления со всей площадью, т. е. когда список уже составлен. Тогда ставится та или иная цифра.

б) Проективное покрытие. Проективное покрытие – это проекция надземных частей отдельных видов растений на поверхность почвы. Устанавливается оно путем определения той площади, которая покрывается бы, если смотреть сверху, надземными органами данного вида растения и выражается в долях или баллах.

Для точного проективного покрытия предложены некоторые приспособления, но при описании какого-нибудь сообщества в большинстве случаев ограничиваются глазомерной оценкой. Для этого стараются представить себе всю площадь или половину.

Для определения покрытия отдельного вида растений пользуются следующей десятибалльной шкалой:

- балл 5 – растения покрывают от 1 до 1/2 всей площади описания, т. е. покрывают всю пробную площадку или только половину ее (50–45%);

- балл 4 – растения повреждены от 1/3 до 1/4 всей поверхности (31–35%);

- балл 3 – растения повреждены от 1/5 до 1/8 всей поверхности (25–12,5%);

балл 2 – растения повреждены от 1/6 до 1/10 всей площади листовой пластины (12,4–8,5%)

- балл 1 – растения повреждены менее 1/10 всей поверхности (менее 8,5%).

Учет повреждения целесообразно делать в нескольких повторах в 1 м², взяв несколько таких площадок.

б) Фенологические наблюдения. Фенология – учение о сезонных явлениях в жизни растений. Сезонное развитие растений в основном определяется периодами, когда прекращается движение, цветение, плодоношение и обновление. В пределах каждого из этих периодов выделяются более мелкие и более четкие фазы.

Перечень отдельных фаз:

• период вегетативного состояния

- зимующий период 1 – растение находится в состоянии покоя, редуцированы все органы;

- вегетативный период 2 – обновление листьев, появление молодых побегов (или клубней, усов)

- отмирание надземных органов 3 – растения отмирают,

• период цветения

- период цветения 1 – появление бутонов

- период цветения 2 – зацветание (бутоны появляются на растении),

- период цветения 3 – полное цветение, во время которого все цветки должны быть открыты, то цветки преобладают;

- период цветения 4 – отцветание (завершение цветения и опадание),

• период плодоношения и обновления:

- период плодоношения 1 – начальная фаза образования плодов, но все еще зеленых;

- период плодоношения 2 – созревание плодов, когда они начинают изменять окраску и приобретают характерную для данного

- период плодоношения 3 – зрелые плоды;

- период плодоношения 4 – обсеменение

Фитопатологическая оценка сортов картофеля проводится в полевых условиях при естественном или искусственном заражении растений возбудителями болезней. Для этого используют специальные питомники, расположенные на участках, где в предыдущие годы возделывали картофель, пораженный фитофторозом, вирусными болезнями, раком, паршой и другими болезнями.

Оценка устойчивости растений к фитофторозу проводится в полевых условиях при естественном заражении растений спорами возбудителя болезни, которые переносятся ветром с инфицированных растений. Для усиления инфекционного фона растения опрыскивают водной суспензией спор гриба.

Растения оценивают по 9-балльной шкале:

9 баллов – растения не поражаются фитофторозом;

7 баллов – растения поражаются фитофторозом слабо (до 10% площади листьев);

5 баллов – растения поражаются фитофторозом средне (до 25% площади листьев);

3 балла – растения поражаются фитофторозом сильно (до 50% площади листьев);

1 балл – растения поражаются фитофторозом очень сильно (более 50% площади листьев).

Устойчивость клубней к фитофторозу определяют по степени поражения клубней гнилью после искусственного заражения спорами возбудителя болезни. Для этого клубни моют, обсушивают, разрезают на пластинки толщиной 1 см и помещают в чашки Петри на фильтровальную бумагу, смоченную водой. На каждую пластинку наносят 0,1 мл суспензии спор гриба. Чашки Петри с пластинками клубней помещают в термостат при температуре 18–20°С на 7–10 дней.

Устойчивость клубней оценивают по 5-балльной шкале:

5 баллов – клубни не поражаются гнилью;

4 балла – клубни поражаются гнилью слабо (до 10% площади пластинки);

3 балла – клубни поражаются гнилью средне (до 25% площади пластинки);

2 балла – клубни поражаются гнилью сильно (до 50% площади пластинки);

1 балл – клубни поражаются гнилью очень сильно (более 50% площади пластинки).

Устойчивость растений к ризоктониозу оценивают по степени поражения подземных органов растений склероциями гриба. Для этого растения выкапывают, отмывают от почвы, осматривают и оценивают по 5-балльной шкале:

5 баллов – растения не поражаются ризоктониозом;

4 балла – растения поражаются ризоктониозом слабо (до 10% площади органов);

3 балла – растения поражаются ризоктониозом средне (до 25% площади органов);

2 балла – растения поражаются ризоктониозом сильно (до 50% площади органов);

1 балл – растения поражаются ризоктониозом очень сильно (более 50% площади органов).

Устойчивость растений к парше обыкновенной оценивают по степени поражения клубней струпом. Для этого клубни моют, обсушивают, осматривают и оценивают по 5-балльной шкале:

5 баллов – клубни не поражаются паршой;

4 балла – клубни поражаются паршой слабо (до 10% площади клубней);

3 балла – клубни поражаются паршой средне (до 25% площади клубней);

2 балла – клубни поражаются паршой сильно (до 50% площади клубней);

1 балл – клубни поражаются паршой очень сильно (более 50% площади клубней).

Устойчивость растений к вирусным болезням оценивают по степени проявления симптомов вирусных болезней на листьях и стеблях растений. Для этого растения осматривают в полевых условиях и оценивают по 5-балльной шкале:

5 баллов – растения не поражаются вирусными болезнями;

4 балла – растения поражаются вирусными болезнями слабо (до 10% площади листьев);

3 балла – растения поражаются вирусными болезнями средне (до 25% площади листьев);

2 балла – растения поражаются вирусными болезнями сильно (до 50% площади листьев);

1 балл – растения поражаются вирусными болезнями очень сильно (более 50% площади листьев).

Устойчивость растений к раку картофеля оценивают по степени поражения подземных органов растений опухолями гриба. Для этого растения выкапывают, отмывают от почвы, осматривают и оценивают по 5-балльной шкале:

5 баллов – растения не поражаются раком картофеля;

4 балла – растения поражаются раком картофеля слабо (до 10% площади органов);

3 балла – растения поражаются раком картофеля средне (до 25% площади органов);

2 балла – растения поражаются раком картофеля сильно (до 50% площади органов);

1 балл – растения поражаются раком картофеля очень сильно (более 50% площади органов).

Устойчивость растений к золотистой картофельной нематоде оценивают по степени поражения корней растений цистами нематоды. Для этого растения выкапывают, отмывают от почвы, осматривают и оценивают по 5-балльной шкале:

5 баллов – растения не поражаются золотистой картофельной нематодой;

4 балла – растения поражаются золотистой картофельной нематодой слабо (до 10% площади корней);

3 балла – растения поражаются золотистой картофельной нематодой средне (до 25% площади корней);

2 балла – растения поражаются золотистой картофельной нематодой сильно (до 50% площади корней);

1 балл – растения поражаются золотистой картофельной нематодой очень сильно (более 50% площади корней).

Устойчивость растений к бледной картофельной нематоде оценивают по степени поражения корней растений цистами нематоды. Для этого растения выкапывают, отмывают от почвы, осматривают и оценивают по 5-балльной шкале:

5 баллов – растения не поражаются бледной картофельной нематодой;

4 балла – растения поражаются бледной картофельной нематодой слабо (до 10% площади корней);

3 балла – растения поражаются бледной картофельной нематодой средне (до 25% площади корней);

2 балла – растения поражаются бледной картофельной нематодой сильно (до 50% площади корней);

1 балл – растения поражаются бледной картофельной нематодой очень сильно (более 50% площади корней).

Устойчивость растений к обыкновенной картофельной нематоде оценивают по степени поражения корней растений цистами нематоды. Для этого растения выкапывают, отмывают от почвы, осматривают и оценивают по 5-балльной шкале:

5 баллов – растения не поражаются обыкновенной картофельной нематодой;

4 балла – растения поражаются обыкновенной картофельной нематодой слабо (до 10% площади корней);

3 балла – растения поражаются обыкновенной картофельной нематодой средне (до 25% площади корней);

2 балла – растения поражаются обыкновенной картофельной нематодой сильно (до 50% площади корней);

1 балл – растения поражаются обыкновенной картофельной нематодой очень сильно (более 50% площади корней).

Устойчивость растений к ложной картофельной нематоде оценивают по степени поражения корней растений цистами нематоды. Для этого растения выкапывают, отмывают от почвы, осматривают и оценивают по 5-балльной шкале:

5 баллов – растения не поражаются ложной картофельной нематодой;

4 балла – растения поражаются ложной картофельной нематодой слабо (до 10% площади корней);

3 балла – растения поражаются ложной картофельной нематодой средне (до 25% площади корней);

2 балла – растения поражаются ложной картофельной нематодой сильно (до 50% площади корней);

1 балл – растения поражаются ложной картофельной нематодой очень сильно (более 50% площади корней).

Устойчивость растений к картофельной тле оценивают по степени поражения растений тлей. Для этого растения осматривают в полевых условиях и оценивают по 5-балльной шкале:

5 баллов – растения не поражаются картофельной тлей;

4 балла – растения поражаются картофельной тлей слабо (до 10% площади листьев);

3 балла – растения поражаются картофельной тлей средне (до 25% площади листьев);

2 балла – растения поражаются картофельной тлей сильно (до 50% площади листьев);

1 балл – растения поражаются картофельной тлей очень сильно (более 50% площади листьев).

Устойчивость растений к колорадскому жуку оценивают по степени поражения растений личинками и взрослыми жуками. Для этого растения осматривают в полевых условиях и оценивают по 5-балльной шкале:

5 баллов – растения не поражаются колорадским жуком;

4 балла – растения поражаются колорадским жуком слабо (до 10% площади листьев);

3 балла – растения поражаются колорадским жуком средне (до 25% площади листьев);

2 балла – растения поражаются колорадским жуком сильно (до 50% площади листьев);

1 балл – растения поражаются колорадским жуком очень сильно (более 50% площади листьев).

Устойчивость растений к проволочнику оценивают по степени поражения подземных органов растений личинками жука. Для этого растения выкапывают, отмывают от почвы, осматривают и оценивают по 5-балльной шкале:

5 баллов – растения не поражаются проволочником;

4 балла – растения поражаются проволочником слабо (до 10% площади органов);

3 балла – растения поражаются проволочником средне (до 25% площади органов);

2 балла – растения поражаются проволочником сильно (до 50% площади органов);

1 балл – растения поражаются проволочником очень сильно (более 50% площади органов).

Устойчивость растений к медведке оценивают по степени поражения подземных органов растений личинками и взрослыми насекомыми. Для этого растения выкапывают, отмывают от почвы, осматривают и оценивают по 5-балльной шкале:

5 баллов – растения не поражаются медведкой;

4 балла – растения поражаются медведкой слабо (до 10% площади органов);

3 балла – растения поражаются медведкой средне (до 25% площади органов);

2 балла – растения поражаются медведкой сильно (до 50% площади органов);

1 балл – растения поражаются медведкой очень сильно (более 50% площади органов).

Устойчивость растений к проволочнику оценивают по степени поражения подземных органов растений личинками жука. Для этого растения выкапывают, отмывают от почвы, осматривают и оценивают по 5-балльной шкале:

5 баллов – растения не поражаются проволочником;

4 балла – растения поражаются проволочником слабо (до 10% площади органов);

3 балла – растения поражаются проволочником средне (до 25% площади органов);

2 балла – растения поражаются проволочником сильно (до 50% площади органов);

1 балл – растения поражаются проволочником очень сильно (более 50% площади органов).

Устойчивость растений к медведке оценивают по степени поражения подземных органов растений личинками и взрослыми насекомыми. Для этого растения выкапывают, отмывают от почвы, осматривают и оценивают по 5-балльной шкале:

5 баллов – растения не поражаются медведкой;

4 балла – растения поражаются медведкой слабо (до 10% площади органов);

3 балла – растения поражаются медведкой средне (до 25% площади органов);

2 балла – растения поражаются медведкой сильно (до 50% площади органов);

1 балл – растения поражаются медведкой очень сильно (более 50% площади органов).

4.3. Оформление результатов фитопатологических исследований

Оценка работы начинается с определения и анализа полученных данных. Для этого сначала подсчитывают среднее количество баллов, затем переводят количественные показатели в качественные (высокая, средняя, низкая устойчивость, восприимчивость и т. д.).

Результаты оценки устойчивости растений к болезням и вредителям оформляют в виде таблиц, в которых указывают название сорта, количество баллов, полученных при оценке, и качественную характеристику устойчивости.

Например, если сорт картофеля получил 9 баллов при оценке устойчивости к фитофторозу, то его устойчивость к фитофторозу оценивают как высокую.

Если сорт картофеля получил 7 баллов при оценке устойчивости к ризоктониозу, то его устойчивость к ризоктониозу оценивают как среднюю.

Если сорт картофеля получил 5 баллов при оценке устойчивости к парше обыкновенной, то его устойчивость к парше обыкновенной оценивают как низкую.

Если сорт картофеля получил 3 балла при оценке устойчивости к вирусным болезням, то его устойчивость к вирусным болезням оценивают как очень низкую.

Если сорт картофеля получил 1 балл при оценке устойчивости к раку картофеля, то его устойчивость к раку картофеля оценивают как очень низкую.

Если сорт картофеля получил 9 баллов при оценке устойчивости к золотистой картофельной нематоде, то его устойчивость к золотистой картофельной нематоде оценивают как высокую.

Если сорт картофеля получил 7 баллов при оценке устойчивости к бледной картофельной нематоде, то его устойчивость к бледной картофельной нематоде оценивают как среднюю.

Если сорт картофеля получил 5 баллов при оценке устойчивости к обыкновенной картофельной нематоде, то его устойчивость к обыкновенной картофельной нематоде оценивают как низкую.

Если сорт картофеля получил 3 балла при оценке устойчивости к ложной картофельной нематоде, то его устойчивость к ложной картофельной нематоде оценивают как очень низкую.

Если сорт картофеля получил 9 баллов при оценке устойчивости к картофельной тле, то его устойчивость к картофельной тле оценивают как высокую.

Если сорт картофеля получил 7 баллов при оценке устойчивости к колорадскому жуку, то его устойчивость к колорадскому жуку оценивают как среднюю.

Если сорт картофеля получил 5 баллов при оценке устойчивости к проволочнику, то его устойчивость к проволочнику оценивают как низкую.

Если сорт картофеля получил 3 балла при оценке устойчивости к медведке, то его устойчивость к медведке оценивают как очень низкую.

фитомасса, уровень плотности под кронами деревьев, уровень – вершина экспозиции. В конце приводят данные о загрязнении по другим показателям (шум).

Таким образом, записи ведутся в следующем порядке

Пример

Результаты геоботанических исследований

1. Дата_____

2. Местонахождение пробной площади

3. Условия местообитания

– формация (тип леса)

4. Наименование вида (предварительное и окончательное после обработки и анализа всех полученных данных).

5. Данные геоботанических исследований. Описав участок в 100 м² по указанной форме, приводят пример описания на 1 м². Анализируя всю полученную информацию, дать заключение о возможности хозяйственного использования данного участка (сенокошение, огорожа пастбищных угодий, пахотное угодье и т. д.)

5. Луговая растительность

Луг представляет собой экосистему травянистой мезофитной растительности, развивающейся на лучших почвенных условиях и сохраняющейся благодаря сенокошению, выпасу скота или сочетанию этих факторов.

Местообитание — основной фактор, от которого зависит географическое распространение лугов. Различают луга заливные — пойменные луга и материковые — равнинные луга.

5.1. Положение лугов по местности

По положению на графике местности луга занимают различные участки речных террас и склонов гидрологических понижений — балок и оврагов, ограниченных чётко выраженными бровками. Водораздел — участок земной поверхности, разделяющий водосборные площади смежных речных долин.

Пойменные луга располагаются в пойме реки и периодически затопляются полыми водами. Материковые луга расположены вне поймы. Луговая растительность тесно переплетается под влиянием человека с полевой.

Луга подразделяются в зависимости от рельефа и характера почвообразования на низинные, верховые и переходные. Низинные луга занимают наиболее пониженные части территории, поэтому низинные луга находятся в поймах рек.

5.2. Растения лугов и их экологические особенности

Травянистые растения, составляющие луг, принадлежат к различным семействам отдела покрытосеменных, или цветковых растений. Биологической особенностью луговых растений является приспособленность к сравнительно умеренному и продолжительному воздействию скашивания или выпаса скота. Это в основном растения, переносящие умеренную вытаптывание. Светолюбивые растения, отличающиеся по способам опыления, третья группа растений, образуют большое количество семян, но размножаются вегетативно, так как семенному размножению препятствуют скашивание и вытаптывание. Луговые растения делятся на четыре хозяйственные группы: злаки, бобовые, осоки, разнотравье, каждая из которых имеет свои экологические особенности.

Луговые злаки

Основу растительного покрова луга составляют злаки, так как они являются [illegible].

Одни злаки имеют корневища и в природе образуют разрежённый травостой вследствие того, что почти обособленные узлы [illegible]. Эти злаки называются корневищными (рис. 3). Они предпочитают в условиях хорошей аэрации почвы, богатой питательными веществами, которые [illegible] на пойменных лугах в результате образования [illegible] во время паводков. К корневищным злакам относятся: пырей ползучий, вейник наземный, мятлик луговой (рис. 107), полевица белая, [illegible].

Вторая группа злаков рыхлокустовые — побеги [illegible] под углом и общий вид дерновины (рис. 4). Вся совокупность побегов образует рыхлый куст и рыхлую дернину. Рыхлокустовые злаки требовательны к аэрации почвы не в такой степени, как корневищные, и поэтому могут обитать на [illegible]. К ним относятся: ежа сборная, тимофеевка луговая (рис. 108), овсяница луговая.

Третья группа злаков — плотнокустовые (рис. 5). Побеги [illegible]. Узел кущения этих злаков находится над поверхностью почвы, в почве развиваются только корни, поэтому эти растения обитают на уплотнённых почвах. К плотнокустовым злакам относятся: овсяница желобчатая, типчак, белоус торчащий, луговик дернистый или щучка.

В связи с особенностями [illegible] не образуют сплошной дернины. У корневищных злаков надземные побеги далеко расставлены друг от друга, у рыхлокустовых имеют обычно округлое очертание [illegible], так что и при плотном стоянии [illegible] остаются свободные пространства, которые заняты разнотравьем и бобовыми.

Злаки составляют наиболее ценную часть травостоя, обладая высокими питательными свойствами.

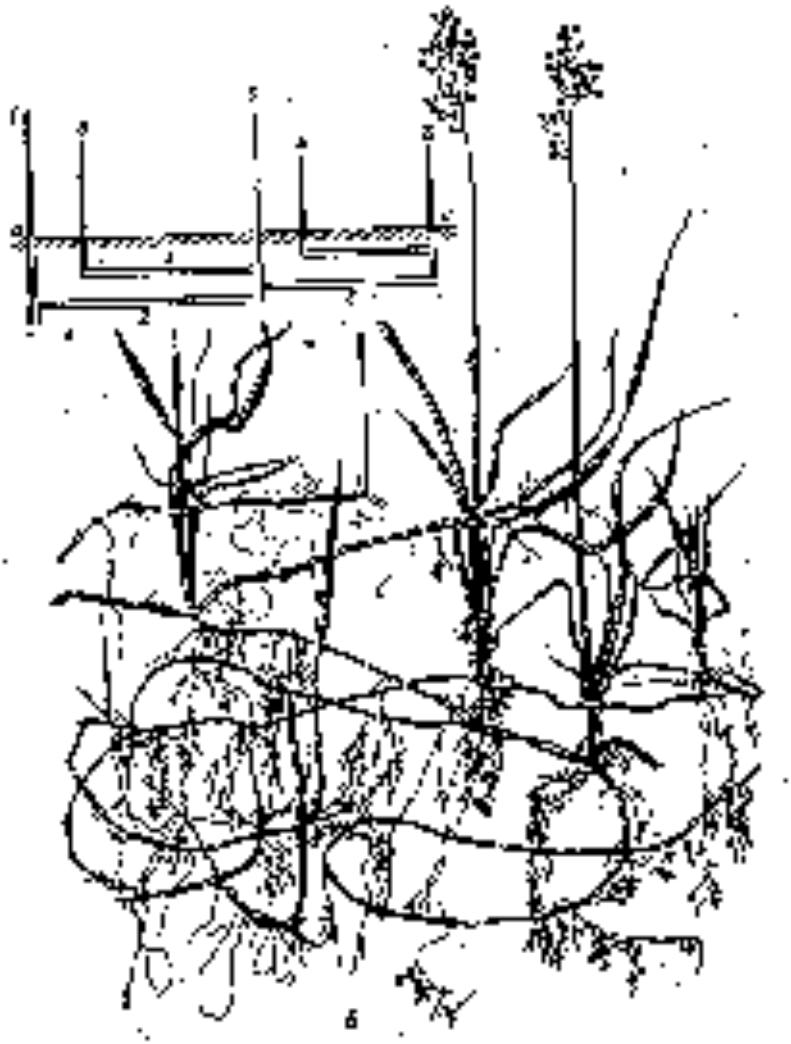


Рис. 3 [illegible]

[illegible]

Рис. 4. Кущення злакоподотового типу
а, б – стебла кущіння; в – злаковий тип кореневої системи

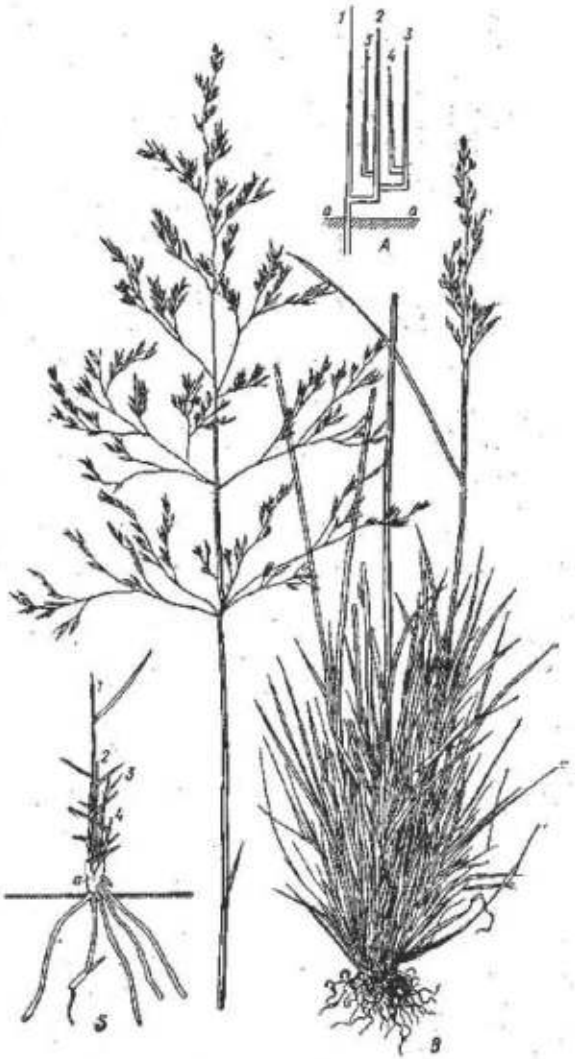


Рис. 5. Кущение плотнокустового злака:
А, Б – схемы кущения; В – луговик дернистый (Deschampsia caespitosa)

Бобовые растения и луга

Среди луговых растений существенное место занимают бобовые. Они имеют особенно глубокие корневые системы, что позволяет им питаться минеральными солями и растут на глубоких слоях почвы и хорошо укрепляются от засухи. Среди злаковых растений бобовые имеют большое значение. Вместе с ними клубеньковые бактерии обогащают почву азотом. При отмирании бобовые оставляют перегной, богатый азотистыми солями. Совместное произрастание злаков и бобовых улучшает структуру почвы и повышает ее плодородие.

Из бобовых на лугах встречаются клевер ползучий (рис. 36), клевер луговой (рис. 37), горошек мышиный, вид вики, люцерна, донник, лядвенец рогатый, люцерна посевная, люцерна серповидная. Бобовые растения богаты белками, только очень малая часть приходится на злаки.

Луговые злаки и сопутствующие

К этой группе относятся виды семейства мятликовые (рис. 38). Они ветроопыляемые. Они приспособлены к наилучшему использованию света благодаря их строению. Особи наиболее распространены на лугах многой поймы и на низинных лугах, где образуют плотные травостои. Особи представители тимофеевки и мятлики луговые в почве. Стебель у всех представителей заполненный в нижних частях сердцевиной паренхимой, поэтому полый лишь в верхней части. Листья имеют влагалище и линейно-ланцетовидную пластинку.

Соцветие злака – колосок – это видоизменение побега, в верхней части стебля. У некоторых особей колоски сходны по внешнему виду, так как содержат плотные и пленчатые цветковые чешуи. У большинства они колосковые чешуи, одну-две, одну-три, реже нижние колоски содержат только пленчатые цветковые чешуи, а более высокие – обычные (полной чашей). Околоцветник полностью редуцирован. Андроцей из одного круга с 3 тычинками. Гинецей образован 3 или 2 плодолистиками, завязь верхняя, оплодотворение с двойным семяпочатком; столбик несет 3 или 2 длинных или коротких рыльца. Плоды злак – зерновки, они называются зерновками.

По характеру соцветия злаки особи делятся на четыре группы: метельчатые – своя завязь, особи пшеницевые, злаки

[illegible] – обитает на равнинах, [illegible] и [illegible] почвах, [illegible] – [illegible], осока [illegible], [illegible] – [illegible] – [illegible] – осока [illegible] почвах.

Рост осок в [illegible] отношении [illegible] и [illegible]. [illegible] к [illegible], [illegible], [illegible] и [illegible] [illegible].

Хорошо поедаются животными следующие виды осок: осока ранняя, осока [illegible]. Посредственно поедаются животными осока водяная, осока двутычинковая, осока острая.

Луговое разнотравье

К группе разнотравья относится большинство двудольных растений, принадлежащих к семействам: лютиковых, розоцветных, сложноцветных, гвоздичных, крестоцветных, зонтичных, бобовых, губоцветных, гречишных и др. Сюда же относятся некоторые однодольные из семейств лилейных, [illegible], [illegible]. Это большая группа растений. Общим для них является потребность в достаточном увлажнении. Роль различных семейств и видов разнотравья в травостое лугов неодинакова.

Характерные для разнотравья – многолетники с разнообразными [illegible] [illegible] стержнекорневые и корневищные, кистекорневые, многолетники с [illegible] корнями, [illegible] и [illegible] растения. Такие особенности подземных органов обеспечивают их [illegible]. Наибольшее количество из них являются [illegible].

Разнотравье лугов, составляющее большую часть травостоя, считают балластом или сорными растениями. Однако многие растения из разнотравья поедаются скотом и улучшают качество сена. К таким видам относятся: тысячелистник обыкновенный, [illegible] и другие. Среди разнотравья много вредных, ядовитых и сорных растений, которые не поедаются скотом в свежем виде. Некоторые растения этой группы при [illegible] [illegible], например, [illegible].

5.3. Характеристика лугов лесной зоны

Во время учебной практики студенты знакомятся со всеми типами лугов и их флорой. Наиболее распространенными лугами среди подзолистой и сер. Урал-Канадской экскурсии по изучению растительности, которые распространены в лесной зоне Башкирии. Кислые

Лайковые луга

Кислые лайковые луга четко выражены в типе рельефа имеют свое отличительное в строении сложившиеся в результате антропогенной деятельности человека. Отдельные участки подвержены при условии лайки распахиваются и используются под сенокос и пастбища. Лайковые кислые луга приурочены, преимущественно к пологим склонам северных и западных экспозиций. Почвообразующими породами служат элювий и делювий различных пород.

Почвенные луга относятся к группе пойменных лугов и являются обычно господствующим типом растительности на лайках.

Сильно кислые пойменные луга развиваются в связи с отложением органических веществ, накоплением, характер почв, отличных от пойменных лугов, с периодическим покрытием водой и более состоятельным осадком. Разнообразие дренажных условий лайки обусловливает разнообразие типов лугов.

Пойменные луга кислой группы в зависимости от лайковых комплексов составляют состав почвенного и климатического отношения и т.д. Так луга Кипельской почвы классифицируются на постоянно-влажные, остепненные и болотистые.

Низинные луга характеризуются наличием грунтовых вод и преобладанием в покрове мезофитов. Они распространены по всем типам пойм на пониженных участках аллювиального рельефа.

Остепненные луга отличаются незначительным увлажнением и господством ксерофильных форм в растительном покрове. Они характерны на приречных, хорошо и крутосклонных террасах с дерново-слабоподзолистыми почвами, песчаных и щебнистых почв.

Биоценотическая роль кустарников в сообществах определяется их средообразующим значением. Они создают специфический микроклимат, способствуют накоплению органического вещества и влаги, улучшают водно-воздушный режим почвы.

В различных типах растительности кустарники играют неодинаковую роль. Они являются важным компонентом растительного покрова, создают специфику структуры сообщества.

Распространение и встречаемость видов кустарников лугов рассматривались по геоботаническим частям и экологическим группам.

Придолинная группа лугов приурочена к долинам рек и ручьев. Почвы здесь, характеризуются наличием наносов песка, ила, отложенных в результате затопляемости. Большое количество и неравномерное течение – частые явления. Мезорельеф хорошо выражен, имеются гривы и вдольбереговые валы, сопровождаемые понижениями. Грунтовые воды залегают на глубине 1 м, к весне грунты близко к поверхности. Они влияют с различной степенью и не постоянством. Почвы участков богаты гидролизом, поэтому явления заболачивания не выражены слабо. Характерна близость грунтовых вод, наличие в почвенном профиле ржавых пятен, в которых песчаные частицы окрашены в желтый цвет гидратами окиси железа. Почвы песчаные дерново-глеевые, с тонкими перегнойными прослойками.

Условия придолинной поймы благоприятны для развития корневищных злаков, осок и разнотравья. Основу растений с мощными ветвящимися корнями и корневищами составляют кустарники, которые создают затенение, затрудняют испарение влаги, в понижениях – накапливают органического вещества.

На лучших придолинной поймы постоянно встречаются злаки: ежа сборная, кейлерия пирамидальная, мятлик обыкновенный, овсяница красная, костер безостый, тимофеевка обыкновенная, овсяница

сердцевидная, донник белый, донник лекарственный (рис. 80).

Большая группа, распространенная в центральной пойме, – [illegible] (рис. 79), жерушник [illegible] [illegible] мелколепестник. Лапчатка гусиная, лютик ползучий, [illegible] европейская (рис. 80), лютик [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]: [illegible] щавель [illegible], щавель конский (рис. 81), [illegible] (рис. 82) и многие др. Встречаются [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. Травяной покров [illegible] в зависимости от рельефа поймы подвержен большому изменению, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] на формирование рас-тительных группировок.

Ассоциации центральной поймы распространены в зависимости от увлажнения почвы. В пониженных местах поймы с более постоянным увлажнением и аллювиально-слоистыми почвами [illegible] ассоциации [illegible] [illegible] [illegible] и осок ([illegible] [illegible], осока [illegible]). На повышенных местообитаниях с недостаточным увлажнением распространены ассоциации с доминантами [illegible] [illegible] и [illegible] [illegible]. В местах с повышенной увлажненностью – [illegible]-осоково-разнотравные с [illegible] [illegible] и [illegible] растений ([illegible] [illegible], [illegible] [illegible], [illegible] болотная (рис. 78), жерушник короткоплодный и др.).

Притеррасная часть поймы (приматериковая зона) – самая пониженная и удаленная от реки часть поймы и всегда заболоченная. Она [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

1) вследствие удаленности ее от русла реки весенние воды, покрывающие ее, почти лишены плавучего ила;

2) у подножья склонов коренного берега часто выходят ключи, обильные [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] воды, стекающие с коренных берегов, также увеличивают влажность почвы. Образуются болотистые луга и озера с заболоченными берегами, протоки.

Почвы и кровлю, имеют красно-цветную, иногда пестроцветную окраску, способствует развитию палеокарстовых форм и, также как и вышележащую, обогащенную гипсом и гипсоносную. Растительный покров приморской полосы отличается по своему составу и экологическим особенностям от растений других частей пояса.

В пределах изученных участков приморской полосы встречаются группы высокодекоративных растений (сосна пицундская, сосна горная, туя восточная, кипарисовик, кипарис вечнозеленый, тисс ягодный, самшит вечный, кедр гималайский, можжевельник виргинский, вечнозеленый дуб, эвкалипт прутовидный и другие, растущие вокруг санаториев).

Наиболее типичными представителями мезофитного лесного пояса (рис. 79), являются дубово-грабовые, грабово-буковые леса, с примесью граба, бука, ясеня, клена, липы, а также кизильника, боярышника, шиповника, ежевики, ежи сборной, костра безостого, пырея ползучего и других.

В приморской полосе участки мезофитного лесного пояса (рис. 79), являются дубово-грабовые, грабово-буковые леса, с примесью граба, бука, ясеня, клена, липы, а также кизильника, боярышника, шиповника, ежевики, ежи сборной, костра безостого, пырея ползучего и других. Из деревьев в приморской зоне почвы встречаются ясень, обыкновенный, клен полевой, граб обыкновенный, бук восточный, каштан посевной, тополь пирамидальный и некоторые другие.

В приморской зоне участки растительности, используемые для выпаса скота, отличаются деградированностью. Наиболее распространенными являются: сорно-степной, сорно-полевой, лебедово-щавелевый и другие.

Густота леса приморской зоны колеблется в пределах 30-100 см (большие и высокие леса) и 10-30 см (низкие леса). Распространены сообщества приморской зоны в виде ассоциаций (от очагов до сотен гектаров), иногда комплексов, группировок, групп деревьев.

5.4. Ассоциации мезофитного леса

Мезофитные леса характеризуются богатым растительным составом и частой сменой их в пределах небольших площадей. Причины этого связаны со строением почвы и особенностями условий.

Действие рек в сильно изломанном пересеченном рельефе, а также ущелья и ущелья-каньоны образуют крутые склоны и долины и центральной полосы. Поэтому в ней выражены такие лесные насаждения

Сочетание ярусов, их густота, сомкнутость, видовой состав и другие признаки служат основой для выделения растительных сообществ (ассоциаций) и типов растительности (растительного покрова). Сообщества гипсового луга обладают всеми признаками ярусности и имеют несколько ярусов. Первый ярус — высокотравье образуют крупные злаки и некоторые высокие виды разнотравья, на сорных участках — бодяк и репешок колючий. Этот ярус сильно изменяется в течение лета. Второй ярус составляют злаки луговой, тырей ползучий, ежа сборная, костер безостый, костер безостый. Сюда относятся крупные разнотравье и осоки. Второй и третий ярусы — низкотравье, состоящее из мелких злаков, которые также называются мелкозлаковым разнотравьем. Они могут различаться. К мелкозлаковым относятся типчак, овсяница. В этот ярус входят бобовые виды, типа луговой клевер, лядвенец рогатый, мышиный горошек, а также злаковидные растения: осоковидные разнотравье. Среди них осоки, некоторые виды ситника, одуванчик, подорожник и полынь. Четвертый ярус образуют мхи и лишайники, характерные для гипсовых луговых степей и некоторых растений.

Для характеристики ассоциаций кроме ярусности большое значение имеет видовой состав, степень покрытия, обилие видов каждого типа почвы. В материалах работы представлены большие разнообразие злаков особенно разнотравья ассоциаций.

Основную роль в сложении ассоциаций луга играют злаки, которые в травостое часто бывают доминирующими (господствующими) по обилию. Злаки активно участвуют в почвообразовательном процессе. Они играют большую роль в процессе задернования почв и в накоплении в них органических веществ.

На участках с разной степенью сохранности первичной растительности (в различной степени нарушенности) можно выделить несколько типов ассоциаций. На участках с сильно нарушенной растительностью (на пастбищах) преобладают ассоциации тимофеевки лугового, овсяницы луговой, типчака. Эти злаки образуют большое количество органического вещества. В результате происходит это большое увеличение почвы, увеличение ее плодородности вообще. Процесс разложения отмерших частей растений замедляется. Почва пополняется

[illegible]. На [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] приходят ассоциации [illegible].

Такие ассоциации [illegible] [illegible] [illegible] к снижению хозяйственной ценности. Поэтому, изучая луговые ассоциации, можно не только дать хозяйственную характеристику [illegible], но и [illegible] [illegible] [illegible].

Луга материковые (суходольные). Как отмечалось, материковые луга делятся на *суходольные и низинные*. В настоящее время существует мнение о том, что материковые луга возникли в результате хозяйственной деятельности человека, т.е. антропогенные.

Суходольные луга занимают небольшие площади на территории Усть-Кишертского [?] и распространены на возвышенных участках водоразделов, где приурочены к верхним частям склонов [?]. Они образовались на месте вырубленных лесов, [illegible]. Почвы этих участков бедны [illegible], [illegible]. Поэтому растительность материковых лугов представлена сравнительно небольшим числом видов и эти луга по качеству сена значительно уступают лугам пойменным.

Травостой суходольных лугов [illegible] [illegible] в связи с [illegible]. Эти луга используются обычно как пастбища, иногда под сенокос.

В соответствии с экологическими условиями на суходольных лугах распространены ксерофитные виды растений (низкий рост, узкие опушенные листья, опушенные стебли). Наиболее часто встречающиеся из них: [illegible], тысячелистник обыкновенный, шалфей остепненный [?], [illegible] и многие другие. На песчаных почвах встречаются [illegible] (ползучий [?]).

Травянистый покров суходольных лугов бывает не сплошным, [illegible]. [illegible] семейства крестоцветных — [illegible], [illegible] и другие.

Низинные луга. Расположены в пониженных местах водоразделов [illegible] [illegible] грунтовых вод и характеризуются повышенной увлажненностью. Почвы низинных лугов богаче, темноцветные, но в связи с близким залеганием грунтовых вод оглеенные.

Примерами низинного луга могут служить луга по пойменной террасе р. Оки в районе Приокско-Террасного заповедника.

Растения, распространенные на низких лугах, приспособлены к достаточной и тесной взаимосвязи с почвой. Встречаются различные виды осок, злаков, разнотравье. Обитают на них животные, которые любят сырость. Это прежде всего различные виды комаров и птиц.

Ознакомившись кратко со всеми типами лугов и наиболее распространенными из них сейчас, следует сказать, что луговые земли из-за рельефной неоднородности почвенных условий, высокой увлажненности, подтопления грунтовыми водами не всегда пригодны для сельскохозяйственного использования. Так, например, чтобы с заболоченных низких лугов получать хорошие урожаи сена, их необходимо осушать, а для этого требуется проведение мелиоративных работ.

Использование лугов в различных климатических условиях имеет большое значение. Естественные луга являются источником получения сена. Часто сенокос служит для того, чтобы запасать корм для животных в зимний период.

Урожайность лугов зависит от луговых сообществ, их биологических особенностей самих растений и от состояния питательности, в которой эти растения находятся, что определяется условиями местообитания (местопроизрастания). Урожайность сенокосных лугов зависит еще от продолжительности вегетации. Для урожайности лугов огромное значение имеет их культура. Удобренный низкий луг позволяет в несколько раз повысить урожай сена. Для улучшения качества травостоя и резкого увеличения общей продуктивности низинного сенокосного луга большое значение имеет своевременное проведение мероприятий по борьбе с другими крупнокустарниковыми растениями. Надо уметь с помощью отличных друг от друга агротехнических приемов и мероприятий изменять ботанический состав и структуру сторон.

Научное использование лугов является в то же время одним из способов их улучшения. Важное значение имеет срок сенокошения и участие фосфорно-калийных удобрений.

6. Степная растительность

Степи — растительные группировки, занимающие на юге Восточной Европы огромные площади, образованные в основном плотными дерновинными злаками с участием разнотравья — ковылями, типчаком, тырсой, ковылем и другими видами.

Для степей характерна контрастность климата (холодная зима и жаркое лето). Типичными почвами степей являются черноземы, отличающиеся высоким плодородием, и почвы с каштановой окраской. Разнотравье степей, кроме злаков, богато и красочно цветущими в июне–июле многолетними травами. Некоторые растения степей имеют клубни или корневища, позволяющие им переносить засуху. Многие степные растения являются ценными кормовыми травами.

Степи занимают большие площади в Европе, Азии и Северной Америке. Они простираются от Украины до Забайкалья. Степи — это открытые пространства, покрытые травянистой растительностью. Деревья здесь растут редко, обычно только по берегам рек и оврагов.

Климат степей характеризуется жарким летом и холодной зимой. Осадков выпадает мало, в среднем 300–500 мм в год. Почвы степей очень плодородные, богатые перегноем. Они называются черноземами.

Растительность степей представлена в основном злаками, такими как ковыль, типчак, тырса, а также разнотравьем. Ковыль — это многолетнее растение с длинными остями, которые помогают ему переносить засуху. Типчак — низкорослый злак, образующий плотный дерн.

Животный мир степей также богат и разнообразен. Здесь обитают суслики, тушканчики, сурки, степные хорьки, а также многие виды птиц, такие как жаворонки, дрофы, стрепеты и орлы. Многие животные степей занесены в Красную книгу.

Человек издавна использует степи для земледелия и скотоводства. Распашка степей привела к сокращению их площади. Сейчас многие степные участки охраняются в заповедниках.

6.1. Растения степей и их экологические особенности

Степные растения должны выдерживать сильную жару, недостаток влаги и холодную зиму. Они имеют различные приспособления к этим условиям.

Ковыль — многолетнее растение с длинными остями на плодах. Его корневая система может достигать глубины 2–3 м, что позволяет ему добывать воду из глубоких слоев почвы.

Типчак — низкорослый злак, образующий плотный дерн. Его листья покрыты восковым налетом, уменьшающим испарение влаги.

Тырса — многолетний злак с жесткими листьями, свернутыми в трубку. Такая форма листа также помогает уменьшить испарение.

Ковыль, типчак и тырса — основные злаки степей. Они образуют густой травостой, который защищает почву от ветровой эрозии.

Разнотравье степей очень разнообразно. Здесь растут шалфей, тимьян, полынь, василек, колокольчик, ирис, тюльпан, пион и многие другие виды.

Многие степные растения являются ценными кормовыми травами. Они богаты белками, углеводами и витаминами.

Некоторые степные растения используются в медицине. Например, из корней солодки получают лекарственные препараты.

Степные растения цветут в разное время. Весной цветут эфемеры и эфемероиды, летом — ковыли и типчак, осенью — полынь и другие виды.

Опыление степных растений осуществляется ветром, насекомыми и птицами. Многие степные растения имеют яркие цветки, привлекающие насекомых.

Плоды и семена степных растений разносятся ветром, животными и человеком. Некоторые семена имеют крючки или шипы, которые помогают им прицепляться к шерсти животных.

Степные растения размножаются семенами и вегетативно. Вегетативное размножение происходит с помощью корневищ и клубней.

Степные растения играют важную роль в экосистеме степей. Они являются кормом для животных, защищают почву от эрозии и участвуют в круговороте веществ.

Охрана степных растений является важной задачей. Необходимо сохранять степные участки, не допускать их распашки и выпаса скота.

Степные растения занесены в Красную книгу. Это такие виды, как ковыль перистый, ковыль Залесского, тюльпан Шренка и другие.

Для сохранения степных растений создаются заповедники и заказники. В них запрещена любая деятельность, которая может нанести вред растениям.

Изучение степных растений проводится учеными-ботаниками. Они исследуют их биологию, экологию и распространение.

Степные растения имеют большое значение для человека. Они используются в медицине, кормопроизводстве и декоративном садоводстве.

Степные растения являются источником генетического разнообразия. Они могут быть использованы для создания новых сортов культурных растений.

Степные растения играют важную роль в поддержании биологического разнообразия. Они являются местом обитания для многих видов животных.

Степные растения являются индикаторами состояния окружающей среды. По ним можно судить о степени загрязнения почвы и воздуха.

Степные растения являются объектом изучения экологии. Ученые исследуют взаимодействие растений с другими организмами и факторами среды.

Степные растения являются частью культурного наследия. Они воспеты в произведениях литературы и искусства.

Степные растения являются источником вдохновения для художников, поэтов и писателей.

Степные растения являются объектом туризма. Многие люди приезжают в степь, чтобы увидеть красивые цветущие травы.

Степные растения являются частью ландшафта. Они создают неповторимый облик степных районов.

Степные растения являются объектом исследования археологов. Они помогают восстановить историю заселения степей человеком.

Степные растения являются частью природного наследия. Их необходимо сохранять для будущих поколений.

покрыта более плотным слоем кутикулы и устьица при низкой влажности воздуха открываются только ночью.

Основными чертами, роднящими растения с наземными побегами степей, являются недоразвитие или полное отсутствие надземных побегов, мощная корневая система, сосредоточенная в верхних горизонтах почвы, ограниченная облиственность, которая достигается различными способами.

Основные расы степных типов хорошо различаются по строению сосания. Характерным сходством для всех трех видов является мелкоклеточная, содержащая одноклеточные волоски. Однако же наблюдается или полное отсутствие в виде различной степени, в среднем от 5-9 цветок. Пыльцевой мешок двухгнездный, каждое из гнезд содержит много пыльцы.

Другой группой, стоящей отдельно, является разнотравье. Растения, относящиеся к этой группе, самые многочисленные. Они характеризуются различными формами, обычно очень разнообразными по внешнему строению, обладают различными биологическими особенностями, но по внешнему виду представляют пестрый ландшафт. Среди степного разнотравья встречается большое количество мезофитных луговых растений таких, как многие колокольчики, черноголовка обыкновенная, кровохлебка лекарственная и многие другие.

По характеру жизнедеятельности, особенностям питания и внешним формам растения степного разнотравья разнообразны: многолетние, эфемеры, эфемероиды и многолетняя форма эфемеровидных.

Растения группы разнотравья имеют хорошо развитую корневую систему, проникающую в глубокие горизонты почвы. Надземные органы имеют различные приспособления, препятствующие испарению: опушение, сильно развитая кутикула, толстый слой воскового налета. Среди степных растений встречаются очень многие, которые имеют такую форму корня, которая позволяет им запасать воду в корневых тканях. Кроме этого, в степях есть растения, имеющие клубни и клубнелуковицы, у которых листья располагаются в одной плоскости (в направлении с севера на юг), листовые пластинки в дневные часы располагаются вертикально, так что солнечные лучи скользят по их поверхности.

Кроме многочисленных, преимущественно луговых растений, дано вегетирующих для степей характерны растения с укороченным периодом вегетации, большую часть года проводящие

к вечнозеленым растениям. Среди них встречаются деревья, кустарники и травянистые.

В составе растительного покрова степной зоны встречаются многие виды растений, получившие название эфемеров и эфемероидов. К ним принадлежат виды из различных семейств.

Эфемеры имеют разнообразную форму (однолетние, многолетние), они могут иметь мочковатую, стержневую, корневищную, клубневую, луковичную корневую систему, различные видоизменения побегов, листьев (колючки, видоизмененные листья и другие виды).

Для однолетников характерна короткая корневая система. По окончании вегетации первого года растения вырастают из почвы. Двулетние и многолетние растения в первый год развивают мощную корневую систему и розетку, при зимовании и ранней весне быстро развивают побеги и цветки.

Для степи характерны растения-эфемеры, которые обитают преимущественно на солонцах (в том числе и распространенных в пустынных степях) растений. Среди них наиболее обычны однолетние виды: костер, мятлик тонкий, бекмания, костер береговой и ряд других.

Степь представляет растительному покрову и животному миру очень благоприятные условия среды.

Большинство степных растений относится к мезофитам, постоянно испытывающим в воде растворенные в почве. Однолетники, двулетники мало, они развиваются только в весенний период. Иногда в сухие годы многие деревья полностью прекращают рост, а многие растения засыхают, не давая растительных частей. Растения, приспособленные к засухе, называются ксерофитами. К ним относятся растения, в основном — злаковые, сохраняющиеся в виде сильно развитых корней.

Степной травостой необычно пестрый, это его постоянное качество придает степным ландшафтам своеобразие. Среди степных растений встречаются виды, которые не встречаются в других зонах. Они являются характерными, отличительными признаками степей. Крупные пятна цветущих растений создают яркие, богатые растительностью ландшафты. В степных лесах степные растения отличаются по своему характеру. Они не образуют сплошной травяной покров, а растут в своем составе для других растений и приспособлены к растительности северной степи. На степных полях эти растения встречаются более низкие, неспособные давать высокие

растения, хорошо знакомый каждому ребенку, определенный вклад в общую картину.

Работа начинается с осмотра участка. Следующим этапом является знакомство с экологическими группами высоты растений в среднем 40 см: целый ряд растений располагается на высоте от 5 до 15 см, наиболее крупные растения достигают 100–150 см.

В начале мая можно наблюдать самый ранний весенний аспект. Участки лесных полян для растений различных ярусов неодинаковы. Например, микроклимат был поверхности почвы на высоте 10–15 см отличается от микроклимата высоте 1 м и более. Яркость окраски, кроме того, из биологических особенностей растений.

Так, корень в форме корневой груз, и корень растрескивается ветром, а фасции называют плоский ярус и листья расщепленными жилками.

Кроме описания в природе, нужно не только наблюдать, но и изучать растительность (является 6–7 ярусов).

Густота травостоя также не постоянна и зависит от климатических условий и от условий растений.

Очень красочно, разнообразно по составу сообщество в конце апреля выражен очень аспектов, т. е. меняющийся физиологический облик сезона. В начале весны (апрель) степ. Буровато-серая от прошлогодних трав. Незначительная часть растений может побеть, появившихся в осень и сохранившихся зеленью под снегом.

Середина весны характеризуется появлением красочных цветов сочетаемых, яркими желтыми, желтой и других видов, появляется молодая зелень вегетативных побегов. Наиболее красочен второй фаза.

Конец мая (май) – летне-осенний аспект. Пышно в это время года потут потрогать листья, очистить поверхность кожуры плода.

Первая половина июня – цветет шалфей поникающий – высокое растение (45–80 см), с яркими крупными фиолетово-синими цветками. Отличается от предыдущей фазы степ. В это время появляются другие травы, и степ. приобретает пестроту, в которой участвуют желтые, оранжевые, белые, фиолетовые цветы. Особенно

красно, иногда среди пестрых растений встречаются одноцветные экземпляры.

Первый цикл – весь вегетационный период, в течение которого растения развиваются. Цветет множество растений, и тогда это время также включается в период цветения. Синий василек, красный мак, желтый одуванчик, белая ромашка – все они встречаются на лугу. Однако количество цветущих растений в разные годы может быть различным. В один год цветущих растений может быть много, в другой – мало.

Второй сезонный цикл – осень. Цветение лета, степь теряет свою красоту. Отдельные растения, которые цветут осенью, образуют семена и плоды. Другие растения, которые цветут весной, отмирают. Растительность уменьшается, и трава быстро высыхает в летнюю пору.

Появление и осенью фазы осени является сезонным. Осенью – время, когда растения образуют семена и плоды. Осенью цветущих растений мало, и они встречаются в основном в летний период.

6.2. Анализ сезонных аспектов района практики

В ходе учебной практики мы не встретили степь в полном цветении. Степь представляет собой участок, покрытый в основном травянистыми растениями, которые приспособились к сухому климату. Растения степи, как правило, имеют глубокую корневую систему, что позволяет им получать воду из глубоких слоев почвы. Степь является важным местом обитания для многих животных, таких как суслики, тушканчики, а также для различных видов птиц.

Появление и осенью фазы осени является сезонным. Осенью – время, когда растения образуют семена и плоды. Осенью цветущих растений мало, и они встречаются в основном в летний период.

6.2. Анализ сезонных аспектов района практики

В ходе учебной практики мы не встретили степь в полном цветении. Степь представляет собой участок, покрытый в основном травянистыми растениями, которые приспособились к сухому климату. Растения степи, как правило, имеют глубокую корневую систему, что позволяет им получать воду из глубоких слоев почвы. Степь является важным местом обитания для многих животных, таких как суслики, тушканчики, а также для различных видов птиц.

Житняковые степи приурочены к южной окраине бывш. «Красный сарай», юго-восточной периферии Кулундинского участка и участкам Кайбасской гривы. Почвы с выраженным гумусовым горизонтом, солонцы или средние каштановые почвенные. Наблюдается сильная задернелость поверхностей настоящей степи. На каштановых участках и солонцах на карбонатных породах часто выражена комплексность, причем на солонцах встречаются и кустарники.

Для настоящей степи характерны типчаково-ковыльные группировки. Встречаются степные кустарники. Только настоящая степь дерновинный и злаковый, так как почвенный горизонт имеет очень мощную дернину. Цельнокрупные степи, в основном, представлены

Травостой разнотравно-типчаково-ковыльной степи представлен следующими видами: ковыль-волосатик, ковыль Лессинга, овсец пустынный, типчак, тонконог, житняк, ковыль-красноватый. Несколько реже встречаются житняк гребенчатый, ковыль-перистый, часто спирея и трясучка. Густой травостой степной, сомкнутый образуют дерновины, что обеспечивает их приростание в условиях периодического затопления.

Ковыли — это основная группа в степи. Основным признаком ковылей является длинная ость. Для всех характерно, что листья длинно-узко-ланцетные, стебли короче листьев и часто скрыты в нем, образуют дерновины.

Добавочно встречаются и особенно в участках выработки с участками залежной степи и на склонах балок. К ним относятся: ургун, ковыль красноватый, встречается в Кулундинской и Кайбасской зонах, ковыль Лессинга, волосатый, ковыль-перистый. Для них характерно сильное скручивание листьев, стебли высокие, но узкие, или совсем не видны, листья по ним узкие, редко перистые, но они короткие и сухие.

Разнотравье самое распространенное среди степи по количеству видов преобладает над злаками и бобовыми. Они представлены видами различных семейств. К ним относятся: шалфей поникающий, полынь австрийская, полынь обыкновенная или богородская трава, чистец прямой, синяк простейший, вероника сизая. Ранней весной встречаются гулька солнцелюбивая, лапчатка низкая, эрастрея раскидистая или солнцелюб

7. Лесная растительность

Лес — сообщество древесных, кустарниковых и травянистых растений, тесно связанных друг с другом.

Леса, сложные экосистемы древесной природы, могут быть различны. Это обусловлено комплексом географических условий, неоднородностью почвенных растительностью, рельефа, изменяющих климат и состав почвы. Эти факторы влияют, прежде всего, на характер растительности, особенности строения и свойства древесины и на время начала и окончания вегетации растений.

Наряду с другими природными ресурсами большую роль в экономике леса является целесообразным. Лесообразующие древесные породы делят на две группы: хвойные и лиственные. Хвойные породы образуют хвойные леса (основное богатство), которые широко распространены на территории России. Лиственные породы образуют лиственные леса, которые распространены в Европейской части России, в Западной Сибири и на Дальнем Востоке.

Типичные леса развиваются в условиях влажного континентального климата, средняя температура самого холодного месяца от -15 до -25°С, а самого теплого — от 6 до 12°С. Осадков выпадает за зимой 300-500 мм в самое теплое время года. Растительность лиственных лесов появляется в районах, где слабо выражена континентальность.

Все лиственные породы по характеру листьев подразделяются на две группы: широколиственные и мелколиственные. Широколиственные древесные породы имеют листовую пластину большого размера по сравнению с мелколиственными. К ним относятся дуб обыкновенный, ясень и клен остролистный. Они образуют леса в условиях более влажного климата. Мелколиственные древесные породы имеют меньшую листовую пластину, к ним относятся осина, береза, ольха. Они образуют леса в более суровых условиях.

Лиственные леса в зависимости от своего происхождения подразделяются на леса из мягких и твердых пород. Мягкие породы имеют рыхлую и легкую древесину, которая быстро загнивает, твердые — плотную и тяжелую. К твердым породам относятся дуб, ясень, клен.

Наиболее распространенными в лесостепи являются широколиственные леса. В европейской части России главной лесообразующей породой является дуб. Такие леса получили название дубравы. Обычно в дубравах первый ярус растений образует только дуб, обычно имеется ряд сопутствующих ему растений: клен остролистный, липа мелколистная, ясень обыкновенный, вяз гладкий и другие. Эти древесные и кустарниковые растения относятся к климату и ареалы их в области распространения дубрав различны.

В дубравах имеется и второй ярус деревьев: клен татарский, рябина обыкновенная (рис. 89), черемуха обыкновенная и другие. При недостаточной степени освещенности эти растения не следуют по размеру. Так, рябина и черемуха хорошо плодоносят более обильно на опушках и прогалинах, а в затененных местах цветут умеренно или находятся в вегетативном состоянии.

В дубравах развивается богатый подлесок, образованный многими кустарниками: лещиной обыкновенной, бересклетом бородавчатым, жимолостью татарской, смородиной (рис. 87) и многими другими. Подлесок более всего развит при малой сомкнутости крон растений верхних ярусов и может почти отсутствовать при большой затененности. Растения подлеска имеют широкую пластинку листьев.

В дубравах развит пышный травяной покров, разделенный на подъярусы. Большинство растений имеют высоту стебля до 1 м, широкие листовые пластинки, причем они тонкие. Их устьица на нижней эпидерме, покровная ткань слабо развита для воздействия на кутикулу, количество столбчатой ткани небольшое, зато велика масса и число устьиц на единицу площади невелико. К таким растениям относятся: [illegible], сныть обыкновенная, осока волосистая.

Кроме травянистых растений, вегетирующих летом, в дубравах имеется группа растений — эфемероидов с укороченным периодом вегетации, заканчивающимся ко времени полного распускания листьев дуба. К этим растениям относятся: ветреница лютиковая, чистяк весенний, хохлатка Галлера.

Эфемероиды большую часть жизни проводят под землей либо в форме луковиц, либо в форме корневищ и клубней. Быстрое развитие весной и кратковременное существование на поверхности земли связано у эфемероидов с подземным ростом большей

светолюбивостью, а также отсутствием конкуренции со стороны других травянистых растений в раннелуговой серии.

Подробный ритм изменения эфемеров как компонента луговой растительности в литературных данных не приводится, так как почвенные сведения в перечисленных трудах в описаниях покрова преобладают. Однако в некоторых описательных сведениях об изменении луговой растительности в течение вегетационного периода имеются данные, которые позволяют судить о ритмике развития эфемеров в травостое.

Уменьшение света в лесу, в связи с развитием листвы на деревьях, ведет к значительному ограничению надземных органов эфемеров, вследствие чего они не выполняют функций. Почки возобновления эфемеров, как правило, глубоко в почве, и только цветочные бутоны и молодые вегетативные побеги быстро растут.

При продолжении развития форм и почек, которые, к своей гибели, характеризуются различными биологическими и экологическими особенностями, что также отмечено в некоторых работах сообществ.

Луговой покров в окр. ст. Усть-Калитвенской
и его характеристика

В районе ст. Усть-Калитвенской лес преобладает с дальнего, по сложному характеру и почве ранг Большой Калитвы. Интересно с лесом по крутым участкам прилегает к террасам балки Калитвенской серии, а также в его средней части и в полом ряду.

Лес балки Калитвенской серии отличается по составу достаточно пород. Причем количество растительности является в основном, деятельность человека: вырубки леса, пастьба скота, распашка участков, прилегающих со склонами серии, пахотные свободности и т. д. На изменение флоры и жизни влияет также изменение уровня грунтовых вод и климата.

Постепенно исчезают такие устойчивые виды как береза, клен полевой. Разрежаются прилегающие дубы по верхним участкам склонов, количество экземпляров кустарников, окружающих подножие. Почвенно-климатические формы растений, образующие кустарниковый ярус, сокращаются.

В результате к настоящему времени на балке «Красный сквер» сохранились нетронутые степные участки. В [illegible], [illegible] растительность почти исчезла. На некоторых склонах балки «Казанская» [illegible] встречаются в большом количестве участки, заросшие деревьями и кустарниками. Причиной [illegible]

Лес балки «Казанская» [illegible] состоит преимущественно из древесных растений с примесью [illegible]. Основной лесообразующей породой леса является дуб обыкновенный, такой лес называют дубравой. Дубравы, расположенные на склонах балки, называют нагорной дубравой.

Нагорная дубрава балки «Красный сквер» [illegible] по своему флористическому составу, структуре, ритму развития, биологическим и экологическим особенностям [illegible] балки «Красный сквер» [illegible]. Нагорная дубрава имеет специфическое для нее строение.

Строение дубравы, как и типичного леса, представлено несколькими ярусами надземными и подземными.

Надземная ярусность: первый ярус составляют высокие деревья, второй ярус — невысокие виды деревьев и высокие кустарники, третий ярус и четвертый — низкие кустарники, кустарнички и высокие травы, пятый и шестой ярус — низкие травы, мхи и лишайники.

Подземная ярусность обычно соответствует надземной, только в обратном порядке: [illegible] кустарниковых форм занимает нижний ярус, а травянистых и лишайников — [illegible] поверхностных слоях почвы.

Первое место из древесных форм, встречающихся в нагорной дубраве, [illegible] дуб обыкновенный [illegible]. [illegible] образуют чистые группировки (сообщества).

Деревья первого яруса имеют следующие экологические и биологические особенности. Это требовательные растения к свету, [illegible] когда ветер легко [illegible] их кроны. Семена и плоды распространяются ветром. Они для этого имеют своеобразные приспособления.

К аллергии, кроме описанных выше видов, как известно, относятся бронхиальная астма, крапивница, отек Квинке, аллергический ринит, аллергический конъюнктивит, аллергическая экзема и другие заболевания. Кто из нас в детстве не играл с цветами клевера? Мы срывали их, высасывали сладкий сок из основания цветка, а потом, когда появлялась опухоль после расчесывания укусов, мы с гордостью показывали ее друзьям. У большинства из нас образуются сенные и пищевые поры. Но при попадании в кровь чужеродных белков они уже больше не могут распространяться семья находится в них.

Лучший мед составляют: белоцвет белоголовый, розовый кориандр, синий лекарственный, синяк обыкновенный, татарская, гималайский черноголовый. Все эти растения имеют многолетнюю форму жизни, переносящую низкую температуру.

Сегодня в отрасли «Кормовой дубрава» будет «Кормовой сезон» является полезные степные кустарники, которые составляют основной корм для животных кустарниковых, ранних растений, ранних сеянцев, сеяных пастбищ, на других лугах. Растения обитают в основном на сенных, кормовых и сенокосных лугах, а также участках. У них выражены признаки ксерофитов: большинство из них эстрофильные по способу опыления.

Для лиственного леса широкой дубравы характерен особый климатический фактор: высокая влажность воздуха, высокая влажность почвы, высокая влажность. Это теневыносливые и теневые растения, приспособившиеся к более раннему началу вегетации, т. е. к условиям слабой освещенности достаточной влажности и умеренной температуры. По опушкам леса, в кустарниках, на полях. Видимые экологические факторы отражаются на внешнем облике растений и их развитии.

Травянистые растения леса имеют высокие и слабые стебли (низкие механические тканей), редко облиственные. Широкие листовые пластинки приспособлены для максимального улавливания солнечных лучей. Корни это фотосинтезирующие корни. Цветки обычно крупные и яркие окрашены или желтые с пурпурно-синим оттенком. Окраска их бывает как результат приспособления к опылению определенными насекомыми, которые ищут нектар под пологом леса, на фоне темной зелени. У некоторых видов происходит самоопыление и перекрестное опыление. Опыление этих растений растянулось, чтобы насекомых опылителей.

Травянистые растения леса образуют [illegible] ний [illegible] в зависимости от [illegible]. К [illegible] [illegible], копытень [illegible], медуница [illegible] листная (рис. 84), сныть обыкновенная, фиалка удивительная, борщевик сибирский, гравилат городской (рис. 85) и многие другие. [illegible] [illegible] ная. Многие из перечисленных видов многолетние травянистые растения. В лесах нагорной дубравы распространена группа растений эфемероидов, которые цветут рано весной до распускания листьев на деревьях, когда еще в лесу относительно [illegible]. К ним [illegible]

Опушки леса (лесные поляны)

Для опушек дубравы [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] рода почв, неоднородность рельефа, неодинаковая степень увлажнения, различная защита от ветра. Такое разнообразие факторов отразилось как на внешнем облике растений, [illegible]

Типичной экологической группой для лесных полян являются ксерофиты, встречаются и мезофиты в зависимости от расчлененности рельефа и степени увлажненности почвы. Травянистая растительность лесных полян отличается разнообразием видов и их большим обилием, что также обусловлено комплексом различных факторов. Морфологически [illegible] характерные [illegible], контрастная окраска цветов, листья и стебли опушенные, или с восковым налетом, [illegible] или [illegible], обычно [illegible] и [illegible]. На лесных полянах [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Андреевского, [illegible] Кернера, [illegible] [illegible], [illegible] шершавый, [illegible] красная, клевер альпийский, астрагал [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Рейша и многие другие. На отдельных, небольших по величине участках с комплексом разнообразных условий

растительности, которая в основном сохранилась до наших дней. Ее можно видеть в районах Ново-Ивановки, Ивановки, Ивановки и Ивановки, расположенных в селе «Красный Яр».

Заключение

Пойма (ложе) любой реки характеризуется разнообразием почвенных условий, сложным растительным покровом, высоким биологическим потенциалом. Разнообразие факторов отражается на распределении растительности поймы: небольшие участки растительности имеют друг друга, образуя смешанные или комплексные сообщества, как древесные и кустарниковой, так и травянистой растительности.

Пойменный луг устья реки Водный Кинель, конечно, неоднородный он представлен отдельными группировками травянистых и кустарниковых форм.

Наибольшее количество участков пойменной поймы с остатками древесной и кустарниковой растительности (дубовый лес) занимают I-й ярус. На второй ярус входят: рогоз, камыш, крупно лопух, стерех переросший, осока и другие виды. Травянистый покров составляет третий и четвертый ярус. Это тонкостебельные растения, произрастающие в сильно- или кратковременно застоя воды.

На участках центральной поймы имеет осокашенных и имеет древовидных растут так: осина — первый ярус, во второй тут в этих группировках входят тальниковые виды, что и в дубовых лесах.

Непосредственно берега осокаем в прибрежной зоне растительности имеют, которые состоят в этих кустарниковых и древесных фонд. Среди них на белая ива, ветла, распространенные, называемые местах. Между прибрежной встречается только черный (ольхой), обл. вид высот в первый ярус. Самые низкие места прибрежной поймы с постоянно забито синяком по краю они имеют не растительности и только небольшой покров образуют преимущественно. Травянистый покров низкой составляют растения сырых заболоченных мест: осока, частуха подорожниковая, сусак зонтичный.

В любой природной зоне имеется и растительность. В природной зоне — лесостепь — широколиственные леса и лесостепи — это дубовые леса.

8. Ядовитые и вредные растения

Ядовитые и вредные растения чаще всего распространены в условиях достаточно умеренных, т. е. не очень влажных, не очень жарких местообитаний. Встречаются ядовитые и среди растений пустынь и других растительных сообществ.

Ядовитыми считаются такие растения, попадая в организмы животных или человека в незначительном количестве, вызывают нарушение физиологических процессов, иногда смерть. Различные части ядовитых растений содержат различные ядовитые вещества, которые могут оказывать специфическое действие на отдельные органы или системы органов тела и отличаться, для которых является характерным в зависимости от условий различный вид. Ядовитые свойства растений зависят от образования в них различных химических соединений: алкалоидов, гликозидов, токсинов, органических кислот, терпенов, эфирных масел и других условий. Среди химического разнообразия отдельных веществ.

Растительные яды способны воздействовать в определенных дозах на человека или животного и вызвать внешние заболевания центральной организации. Такие яды, как кониин, содержащийся в плодах болиголова пятнистого, сильно действуют на центральную нервную систему, вызывают паралич дыхательных центров головного и спинного мозга.

Симптомы, которые образуются у животных отравившихся растениями, зависят от того, какие части растения были съедены животными. Ядовитые вещества, попадая в кровь, вызывают расстройство кровообращения, нарушают работу сердца. Гликозиды, содержащиеся в листьях наперстянки, вызывают остановку сердца. Алкалоиды, содержащиеся в листьях белены, вызывают возбуждение нервной системы, судороги, паралич. Эфирные масла, содержащиеся в растениях, вызывают раздражение слизистых оболочек, желудка и кишечника и могут стать причиной гибели животных. Органические кислоты, например щавелевая, нарушают солевой обмен тела животных и организма, вызывают раздражение кожи, нарушают работу сердца. Глюкозиды, содержащиеся в листьях растений из различных сообществ, также являются опасными для животных, особенно после того, как съедают зеленые растения на пастбище или в виде свежескошенной зеленой травы.

Отравление листьями ядовитых растений может быть разной силы: от легкого (головная боль, тошнота, рвота), когда — не лишь после уборки хлебов сохранившиеся ядовитые растения хороши (рис. 109), заканчивая тяжелым, иногда и смертельным. Ядовитые растения могут быть однолетними, двухлетними и многолетними, по отдельным органам и другим признакам.

Вредные растения отличаются от ядовитых тем, что при употреблении их в пищу не вызывают расстройства организма, а только неприятно действуют на вкусовые ощущения человека. Они имеют обычно острый, жгучий вкус. Например крутая, едкая, горчица, перец, из семейства крестоцветных. Пижма обыкновенная (рис. 108), ромашка непахучая (рис. 99) и многие сорные и другие растения придают молоку и молочным продуктам неприятный запах. Полусухие сенокосы и пастбища, поросшие осокой, придают молоку и продуктам из него желтый цвет. Попадая с сеном в желудок животного, они вызывают расстройство пищеварения.

Ядовитые и вредные растения естественных лугов и пастбищ

На каждом участке, имеющем свой неповторимый облик, растут свои растения. Среди разнотравья и пестроцветья можно встретить и ядовитые, которые отравляют и губят животных. Распространение вредных и ядовитых растений тесно связано с различными экологическими условиями. Одни чаще встречаются в условиях умеренно увлажненных, другие предпочитают переувлажненные или, наоборот, сухие места.

К ядовитым растениям, которые часто встречаются на лугах и пастбищах Усть-Илимского района, относятся:

вех ядовитый (болиголов пятнистый) (рис. 95) — растение семейства зонтичных. Содержит ядовитый алкалоид кониин, который вызывает расстройство желудочно-кишечного тракта при их поедании.

молочай чешуйчатый, молочай болотный и молочай лозный — растения, содержащие млечный сок с ядовитым веществом эвфорбином. При попадании эвфорбина вызывает воспаление слизистых оболочек и поверхностных тканей, ухудшает и вкус, и запах молока.

— лютик ползучий, лютик едкий, лютик золотистый, калужница болотная (рис. 97) — растения семейства лютиковых, содержат гликозиды, действующие на сердечно-сосудистую систему.

— чемерица гусиной, горькая и гусиной из семейства лилейных содержит большое количество токсического алкалоида, который

кожу, влияет нервную систему (возбуждает), не нужно работу сердца и других функциональных процессов.

– при частой аллергической кожной реакции к сборам и медицинским препаратам, которые вызывают аллергическое раздражение состояние организма, особенно при поездках сезонных;

– при наличии язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, которая вызывает нарушения деятельности печени, желчного, общего обмена.

Пихта или дикая рябина из семейства сложноцветных отличается сильным запахом, содержит эфирное масло, которое обостряет аллергическую реакцию. При употреблении внутрь вызывает рвоту, кровотечение, возбуждает нервную систему.

Сивушка водная из семейства зонтичных содержит эфирное масло. Ядовитое растение. Масло вызывает сильное обострение аллергических кожных заболеваний.

– пижма обыкновенная (рис. 93), белая чемерица (рис. 95) и многие другие растения содержат сапонины и алкалоиды. Раздражающе действует на слизистую оболочку пищеварительного тракта, поражает центральную нервную систему, сердце;

– вызывает аллергическую реакцию, обладает раздражающим действием, влияет на сердечную деятельность, органы дыхания.

Каротиноидосодержащие, также наиболее часто вызывающие аллергические заболевания:

– подсолнечник однолетний, подсолнечник клубненосный (земляная груша), содержат в корзинках цветков (соцветиях) эфирное масло, вызывают иногда воспалительные изменения кожного эпителия. При поездках на природу можно сочетать в ложном цвете;

– лук репчатый, чеснок из семейства лилейных содержат эфирное масло, которое, попадая внутрь, вызывает аллергическую реакцию;

– пальчатокоренник пятнистый из семейства орхидных содержит эфирное масло и вызывает острое воспаление кожи;

– пастушья сумка из семейства крестоцветных содержит эфирное масло, которое также вызывает специфический запах и вкус молока.

Лекарственные и ядовитые растения, содержащие сапонины и алкалоиды

Купена лекарственная, ландыш майский, чемерица Лобеля и некоторые другие растения, содержащие сапонины и алкалоиды, в малых дозах частях растений оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки желудочно-кишечного тракта и сердечную деятельность.

Вахта трехлистная, или трилистник водяной, белена черная, белладонна, дурман обыкновенный и другие растения, содержащие алкалоиды, в малых дозах оказывают успокаивающее действие на центральную нервную систему, расширяют зрачок, уменьшают отделение слюны, желудочного сока (применяются при язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки).

Болиголов крапчатый из семейства зонтичных содержит ряд алкалоидов, особенно богаты ими плоды. Вызывает общее отравление, паралич дыхательного центра, кровоизлияния.

Марена красильная из семейства мареновых содержит глюкозиды, вызывает расстройство сердечной деятельности, при этом появляются кровоизлияния в мозг. Может скапливаться в подобающий срок.

Хинное дерево из семейства мареновых содержит алкалоиды хинин. Вызывает нарушение координации у человека при передозировке, а при малых дозах – потерю аппетита, головную боль.

Зверобой продырявленный из семейства зверобойных растет по сухим лугам, опушкам, обладает антисептическими, вяжущими свойствами. Вызывает повышение кислотности.

Ядовитые и лекарственные растения, содержащие гликозиды, эфирные масла, органические кислоты

Липучка обыкновенная, черноголовник лекарственный, синяк обыкновенный из семейства бурачниковых содержат гликозиды, действующие отравляюще на организм, при этом происходит паралич.

Ежевичник обыкновенный (рис. 103) сорвет сердечные гликозиды, которые содержатся в плодах семейства лилейных, оказывает действие на организм животных.

Конвалия майская, ландыш майский из семейства лилейных содержат гликозиды, которые при попадании в организм человека вызывают сильную рвоту, понос, нарушение деятельности сердца, дезориентацию в пространстве.

Наперстянка пурпурная – яркий представитель семейства норичниковых, содержит алкалоиды и эфирные

[illegible]. Вызывают расстройство нервной системы животных [illegible] функцию.

Клещевина [illegible] из семейства молочайных [illegible] вызывает воспаление желудочно-кишечного тракта, особенно у свиней.

[illegible] из семейства крестоцветных содержит глюкозиды и вызывает [illegible] органов [illegible].

Куколь обыкновенный из семейства гвоздичных содержит сапонин в семенах, распространяется в посевах и при попадании в корм животным действует раздражающе на желудочно-кишечный тракт.

Паслен черный из семейства пасленовых содержит соланин, действие которого близко к сапонину, т.е. раздражает желудочно-кишечный [illegible], поражает центральную нервную систему [illegible].

Адонис весенний [illegible] из семейства лютиковых содержит глюкозиды и алкалоиды, вызывает замедление сердечной деятельности, падение кровяного давления, возбуждение [illegible] нервной системы.

[illegible] из семейства лютиковых растет по пастбищам и посевам. Действующим веществом, особенно корней, является [illegible] в виде вещества [illegible] характера. При поедании [illegible] вызывает острое заболевание пищеварительного тракта.

Кроме перечисленных [illegible] растений [illegible] местообитаний встречаются многие другие.

9. Сорные растения

В каждой местности можно различать: 1) дикую растительность, которая осталась без всякого воздействия со стороны человека; 2) культурную растительность, которая значительно изменилась под влиянием культуры, и 3) сорную растительность.

Дикая растительность очень разнообразна, представляя различными типами растительного покрова. Между ними выделяются типы лесов, типы степей, типы лугов. Так, например, в лесу будут главными деревья, в степи — травы, в воде — водные растения, на болотах — мхи и т. д. Дикая растительность является местом кормления многих животных, а также служит местом размножения многих из них. Кроме того, дикая растительность имеет большое значение в жизни человека. Многие растения служат человеку пищей, другие — материалом для постройки жилищ, для изготовления одежды, обуви, посуды, мебели, лекарств, красок, дубильных веществ, топлива и т. д. Человек широко использует дикую растительность.

Сорными называют такие растения, которые не специально, но случайно, по какой-либо причине попали на культурные участки и мешают нормальному развитию культурных растений. Они распространяются по обрабатываемым полям среди культурных растений, а также по обочинам дорог, в садах, парках, а иногда и в комнатах. Сорные растения отнимают у культурных растений воду, свет, питательные вещества, затрудняют обработку почвы, понижают урожай культурных растений. Сорняки тесно связаны с культурными растениями, они распространяются вместе с семенами культурных растений. Сорные растения являются очагами распространения вредителей и болезней сельскохозяйственных культур и осложняют проведение полевых работ и уборку урожая. Семена сорных растений, попавшие в муку, ухудшают ее качество и снижают ее сортность (горький вкус, повышенная влажность, темный цвет, горький вкус, ядовитость муки).

Изучение сорных растений и приемов борьбы с ними является необходимой частью подготовки специалиста сельского хозяйства.

сорняков по составу сорной флоры

9.1. Классификация сорных растений

По удельным признакам все сорные растения подразделяют на две группы:

1) полевые сорные растения;

2) прибрежные сорные растения.

3) пустырные или рудеральные сорные растения.

К полевым и огородным группам относят сорняки, обитающие на пашнях и огородах.

Сорняки-паразиты растут среди культурных растений или вблизи на лугах и пашнях, т. е. там, где почва подвергается систематической механической обработке.

По особенностям развития среди сорняков-паразитов растений выделяются экологические группы. Прежде всего их подразделяют на однолетние и многолетние. Выделяют также отдельно третью группу паразитных и полупаразитных.

Каждая из полевых групп в зависимости от сбора зерна, способов размножения, распространения и других особенностей подразделяется на несколько биоморф.

Однолетние сорные растения подразделяются на следующие основные группы: яровые, озимые, осенние и двулетние.

Многолетние сорные растения подразделяются на три основные группы: корнеотпрысковые, корнеотпрысково-клубневые, стержнекорневые и другие.

Сорняки-паразиты

Однолетние сорные растения имеют продолжительность жизни не более 1-2 лет. Они представлены двумя подгруппами: яровой (весенней) и озимой (осенней). Рассмотрим кратко их основные признаки.

Яровые сорные растения заканчивают свое развитие в течение одного вегетационного периода. Всходят они весной, развивают побег, цветут, дают плоды и семена, после чего погибают и размножаются только семенами. Они бывают ранние и поздние в зависимости от начала и конца развития. К ним относятся: щетинник сизый, щетинник зеленый, овес пустой или овсюг, овсюг обыкновенный, вьюнок полевой (повой), ширица запрокинутая (щирица), марь белая, солянка холмовая (курай), марь красная, горец, почечуйный (горец [см. стр. 90],

[illegible] [illegible] (сем. [illegible]), [illegible] обыкновенный (сем. [illegible]).

Корнеотпрысковые: бодяк полевой, осот полевой, латук татарский (сем. сложноцветные), вьюнок полевой (сем. вьюнковые), молочай [illegible] (сем. молочайные), льнянка обыкновенная (сем. норичниковые).

Луковичные: лук круглый (сем. луковые).

Стержнекорневые: цикорий обыкновенный, татарник шерстистый или сибирский (сем. сложноцветные); [illegible] (сем. [illegible]) и некоторые другие.

Кистекорневые: подорожник большой (рис. 110), подорожник ланцетный (рис. 111) (сем. подорожниковые), лютик едкий (сем. лютиковые).

Особой группой сорных растений являются паразиты и полупаразиты.

Паразиты полностью лишены хлорофилла и питаются за счёт растения, на котором они паразитируют. Они не имеют зелёной окраски, корни их не развиты и представляют собой короткие присоски или гаустории. Часто у паразитических сорных растений наблюдается [illegible] отдельных культурах. Так, например, на подсолнечнике – заразиха подсолнечная; заразиха ветвистая – на конопле. Подобная специализация бывает и у других сорняков-паразитов – повилик. У них присоски появляются на стебле и при помощи их они присасываются к другим растениям (к культурным, а иногда и дикорастущим). Одни виды повилик паразитируют на клевере, другие – на льне.

Полупаразиты – присасываются к корням и стеблям других растений и получают от них воду и минеральные соли. Но листья этих растений содержат хлоропласты и способны фотосинтезировать. К ним относятся: погремок [illegible], очанка [illegible], [illegible], зубчатка поздняя, марьянник полевой. Все они относятся к семейству норичниковых. В Самарской области чаще встречаются первые два вида.

[illegible] сорных растений

[illegible] [illegible] на необработанных местах, пустырях, обочинах дорог, канавах. Приспособлены к неблагоприятным условиям, с [illegible]

10. Основные термины морфологии, употребляемые при описании растений

Стебель

Стебель является обычно надземным органом, находясь в воздушной среде, подвергается более разнообразным внешним воздействиям и поэтому отличается большим многообразием.

Простой стебель – стебель, не имеющий ветвей (у иван-чая, большинства злаков, осок, орхидных и многих других растений).

Главный стебель – стебель, вырастающий из почки зародыша, обычно бывает крупнее остальных стеблей.

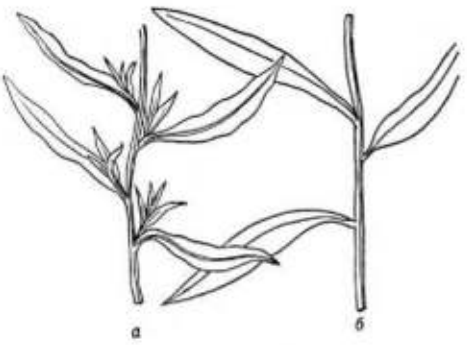


Рис. 6. Побег:
а – удлиненный с укороченными в пазухах листьев; б – удлиненный

По характеру роста различают стебель (рис. 7):

- прямостоячий (у иван-чая, синего василька);
- приподнимающийся или восходящий (у лугового клевера, обыкновенного истода);
- лежачий (у лугового чая);
- ползучий отличается от лежачего тем, что в местах соприкосновения с землей в узлах у него развиваются придаточные корни (у ползучего лютика, плющевидной будры);
- вьющийся (у полевого вьюнка, повоя, хмеля);
- цепляющийся, или лазящий (у гороха, горошка, чины).

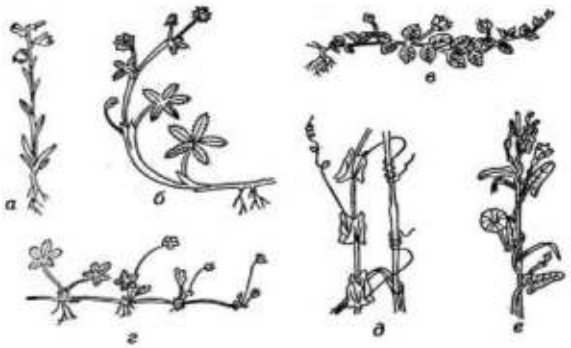


Рис. 7. Характер роста стебля

По форме поперечного сечения различают стебель (рис. 8):

- округлый (у большинства растений);
- сплюснутый (у некоторых видов рдеста и мятлика);
- трехгранный (у многих видов осоки);
- четырехгранный (почти у всех представителей семейства губоцветных, норичника, некоторых видов звездчатки);
- многогранный (у некоторых зонтичных);
- ребристый (гранистый) – с округлым сечением и невысокими продольными ребрами (у хмеля и борщевика);
- бороздчатый – с неглубокими продольными бороздками (у некоторых видов горичника);
- крылатый – по острым граням тянутся узкие зеленые пластинки (обычно это части листа) (у некоторых видов чертополоха и чины).

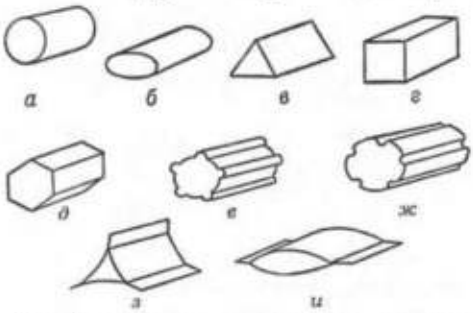


Рис. 8. Стебель в поперечном сечении:

а – округлый; б – сплюснутый; в – 3-гранный; г – 4-гранный; 3 – многогранный; е – ребристый; ж – бороздчатый; з, и – крылатый

Лист

Лист – это вегетативный орган растения, выполняющий функции фотосинтеза и транспирации. Листья весьма разнообразны по расчленённости пластинки, форме, величине, жилкованию, характеру края пластинки, опушению и продолжительности жизни. Совокупность признаков листа используется при определении систематического положения растения.

Листорасположение (рис. 9):

- очередные листья расположены по одному в узлах стебля;
- супротивные листья расположены в узлах по 2, на противоположных сторонах стебля;
- мутовчатые листья расположены в узлах по 3 или более.

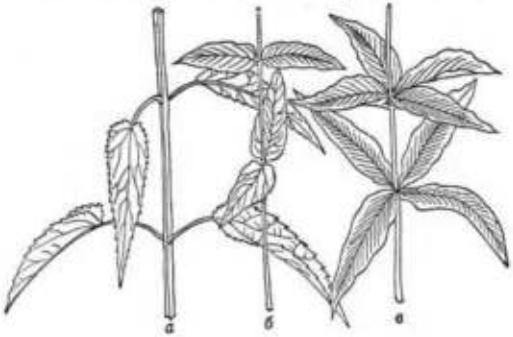


Рис. 9. Листорасположение:
а, б – супротивное; в – мутовчатое

Части листа

Листовая пластинка – основная часть листа, обычно плоская. Чаще всего именно ее имеют в виду, когда говорят о листе.

Черешок – суженная стеблевидная часть листа, соединяющая листовую пластинку со стеблем.

Прилистники – выросты у основания листа, имеющие вид мелких листочков или чешуек (рис. 10). Прилистники могут полностью или частично срастаться с черешком, а у многих растений совершенно отсутствуют.

Раструб – воронковидная трубочка, образующаяся путем срастания прилистников (у растений из семейства гречишных) (рис. 11).

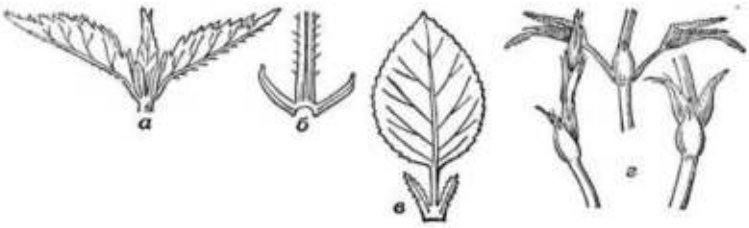


Рис. 10. Прилистники:
а, б – свободные; в – приросшие к черешку; г – сросшиеся между собой

Рис. 11. Раструб

Влагалище – расширенная нижняя часть листа, охватывающая стебель своими краями (хорошо заметно у злаков, осок, зонтичных) (рис. 12).

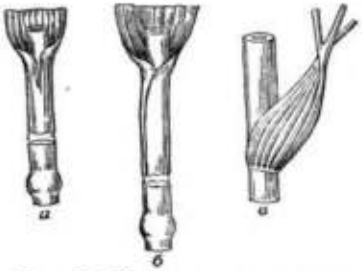


Рис. 12. Влагалище листа:
а – замкнутое (у злака); б – открытое (у злака);
в – открытое (у растения из семейства зонтичных)

Открытое влагалище – влагалище с несросшимися краями (у большинства злаков).

Замкнутое (закрытое) влагалище имеет сросшиеся края и образует трубку (листья осок, некоторых злаков, взморника).

Прикрепление листа

Сидячий лист не имеет черешка или влагалища и прикреплен к стеблю непосредственно основанием листовой пластинки (рис. 13).

Полустеблеобъемлющий лист – сидячий лист, расширенное основание которого охватывает стебель и частично срастается с ним по окружности.

Стеблеобъемлющий лист – сидячий лист с расширенным основанием, полностью охватывающим стебель в узле.

Пронзенный лист – стеблеобъемлющий лист, у которого лопасти, заходящие на противоположную сторону стебля, в процессе развития срастаются и стебель как бы пронзает лист.

Низбегающий лист – сидячий лист, основание которого на некотором протяжении прирастает к стеблю ниже узла.

Влагалищный лист – лист, имеющий влагалище.

Пленчатый лист имеет тонкую сухую пленчатую пластинку различной, но обычно не зеленой окраски (у некоторых маревых, иглиц, хвоща).

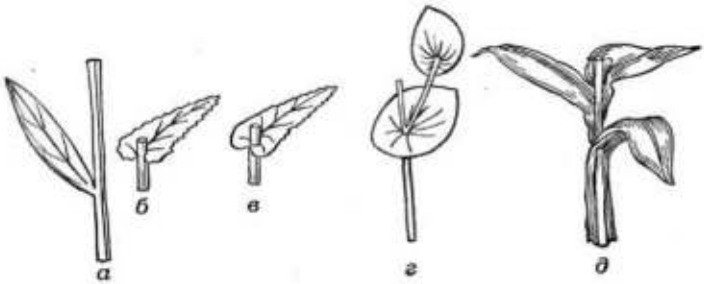


Рис. 13. Типы листьев по способу прикрепления к стеблю:
а – сидячий; б – полустеблеобъемлющий; в – стеблеобъемлющий; г – пронзенный; в – низбегающий

Форма листа

Простой лист имеет только одну листовую пластинку, цельную или расчлененную.

Цельный лист имеет цельную листовую пластинку без вырезов по краю или с вырезами, не превышающими 1/8 ширины пластинки.

Сложный лист имеет несколько листовых пластинок, называемых в таком случае листочками (у земляники, горошка).

Различают несколько типов сложных листьев (рис. 14):

- тройчатосложные (у клевера);
- пальчатосложные (у люпина);
- парноперистосложные (у сочевичника);
- непарноперистосложные (у астрагала, копеечника).

У дважды и трижды сложных листьев общий черешок разветвлен, и листочки прикрепляются к этим разветвлениям.

Листовые пластинки различаются по соотношению своей длины и ширины (рис. 15).

Рис. 14. Сложные листья:
а – тройчатосложный; б – пальчато-сложный; в – непарноперистосложный; г – парноперистосложный; з – дваждыперистосложный; е – трижды перисто-сложный

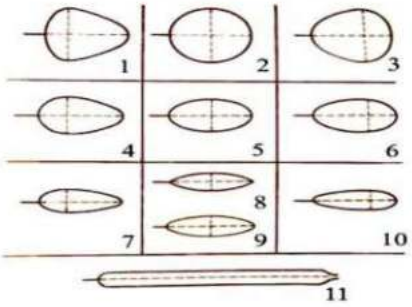


Рис. 15. Форма листовой пластинки:
1 – широкояйцевидный лист; 2 – округлый; 3 – обратноширокояйцевидный; 4 – яйцевидный; 5 – эллиптический; 6 – обратнояйцевидный; 7 – узкояйцевидный; 8 – ланцетный; 9 – продолговатый; 10 – обратноузкояйцевидный; 11 – линейный

У округлых, широкояйцевидных и обратноширокояйцевидных листьев длина пластинки примерно равна ширине, а наиболее широкая часть в первом случае находится посередине, во втором – ниже середины, в третьем – выше середины пластинки.

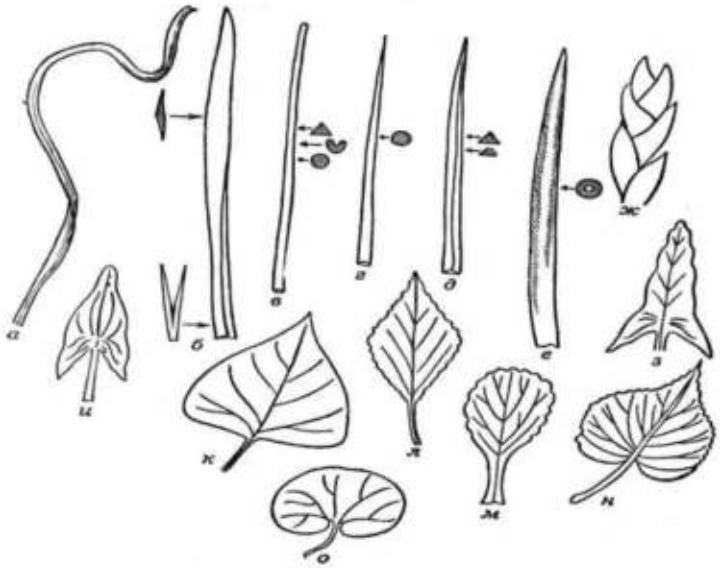


Рис. 16. Особые формы листьев:
а – тесьмовидный; б – мечевидный; в – нитевидный; г – щетиновидный; д – игольчатый; е – трубчатый; ж – чешуйчатый; з – копьевидный; и – стреловидный; к – треугольный; л – ромбический; м – лопатчатый; к – сердцевидный; о – почковидный

У овальных, яйцевидных и обратнояйцевидных листьев длина пластинки превосходит ширину в 1,5-2 раза, а наиболее широкая часть в первом случае находится посередине, во втором – ниже середины, в третьем – выше середины пластинки.

У продолговатых, ланцетных и обратноланцетных листьев длина пластинки превосходит ширину в 3-4 раза, а наиболее широкая часть в первом случае находится посередине, во втором – ниже середины, в третьем – выше середины пластинки.

У линейного листа длина пластинки превосходит ширину в 5 раз или более.

Встречаются также листья следующих форм (рис. 16):

- тесьмовидные (лентовидные) – линейные листы со слабо развитой механической системой, присущей водным растениям (подводные листья взморника, ежеголовок, стрелолиста);
- мечевидные – плотные, обычно толстые линейные листы с острой верхушкой (у касатика, аира);
- нитевидные – линейные листы, округлые, треугольные или желобчатые в поперечном сечении, торчащие, мягкие (у некоторых видов рдеста и ситника);
- щетиновидные – линейные листы, округлые в поперечном сечении, торчащие, жесткие (у многих злаков, растущих в степях и пустынях);
- игольчатые – жесткие, колючие листы линейной формы (например, хвоя сосны или ели);
- чешуйчатые – мелкие полустеблеобъемлющие листья, прижатые верхней стороной к стеблю (у четырехгранной Кассиопеи или петрова креста);
- стреловидные – треугольные листы, у которых в нижней части имеются прямые острые лопасти (надводные листья стрелолиста);
- копьевидные листы сходны со стреловидными, но их нижние лопасти отогнуты в стороны (у щавелька);
- треугольные, ромбические, лопатчатые, сердцевидные и почковидные листья названы так по сходству их с соответствующими фигурами.

Часто у растений бывают листья переходных, или промежуточных, форм, например, округло-яйцевидные, треугольно-сердцевидные, линейно-ланцетные и т. д.

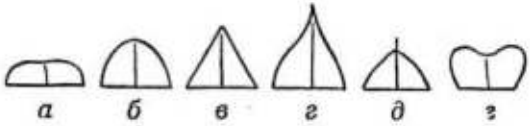


Рис. 17. Верхушка листа:
а – усеченная; б – тупая; в – острая; г – заостренная; д – остроконечная; е – выемчатая

По форме верхушки пластинки различают листья (рис. 17): тупые, острые, заостренные, остроконечные, с усеченной или выемчатой верхушкой.

Основание листовой пластинки может быть (рис. 18): округлое, клиновидное, суженное, срезанное, неравнобокое, сердцевидное, стреловидное (нижние лопасти острые, прямые), копьевидное (нижние лопасти острые или тупые, отогнутые).

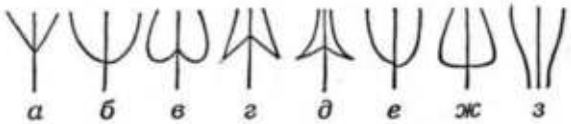


Рис. 18. Основание листа:
а – клиновидное; б – округлое; в – сердцевидное; г – стреловидное; д – копьевидное; е – неравнобокое; ж – срезанное; з – суженное

По форме края листовой пластинки различают листья (рис. 19):

- цельнокрайние – край листа не надрезан;
- зубчатые – выступы на краю листа острые, а выемки (вырезки) между ними закругленные;
- пильчатые – вырезки на краю листа и выступы острые, стороны (края) их неравнобокие;
- городчатые – вырезки на краю пластинки острые, а выступающие части (городки) тупые;
- выемчатые – вырезки на краю пластинки широкие, закругленные, а выступающие части острые;
- с волнистыми краями – вырезки и выступающие части на краю листа закругленные;
- двоякозубчатые – по крупным зубцам располагаются более мелкие;

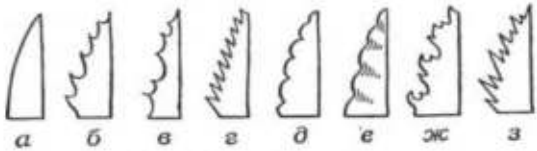


Рис. 19. Край листа:
а – цельный; б – зубчатый; в – выемчатый; г – пильчатый; д – городчатый; е – волнистый; ж – двоякозубчатый; з – двоякопильчатый

- двоякопильчатые – по выступающим зубцам пильчатого листа располагаются более мелкие зубчики такой же формы;
- неравнозубчатые и неравнопильчатые – по краю листа чередуются крупные и мелкие зубцы;

- зубчато-городчатые – городчатый лист, у которого по городкам располагаются зубчики.

Расчлененный лист имеет пластинку, надрезанную более чем на 1/8 ширины (т. е. полупластинку, надрезанную более чем на 1/4 ширины). В зависимости от глубины расчленения различают листья (рис. 20):

- лопастные – вырезки не глубже 1/4 ширины пластинки, выступающие части листа тогда называют лопастями;
- раздельные – вырезки глубже 1/4 ширины пластинки, но не достигают середины; выступающие части называют долями;
- рассеченные – вырезки доходят почти до жилки или основания пластинки; выступающие части листа называют сегментами.

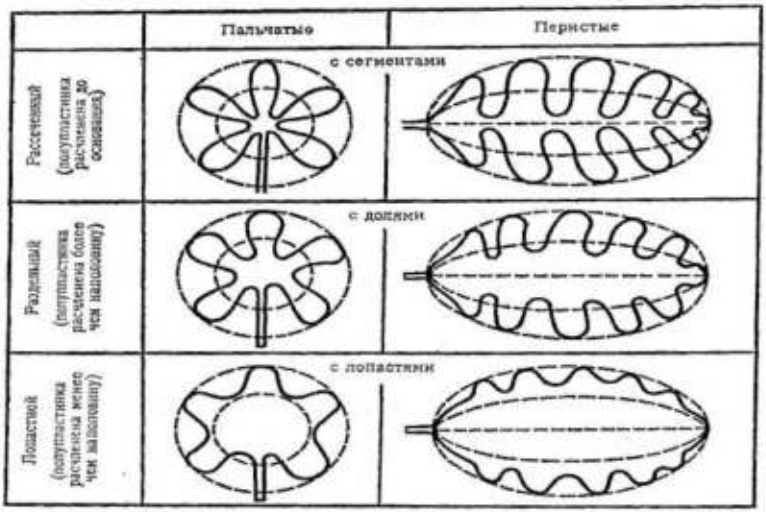


Рис. 20. Типы расчленения листа

В зависимости от формы и глубины расчленения различают листья: тройчато-, пальчато- и перистолопастные; тройчато-, пальчато- и перистораздельные; тройчато-, пальчато- и перисторассеченные.

Кроме того, различают листья (рис. 21):

- гребневидные – перистораздельные или перисторассеченные листья с линейными параллельными долями или сегментами;
- струговидные – перистораздельные или перисто-рассеченные листья с треугольными долями (сегментами);

- лировидные – перисто-расчлененные листья с крупной верхней долей или сегментом и более мелкими долями (сегментами), расположенными ниже;

- прерывчатоперистые (прерывисто-перистые) – листья, у которых чередуются крупные и более мелкие доли (сегменты).

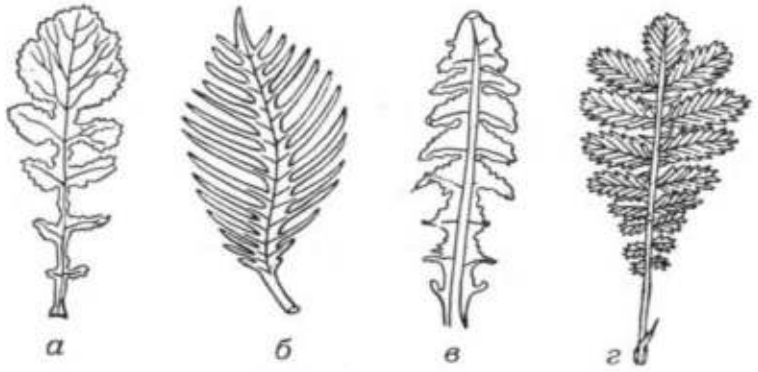


Рис. 21. Расчлененные листья:
а – лировидный; б – гребневидный; в – струговидный; г – прерывчатоперистый

Для частей сложных листьев папоротников приняты следующие названия (рис. 22):

- *перо* – ответвление первого порядка у дважды сложных листьев и от первого до предпоследнего порядка – у многосложных листьев;

- *перышко* – ответвление последнего порядка сложных листьев.

Рис. 22. Лист (вайя) папоротника (щитовника Линнея):
а – черешок; б – перо; в – перышко

Жилкование

Жилки – это сосудистоволокнистые пучки, по которым осуществляется движение токов жидкостей в листе. Различное расположение жилок обуславливает различное жилкование. Встречаются следующие типы жилкования (рис. 23):

- *перистое* – посередине листовой пластинки проходит одна (главная) жилка, а от нее в стороны идут боковые жилки;
- *пальчатое* – от основания листовой пластинки в разные стороны расходится несколько основных жилок;
- *параллельное и дуговидное* – несколько жилок протягиваются от основания до вершины листа параллельно друг другу или краю листа.

Рис. 23. Жилкование листа:
а – параллельное; б – дуговидное; в – пальчатое; г – перистое

Опушение, выросты, восковой и мучнистый налет

Восковой налет тонким слоем покрывает растение, придавая ему сизоватый оттенок (на листьях очитка, дымянки, хохлатки, ржи).

Мучнистый налет – тонкий белый или рыжеватый порошковидный налет (у белой мари или мучнистого первоцвета).

Волоски – различной формы выросты кожицы растения, образующие опушение. Различают волоски (рис. 24):

- простые (у волосистой осоки, волосистой ястребинки);
- 2-раздельные (у свербиги, многих астрагалов);
- ветвистые (у коровяка медвежье ухо);
- звездчатые (у икотника, видов бурачка);
- чешуйчатые (у лоха и облепихи);
- курчавые (у тысячелистника);
- железистые – живые волоски, обычно снабженные головчатой железкой (у бородавника);

- жгучие – железистые волоски, заполненные жгучей жидкостью и имеющие хрупкий твердый кончик, легко вонзающийся в кожу и обламывающийся; содержимое, попавшее в ранку, вызывает жжение (у крапивы).

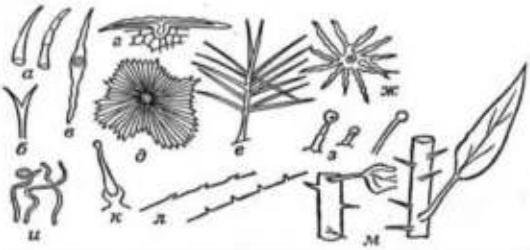


Рис. 24. Волоски и шипы:
волоски: а – простые; б – 2-раздельные на ножке (сбоку);
в – 2-раздельные сидячие (в плане); г – 2-раздельные сидячие (сбоку);
д – чешуйчатые; е – ветвистые; ж – звездчатые; з – железистые (головчатые);
и – курчавые; к – жгучие;
шипы: л – шипики; м – шипы

Опушение может быть различным в зависимости от формы, размеров и густоты расположения волосков.

Войлочное опушение – густо расположенные, спутанные, в большинстве случаев ветвистые волоски сплошь покрывают кожицу растения (нижняя поверхность листьев мать-и-мачехи).

Клочковатое опушение – на поверхности растения разбросаны отдельные пучки (клочки) волосков (на стеблях козлобородника).

Паутинистое опушение – длинные извилистые волоски лежат на поверхности растения как паутина (некоторые виды юринеи).

Реснитчатое опушение – длинные волоски расположены в один ряд по каким-либо определенным линиям органа - по краям, жилкам или ребрам (по краю листа у волосистой осоки).

Шелковистое опушение – прямые прижатые волоски направлены в одну сторону (на молодых листьях некоторых видов прострела, ветреницы).

Шерстистое опушение – сквозь густо расположенные, часто ветвистые волоски видна поверхность кожицы (у некоторых видов коровяка, бодяка).

Железистое опушение образовано железистыми волосками и хорошо распознается по утолщенным головкам на волосках (у бородавника, очанки, некоторых видов герани).

Щетинки – длинные грубые волоски (у синяка, нонеи, оносмы и многих других представителей семейства бурачниковых).

Шипики – очень короткие грубые острые выросты на поверхности растения, придающие ей шероховатость (на листьях многих видов осок и злаков) (рис.24).

Шипы – колючие твердые выросты на стебле или черешке листа, образовавшиеся из поверхностных тканей (рис. 24).

Надземные видоизменения побега и его части

Усики – видоизмененные листья или побеги, при помощи которых лианы прикрепляются к вертикальной опоре (рис. 25).

Колючки – видоизмененные листья, прилистники или пазушные побеги (рис. 26).

Луковички – мелкие надземные луковицы, образующиеся из пазушных почек побега или из цветочных почек в соцветиях. Служат для вегетативного размножения (у некоторых видов лука, камнеломки, лилии) (рис. 27).

Рис. 25. Усики

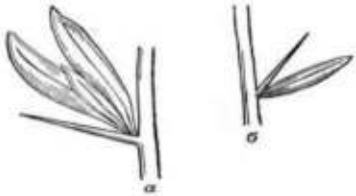


Рис. 26. Колючки:
а – образовавшаяся из листа; б – образовавшаяся из пазушного побега

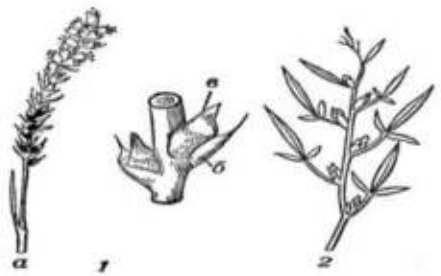


Рис. 27. Луковички:
1 – в соцветии: (а – общий вид соцветия, б – чешуйка, в – луковичка);
2 – в пазухе стеблевого листа

Кладодий – видоизмененный побег со стеблем, выполняющим функцию фотосинтеза, и мелкими чешуевидными листьями (у спаржи) (рис. 28).

Филлокладий – кладодий листовидной формы. Помещается в пазухе пленчатого листа (у данаи, иглицы) (рис. 29).

Рис. 28. Кладодии

Рис. 29. Филлокладии:
а – пленчатый лист; б – филлокладий; в – видоизмененный зеленый лист;
г – цветки

Корни

Главный корень развивается из корешка зародыша семени. Придаточные корни развиваются на стебле, корневище, луковице, клубне или листе, т. е. не на корне. Боковой корень – ответвление главного или придаточного корня.

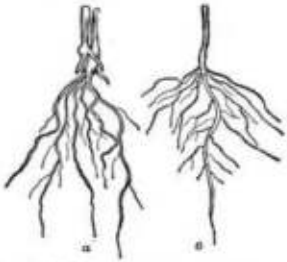


Рис. 30. Корневая система:
а – мочковатая; б – стержневая

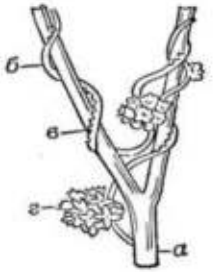


Рис. 31. Корни-присоски у паразита:
а – стебель растения-хозяина; б – вьющийся стебель паразита;
в – корни-присоски; г – соцветие паразита

Корневая система – совокупность всех корней растения.

Стержневая корневая система – система главного корня и ответвляющихся от него боковых корней (рис. 30).

Мочковатая корневая система – система придаточных корней, в которой нет главного корня или он незаметен среди других корней (рис. 30).

Корни-присоски – корни паразитных растений, внедряющиеся в тело растения-хозяина и высасывающие из него питательные вещества и воду (рис. 31).

Подземные видоизменения корней и побегов

Корнеплод – сильно утолщенный главный корень некоторых огородных растений (моркови, свеклы, редьки) (рис. 32).

Корневые шишки – клубневидные утолщения боковых или придаточных корней, называемые также корневыми клубнями (у георгин, обыкновенного лабазника, некоторых очитков) (рис. 32).

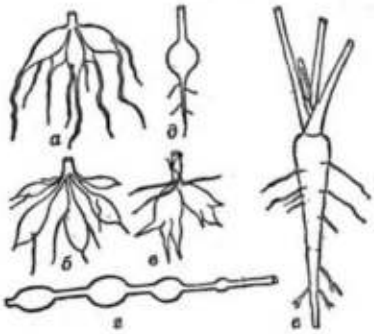


Рис. 32. Утолщенные корни:
а-г – корневые шишки; д, е – корнеплоды

Корневище – видоизмененный подземный побег с чешуевидными листьями и верхушечными и пазушными почками (рис. 33).

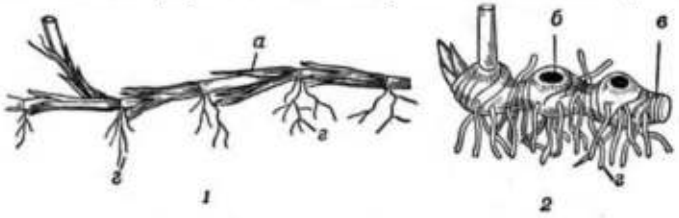


Рис. 33. Корневище:
1 – ветвистое; 2 – неветвистое: а – чешуя; б – следы опавших стеблей; в – листовые рубцы; г – придаточные корни

Клубень – утолщенный укороченный побег или корень. Клубни корневого происхождения лучше называть корневыми шишками (рис. 32).

Клубнелуковица – луковицеобразный клубень с венцом кожистых или пленчатых листьев на верхушке (у шпажника) (рис. 34).

Луковица – видоизмененный подземный побег с очень коротким утолщенным стеблем – донцем и утолщенными мясистыми листьями – чешуями луковицы.

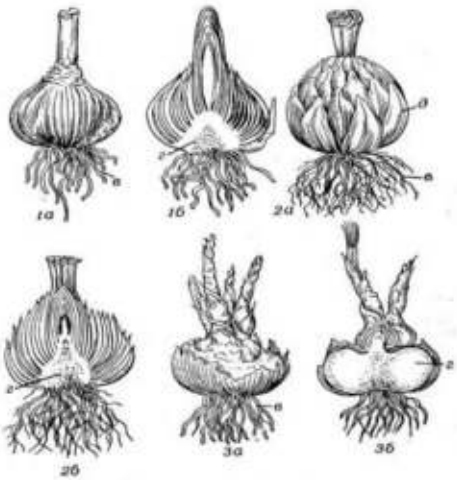


Рис. 34. Луковицы:
1 – пленчатая; 2 – чешуйчатая; 3 – клубнелуковица; а – внешний вид; б – разрез; в – придаточные корни; д – донце; в – чешуи

Луковицы бывают пленчатыми, если они одеты общими пленками, как у лука, и чешуйчатыми, когда мясистые чешуевидные листья сидят на донце свободно, как у лилии (рис. 34).

Цветок

Цветок – укороченный неразветвленный побег, части которого видоизменены в связи с приспособлением к размножению. Цветок состоит из цветоложа, околоцветника, тычинок и пестика (рис. 35). Обоеполый цветок имеет хотя бы одну тычинку и пестик. Голый цветок не имеет околоцветника (у осоки, белокрыльника, молочая) (рис. 36).

Мужской (тычиночный) цветок – пестик либо отсутствует, либо недоразвит (у огурцов, осок, хмеля) (рис. 36).

Рис. 35. Части цветка:
а – цветоложе; б – чашелистик; в – лепесток; г – тычинка; д – пестик

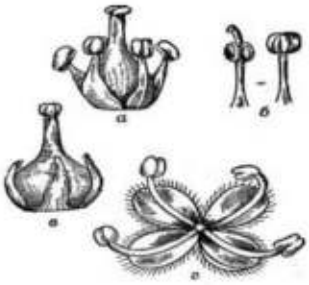


Рис. 36. Неполные цветки:
а – голый обоеполый; б – голые мужские;
в – женский с околоцветником; г – мужской с околоцветником

Женский (пестичный) цветок – тычинки либо недоразвиты, либо отсутствуют совсем (у огурцов, осок, крапивы) (рис. 36).

Бесплодный цветок не имеет ни тычинок, ни пестиков (краевые цветки в корзинках василька, служащие лишь для привлечения к соцветию насекомых-опылителей).

Круговой (циклический) цветок – все части расположены мутовками, кругами; в зависимости от числа кругов цветки называют 4-круговыми, 5-круговыми и т. д. Как правило, в наружных двух кругах располагаются листочки околоцветника (чашелистики, лепестки), в 1-2 круге сгруппированы тычинки, а внутренний круг занимают пестики (пестик); 3-членный, 4-членный, 5-членный цветки: круговой цветок, в котором число листочков околоцветника и тычинок в кругах равно или кратно 3, 4, 5 и т. д.

Спиральный цветок – части расположены по спирали (у живокости, купальницы, горицвета).

Правильный (актиноморфный) цветок – в пределах каждого круга части цветка обычно одинаковы и расположены таким образом, что через него можно провести несколько плоскостей симметрии (у лютика, гвоздики, незабудки). Однако в большинстве случаев при определении симметрии цветка учитывают только строение околоцветника (рис. 37).

Неправильный (зигоморфный или моносимметричный) цветок: через цветок можно провести только одну плоскость симметрии (у гороха, фиалки, глухой крапивы, орхидных). Несимметричный (асимметричный) цветок построен таким образом, что через него нельзя провести ни одной плоскости симметрии (у валерианы, канны) (рис. 37).

Хасмогамный цветок опыляется в открытом состоянии; почти все растения имеют хасмогамные цветки.

Клейстогамный цветок: нераскрывающийся цветок, в котором происходит самоопыление (опыление пестика пыльцой из своего же цветка), в результате чего образуются семена. Клейстогамные растения имеют наряду с обычными открывающимися (хасмогамными) цветками, опыляемыми ветром, водой или насекомыми, закрытые, клейстогамные цветки (многие виды фиалки, кислица).

Однодомное растение – на одной и той же особи образуются мужские и женские цветки (у огурцов, молочая, рогоза, ежеголовки).

Двудомное растение – на одних особях образуются только мужские цветки, на других – только женские (у конопли, хмеля, щавелька).

Многодомное (многобрачное) растение образует обоеполые и однополые цветки, собранные на одной особи (некоторые виды ромашки, крестовника, девясила).

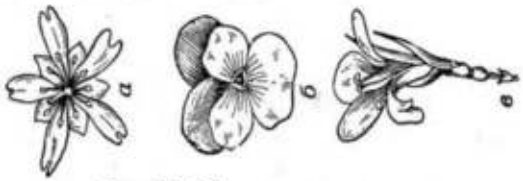


Рис. 37. Симметрия цветка:
а – правильный цветок; б – неправильный цветок; в – асимметричный цветок

Части цветка

Цветоложе – расширенное основание цветка, к которому прикрепляются остальные его части; может быть выпуклым (у лютика), плоским (у пиона) и вогнутым (у манжетки) (рис. 38). Если цветоложе выражено слабо (не утолщено, не расширено и т. д.), его называют *точечным*.

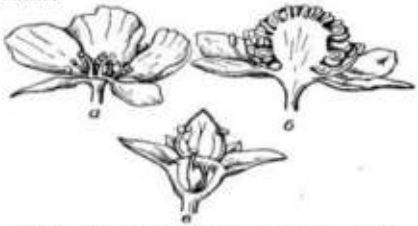


Рис. 38. Цветоложе и гипантий:
а – плоское цветоложе; б – выпуклое цветоложе; в – вогнутый гипантий

Гипантий – нижняя часть цветка, образовавшаяся путем срастания расширенного цветоложа с основаниями чашелистиков, лепестков и тычинок (у толстянковых, камнеломковых, розоцветных) (рис. 38).

Типы околоцветника

Двойной околоцветник – листочки околоцветника резко дифференцированы на зеленые чашелистик и яркоокрашенные лепестки.

Простой околоцветник – все листочки более или менее одинаковы по форме, размерам и окраске и могут быть либо яркими, либо невзрачными (у тюльпана, ветреницы, вороньего глаза).

В зависимости от окраски и консистенции листочков различают простые околоцветники:

- венчиковидный: листочки ярко окрашены (у тюльпана, подснежника, ириса);
- чашечковидный: листочки окрашены в зеленый цвет или имеют пленчатую или кожистую консистенцию (у вороньего глаза, манжетки);
- пленчатый: листочки полупрозрачные (у видов ситника, ожики).

Строение чашечки

Чашечка – наружный круг двойного околоцветника, образованный чашелистиками и окрашенный большей частью в зеленый цвет (рис. 39).

Чашелистики – листочки, из которых состоит чашечка.

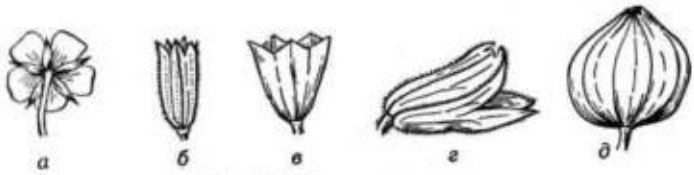


Рис. 39. Типы чашечки:
а – раздельнолистная; б – цилиндрическая; в – колокольчатая; г – двугубая; е – вздутая

Венчиковидная чашечка окрашена в яркие цвета (у борца, живокости).

Раздельнолистная (свободнолистная) чашечка образована свободными чашелистиками.

Сростнолистная (спайнолистная) чашечка образована. Об их числе в этом случае судят по числу зубчиков на сросшейся

чашелистиками верхушке трубки (сросшейся части чашечки). Сростнолистная чашечка бывает разной формы (рис. 39):

- цилиндрическая (трубчатая) (у скученной смолевки);
- колокольчатая (у обыкновенной льнянки, многих видов колокольчика);
- вздутая (у физалиса);
- двугубая (у черноголовки, шлемника) и т. д.

Подчашие – круг листочков, расположенных снаружи (ниже) от чашечки и образующих как бы нижнюю или наружную чашечку (у земляники, лапчатки, мальвы) (рис. 40). Происхождение подчашия у представителей разных семейств различно.

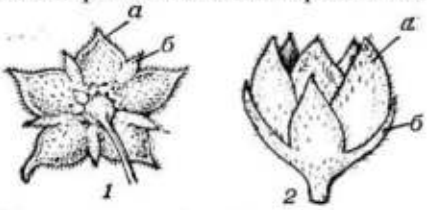


Рис. 40. Подчашие:
1 – у растения из семейства розоцветных;
2 – у растения из семейства мальвовых; а – чашелистики;
б – листочки подчашия

Части венчика

Венчик – внутренняя часть околоцветника; лепестки, образующие венчик, окрашены большей частью в яркие цвета.

Лепестки – листочки, из которых состоит венчик. Лепесток состоит из узкой части – ноготка, который прикреплен к цветоложу и расширенной части – отгиба (рис. 41). В зависимости от длины ноготка различают лепестки длинноногтковые (обычно в цветках с трубчатой чашечкой) и коротконогтковые (обычно в цветках с развернутой или ширококолокольчатой чашечкой).

Привенчик – коронка из зубчиков, образующаяся в цветке некоторых растений в месте перехода ноготка лепестка или листочка простого околоцветника в отгиб (у окопника, смолки, нарцисса).

Шлем – расширенный вогнутый верхний чашелистик в цветке (у борца). Шлем накрывает остальные части цветка сверху, как капюшон (рис. 41).

Шпорец – сильно вытянутый трубчатый лепесток, чашелистик или листочек простого околоцветника, в котором накапливается нектар (у живокости, льнянки, многих орхидных) (рис. 41).

Рис. 41. Венчик и его части:

лепесток: 1 – коротконоготковый; 2, 3 – длинноноготковый;
венчик: 4, 5 – мотыльковый; 6 – колесовидный; 7 – трубчато-колесовидный;
8 – воронковидный; 9 – колокольчатый; 10 – трубчатый; 11 – двугубый;
12 – одногубый; 13 – язычковый; 14 – ложноязычковый
(а – ноготок, б – отгиб, в – зубцы привенчика, г – чашечка,
в – парус (флаг), е – весло (крыло), ж – лодочка, з – трубка, и – хохолок)

Губа – более крупный, чем остальные, нижний листочек околоцветника или часть сростнолепестного венчика, обособленная от остальной его части (у орхидных, губоцветных, некоторых представителей семейства норичниковых) (рис. 42).

Форма венчика и околоцветника

Мотыльковый венчик состоит из верхнего широкого коротконоготкового лепестка – флага, или паруса, прикрывающего весь цветок сверху, двух боковых длинноноготковых лепестков,

называемых веслами, или крыльями, и двух нижних, также длинноногтковых лепестков, часто срастающихся по переднему краю и называемых лодочкой (у семейства бобовых) (рис. 41).

Раздельнолепестный (свободнолепестный) венчик образован свободными лепестками.

Спайнолепестный (сростнолепестный) венчик образовался путем срастания лепестков на большем или меньшем протяжении. Сросшиеся части лепестков образуют трубку, несросшиеся отгиб, или зубчик. Место перехода трубки в отгиб – зев. Спайнолистный простой околоцветник образован сросшимися листочками (у ландыша, купены) и похож на спайнолепестный венчик. В зависимости от размеров трубки, величины, направления роста и формы отгиба различают венчики (рис. 41):

- колесовидный (у незабудки);
- воронковидный (у вьюнка);
- колокольчатый (у колокольчика);
- трубчато-колесовидный (у золототысячника);
- трубчатый – с небольшим отгибом и большой трубкой (внутренние цветки в корзинках лопуха, василька, пижмы);
- двугубый – спайнолепестный венчик разделен на две части – губы (у растений из семейства губоцветных и некоторых других); о числе лепестков, из которых образовалась губа, судят по числу лопастей или зубчиков на краях губы;
- язычковый – все лепестки (или их часть) внизу срослись в короткую трубочку, а вверху образуют плоский язычок; зубчики на верхушке язычка указывают на число лепестков, из которых образовался язычок. Язычковые и так называемые ложноязыч-ковые цветки имеются у большинства сложноцветных.

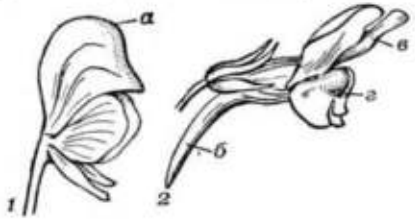


Рис. 42. Особые типы цветков:
1 – со шлемом; 2 – двугубый со шпорцем
а – шлем, б – шпорец, в – верхняя губа, г – нижняя губа

Тычинки

Тычинка состоит из тычиночной нити и пыльника (рис. 43). Длина и форма тычиночной нити, так же как форма и цвет пыльников, очень различны. Если тычиночная нить очень короткая или незаметная, пыльник называют сидячим.

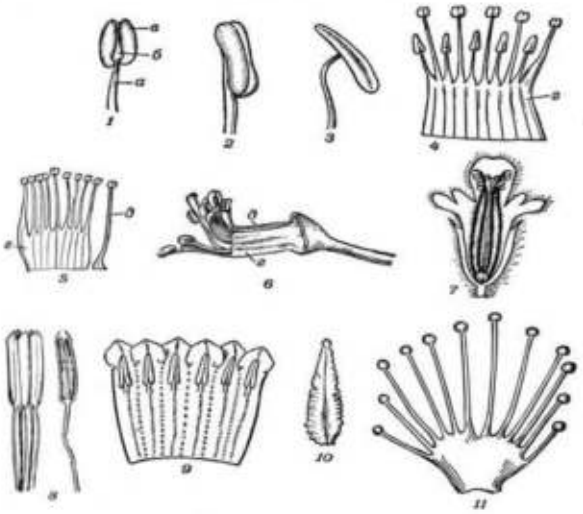


Рис. 43. Тычинки и стаминодии:
тычинки: 1, 2 – с неподвижным пыльником;
3 – с качающимся пыльником; 4 – однобратственные;
5, 6 – двубратственные; 7 – двусильные; 8 – соединенные пыльниками;
9 – приросшие к околоцветнику:
(а – тычиночная нить, б – связник, в – пыльник,
г – тычиночная трубка, д – свободная тычинка);
10, 11 – стаминодии

Тычинки могут срастаться между собой. Обычно срастаются на большем или меньшем протяжении только тычиночные нити. Если срастаются все тычинки в цветке, они называются однобратственными; если тычинки срастаются в две группы или часть из них срастается, а часть остается свободной, они называются двубратственными (в семействе бобовых). Если тычинки срастаются в несколько (более двух) групп, они называются многобратственными (в семействе зверобойных). Пыльники срастаются редко (у растений из семейства тыквенных), чаще происходит только слипание пыльников (в семействах сложноцветных, пасленовых, колокольчиковых, лобелиевых). Нередко тычинки, не срастаясь между

собой, прирастают к венчику (или к простому околоцветнику), и пыльники сидят на коротких свободных окончаниях тычиночных нитей, отходящих от трубки венчика (простого околоцветника) или отдельного лепестка (листочка) (у медуницы, первоцвета) (рис. 43).

Двусильные тычинки находятся в одном круге, но имеют разную длину (у губоцветных) (рис. 43).

Стаминодий – видоизмененная тычинка, утратившая свою основную функцию – образование пыльцы (например, у водосбора между тычинками и пестиками находятся пленчатые морщинистые листочки – стаминодии). Нередко стаминодии превращаются в нектарники; иногда на стаминодиях сохраняются недоразвитые пыльники (рис. 43).

Гетеростильные цветки – цветки, в которых тычинки и пестики неодинаковы по длине. Различают дистильные и тристильные цветки.

Дистильные цветки бывают двух типов: у одних длинные тычинки и короткий столбик, у других – наоборот. Опыление возможно только при переносе пыльцы с длинных тычинок на длинный пестик или с коротких тычинок на короткий пестик (у первоцветов) (рис. 44).

Тристильные цветки бывают трех типов. В одних цветках длинный столбик, а тычинки короткие и средней длины; в других – столбик средней длины, а тычинки длинные и короткие; в третьих – столбик короткий, а тычинки длинные и средней длины. Пестики опыляются только пыльцой тычинок одинаковой с ними длины (рис. 45).

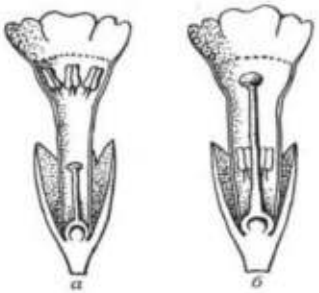


Рис. 44. Дистилия (у первоцвета):
а – цветок с длинными тычинками и коротким столбиком;
б – цветок с короткими тычинками и длинным столбиком

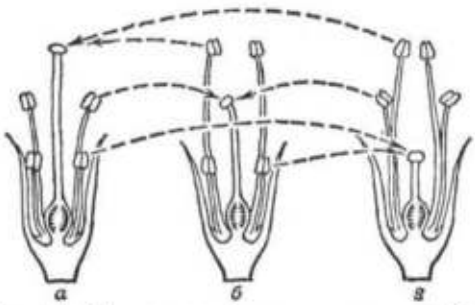


Рис. 45. Тристилия (у иволистного дербенника):
а – цветок с длинным столбиком и тычинками – короткими и средней длины; б – цветок со столбиком средней длины, короткими и длинными тычинками; в – цветок с коротким столбиком и тычинками – длинными и средней длины (стрелки показывают возможные пути переноса пыльцы)

Строение пестика

Пестик – центральная часть обоеполого или женского цветка, содержащая семяпочки, из которых образуются семена. Сам пестик (или пестики, если их в цветке несколько) после опыления превращается в плод (рис. 46).

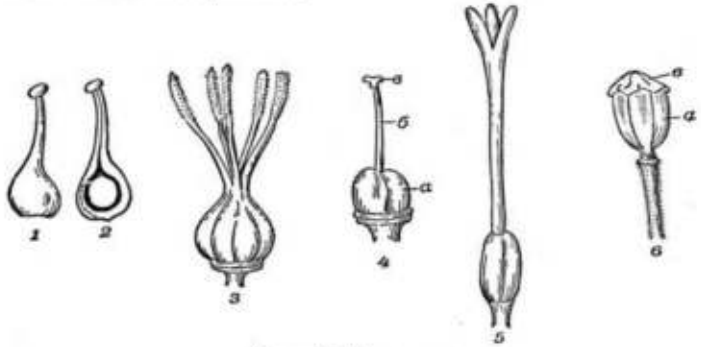


Рис. 46. Пестики:
1, 2 – с одним столбиком и головчатым рыльцем (внешний вид и разрез); 3 – с 5 столбиками; 4 – с одним столбиком и 3-лопастным рыльцем; 5 – с одним столбиком и 3-раздельным рыльцем; в – с сидячим многолопастным рыльцем (а – завязь, б – столбик, в – рыльце)

Нижняя вздутая часть пестика, содержащая семяпочки, называется *завязью*. Верхняя клейкая часть – *рыльце* служит для улавливания пыльцы при опылении. Нитевидная часть пестика, соединяющая завязь с рыльцем, называется столбиком. Сидячее рыльце располагается непосредственно на завязи.

Верхняя (свободная) завязь прикреплена основанием к цветоложу, не срастаясь ни с ним, ни с другими частями цветка (рис. 47).

Нижняя завязь находится под цветком, остальные части цветка прикреплены к ее верхушке.

Полунижняя завязь срастается с цветоложем или с основаниями остальных частей цветка не до самого верха.

Гнезда завязи – полости в завязи; если в завязи нет перегородок, она одногнездная, а если перегородки есть, содержит несколько гнезд (рис. 48).

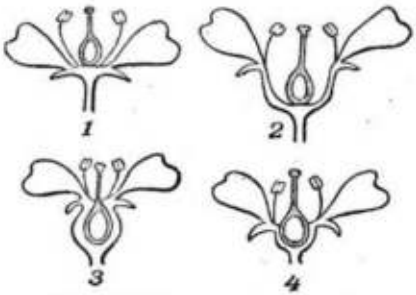


Рис. 47. Положение завязи:
1, 2 – верхняя (свободная); 3 – нижняя; 4 – полунижняя

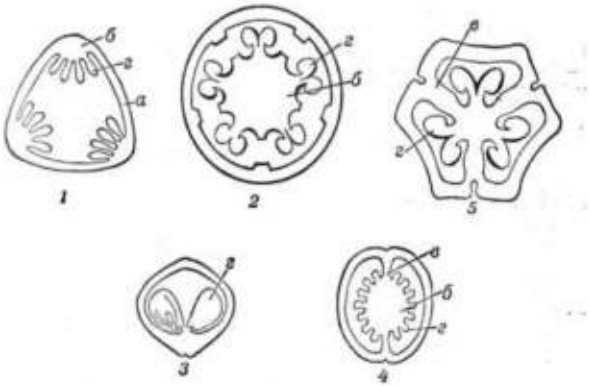


Рис. 48. Поперечный разрез завязи:
1-3 – одногнездная; 4-2 – гнездная; 5-3 – гнездная;
а – стенка завязи; б – семяпочка; в – перегородка; г – семяпочка

Обычно число гнезд соответствует числу столбиков или рылец, но бывает и так, что при одногнездной завязи столбиков несколько (в семействе гвоздичных) или при многогнездной завязи – один столбик и несколько рылец или их лопастей (чемерица, глухая крапива, тюльпан).

Семяпочки – зачатки семян, находящиеся внутри завязи; из семяпочки образуется семя.

Расположение цветков, соцветие

На побегах цветки редко располагаются одиночно, у большинства растений они собраны группами, образующими соцветия.

Одиночные цветки – цветки, располагающиеся по одному на верхушке побега – верхушечные (у купальницы, многих видов ветреницы, белозора) или в пазухе листа – пазушные (у полевого вьюнка, заборного повоя, лугового чая) (рис. 49).

Рис. 49. Положение цветка на растении:
1 – цветок одиночный верхушечный; 2, 3 – цветки одиночные пазушные;
4 – пазушное соцветие; 5 – верхушечное соцветие; 6 – соцветие-початок:
а – цветоножка, б – кроющий лист, в – прицветники, г – стрелка, д – крыло

Соцветие – разветвленный побег, ветви которого несут цветки; при этом листья на ветвях мелкие, часто бледные, недоразвитые, а иногда отсутствуют совсем.

Цветочная стрелка – длинный безлистный побег, несущий на вершине цветок (у тюльпана, нарцисса, жирянки) или соцветие (у одуванчика, подорожника).

Цветонос – безлистный участок побега, несущий цветок или соцветие.

Цветоножка – боковой, часто безлистный побег, несущий на конце цветок.

Сидячий цветок не имеет цветоножки и располагается непосредственно на оси соцветия.

Кроющий лист – лист (нормальный или недоразвитый), в пазухе которого находится цветок.

Кроющий лист соцветия – лист, в пазухе которого находится соцветие.

Прицветники – мелкие недоразвитые листья на цветоножке. У двудольных растений на цветоножке большей частью по 2 прицветника.

Типы соцветий

Соцветием называется совокупность цветков, расположенных на осях, лишённых типичных листьев (рис. 50).

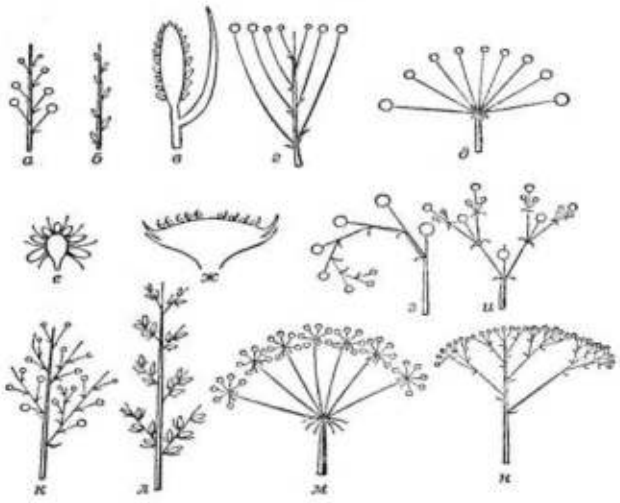


Рис. 50. Типы соцветий:
а – кисть; б – простой колос; в – початок; г – щиток; д – простой зонтик; е – головка; ж – корзинка; з – завиток; и – полузонтик; к – метелка; л – сложный колос; м – сложный зонтик; и – щитковидное соцветие

Листок — из стебля и листьев (или из листьев) растения, которое растет из почки, расположенной на стебле (или на корневище)

Прилистник — лист, часто имеющий листовую пластинку, иногда очень крупный, расположенный у основания черешка листа (у некоторых растений)

Черешок — часть листа, служащая для прикрепления пластинки листа к стеблю (у сидячих листьев отсутствует)

Чашечка — наружная часть околоцветника, состоящая из чашелистиков (иногда чашечка) прикрепляется почти в одной точке на верхушке стебля или ветви; порядок расположения цветков — от периферии к центру соцветия (у верхушечных, зонтичных, кистевидных)

Цветок — из листьев видоизменившихся органов состоит цветок, расположенный самый вверх (соцветие колосковых колосковый)

Цветоложе — вздутие у основания цветка, часто конусовидное или плоское (иногда очень развивается, мясистое, образует плод)

Цветоножка — часть стебля, несущая цветок (у некоторых растений отсутствует, цветок сидячий)

Чашелистик — из листьев околоцветника, расположенных снаружи (иногда чашелистики окрашены в венчиковидный цвет)

Венчик — часть околоцветника, состоящая из лепестков (иногда венчик отсутствует)

Венчиковидный околоцветник — из одинаковых по виду листочков (иногда венчиковидный околоцветник)

Двойной околоцветник — имеется как чашечка, так и венчик (иногда чашечка и венчик сходны по окраске и называются околоцветником)

Лепесток — разноцветная часть из полевой околоцветника (иногда у высокого вида)

Однолетнее растение — из семян в один год (иногда однолетние растения растут несколько лет, например у некоторых представителей семейства капустных).

Сложный колос – колос из простых колосьев или колосков, сидящих на более-менее вытянутой главной оси (виды пырея, коротконожки, ячменя).

Щитковидное соцветие – цветки или мелкие компактные соцветия располагаются более или менее в одной плоскости (у пурпурного очитка, пижмы, тысячелистника).

Плод

Плод – орган цветкового растения, образующийся из цветка после опыления и содержащий внутри одно, несколько или много семян. Чаще всего плод развивается из пестика (или совокупности пестиков), но иногда (особенно если завязь в цветке нижняя) в образовании плода могут принимать участие и другие части цветка – чашечка, венчик, цветоложе, гипантий и т. д. Если в цветке несколько свободных пестиков, то плод будет состоять из нескольких плодиков.

Плоды бывают сухие и сочные, односемянные и многосемянные. Сухие многосемянные плоды обычно вскрываются, при этом из них высыпаются семена; есть и невскрывающиеся сухие многосемянные плоды, распадающиеся при созревании на части, каждая из которых содержит обычно одно семя. Сочные плоды в большинстве случаев не вскрываются совсем.

Боб – сухой многосемянный одногнездный плод, вскрывающийся 2 створками сверху вниз (характерен для семейства бобовых) (рис. 51).

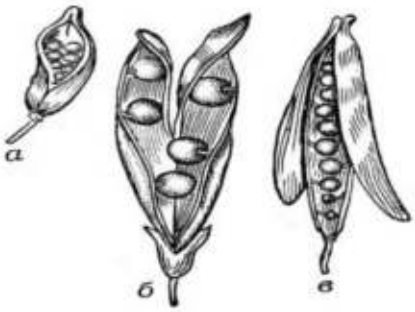


Рис. 51. Плоды:
а – листовка; б – боб; в – стручок

Дробные плоды распадаются при созревании на части по перегородкам между гнездами завязи (у растений из семейства зонтичных, мареновых, мальвовых).

Зерновка – сухой односемянный невскрывающийся плод с пленчатым околоплодником, прирастающим к оболочке семени. Обычно одета сухими цветковыми чешуями. Характерна для семейства злаков (рис. 53).

Коробочка – сухой многосемянный одногнездный или многогнездный плод, вскрывающийся разными способами: створками, зубчиками, дырочками или крышечкой (рис. 52).

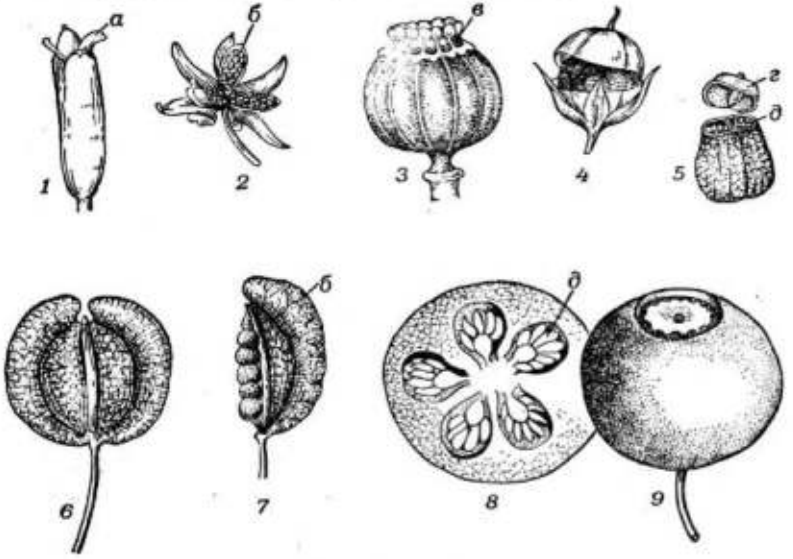


Рис. 52. Плоды:
1-5 – коробочки; 6, 7 – стручочек (общий вид и разрез);
8, 9 – ягода (разрез и общий вид)
(а – зубчик, б – створка, в – дырочка, г – крышечка, д – гнездо)

Костянка – наружная часть околоплодника сочная (редко кожистая), а внутренняя – деревянистая, образующая косточку (плод вишни, плодики у морошки или костяники, образующие вместе плод-многокостянку.

Крылатка – сухой односемянный плод с крыловидными выростами околоплодника.

Листовка – сухой многосемянный одногнездный плод, вскрывающийся одной продольной щелью (рис. 51).

Многокостянка состоит из нескольких костянок, развивающихся из нескольких свободных пестиков цветка (у морошки, костяники) (рис. 54).

Многолистовка состоит из нескольких листовок, развивающихся из нескольких свободных пестиков цветка (у купальницы, калужницы, водосбора) (рис. 54).

Многоорешек состоит из нескольких или многих орешков, развивающихся из свободных пестиков цветка (у лютика, лапчатки) (рис. 54).

Орешек – сухой односемянный невскрывающийся плод с кожистым околоплодником, образующийся из пестика с верхней завязью (у горца) (рис. 53).

Семянка – сухой односемянный невскрывающийся плод с кожистым околоплодником, образующийся из цветка с нижней завязью (рис. 53). При образовании семянок чашечка часто разрастается и образует хохолок или другие приспособления для распространения плодов.

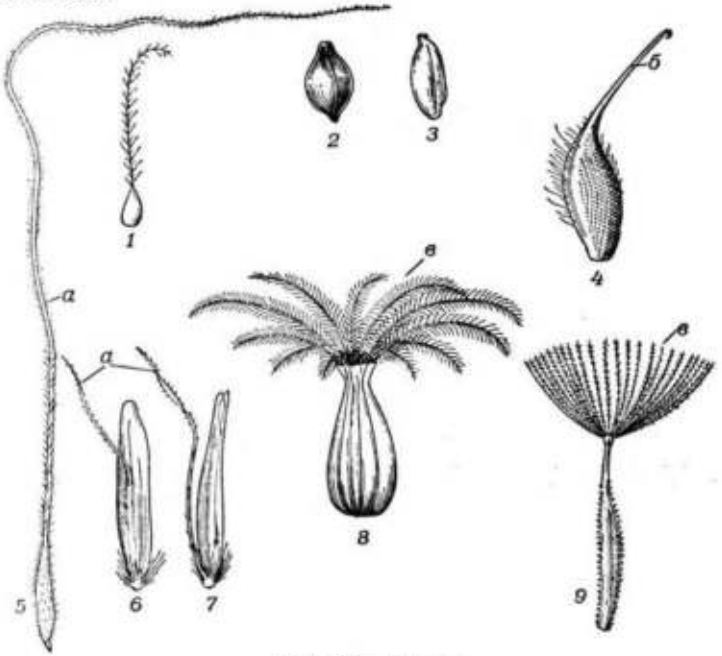


Рис. 53. Плоды:
1, 2, 4 – орешки; 3, 5, 6, 7 – зерновки (3 – голая, 5-7 – одетые чешуями); 8, 9 – семянки (а – ость, б – защепка, в – хохолок)

Стручок – сухой многосемянный (редко односемянный) 2-гнездный плод, вскрывающийся снизу вверх 2 створками. На плодоножке после отпадения створок остается перегородка-рамка

с сидящими по краям семенами (характерен для семейства крестоцветных) (рис. 51).

Стручочек – короткий стручок, длина которого не более чем в 4 раза превосходит ширину (у ярутки, пастушьей сумки) (рис. 52).

Четковидные (членистые) плоды – бобы и стручки, у которых образуются хорошо заметные снаружи перетяжки между семенами (у дикой редьки – четковидный стручок, у копеечника – четковидный, или членистый, боб) (рис. 54).

Ягода – сочный многосемянный плод (у брусники, паслена, ландыша) (рис. 52).

Хохолок – пучок длинных волосков или щетинок на семянке, образующийся из чашечки (у растений из семейств валериановых, ворсянковых и сложноцветных) (рис. 53).

Присемянник – сочный или мясистый придаток при семени; часто служит приспособлением для распространения семян птицами или муравьями (у фиалок, ожики, чистотела) (рис. 55).

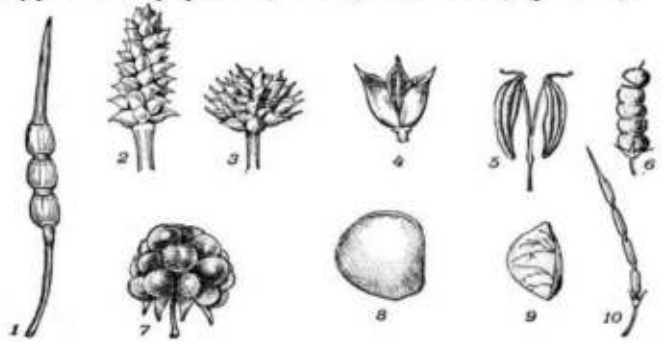


Рис. 54. Плоды:
1 – четковидный (членистый) стручок; 2 – многоорешек; 3 – многолистовка; 4 – трехлистовка; 5 – двусемянка (у зонтичных); 6, 10 – четковидный (членистый) боб; 7 – многокостянка; 8 – отдельная костянка (внешний вид); 9 – отдельная костянка (косточка)

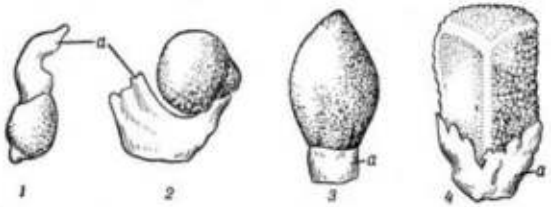


Рис. 55. Присемянники:
1, 2 – семена; 3, 4 – части плода; а – присемянники

Семя

Семя развивается из семяпочки и находится внутри плода. На нем различают семяножку и рубчик – место прикрепления семяножки. Иногда в основании семени развивается мясистый придаток – присемянник, или хохолок, из волосков. Размеры семян могут быть различны: от микроскопических (у растений из семейств орхидных и грушанковых) до 1 см и более (у некоторых видов бобовых). По форме семена могут быть округлыми, яйцевидными, треугольными, овальными, бобовидными, почковидными и т. д.

Органы размножения споровых растений

Спорангий – видимая только в сильную лупу коробочка у споровых растений (папоротников, хвощей и плаунов), в которой образуются клетки бесполого размножения – *споры* (рис. 56).

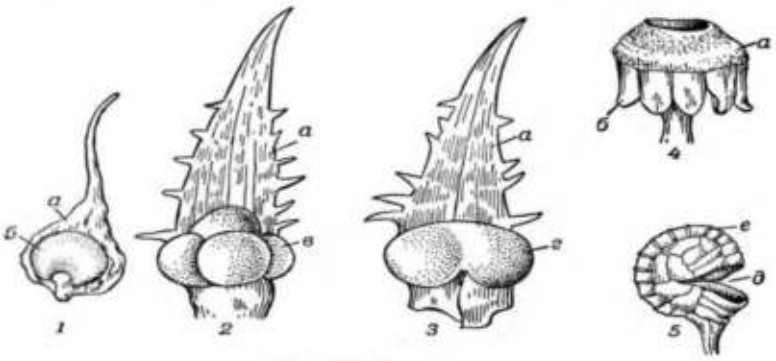


Рис. 56. Спорангии:
1 – плауна; 2, 3 – плаунка; 4 – хвоща; 5 – папоротника;
а – спороносный лист; б – спорангий; в – макроспорангий с 4-макроспорами;
г – микроспорангий; д – устье; е – кольцо

Микроспорангий – спорангий с более мелкими спорами (микроспорами), из которых развиваются мужские заростки.

Макроспорангий (мегаспорангий) – спорангий с крупными спорами (макроспорами, или мегаспорами), из которых вырастают женские заростки.

Сорус – кучка спорангиев, располагающаяся обычно на нижней поверхности спороносных листьев папоротников. У многих папоротников сорус покрыт снизу покрывальцем. Расположение сорусов, их величина и форма имеют значение для определения папоротников (рис. 57).

Рис. 57. Сорусы папоротника:
1 – лист с сорусами; 2 – сорус при большом увеличении;
а – пластинка листа; б – сорус; в – покрывальце; г – спорангий

Спороносные листья (спорофиллы) – листья споровых растений, на которых размещаются спорангии; у большинства папоротников они не отличаются от обычных зеленых листьев, но у некоторых имеют иные форму, размеры и окраску. У хвощей и большинства плаунов спороносные листья не похожи на зеленые стеблевые листья и собраны на концах побегов в спороносных колосках (рис. 58).

Рис. 58. Спороносные колоски:
а – ужовника обыкновенного; б – хвоща; в – плауна

Полужизненные монокарпики — почти однолетние и многолетние растения, при вегетации снова строят [с. 57]

Жизненные формы и приспособительные признаки растений

Малолетники — травянистые растения, у которых полезные органы существуют несколько месяцев или меньше, а вышележащие — один год, реже несколько. Надземные побеги многолетников не отмирают, а интенсивно растут, живут в благоприятных условиях несколько лет. *Примеры.* Злаки, многие многолетние растения, полукустарники, кустарники

Однолетники — травянистые растения, живущие один год, в течение вегетации они образуют семена, годные для посева, после посева и всхода проходят следующие этапы. *Примеры.* Капустные, тыквенные, пасленовые, бобовые, злаковые, розоцветные

Яровые однолетники прорастают из семян весной и в этом же году после плодоношения отмирают. *Примеры.* Пшеница яровая, ячмень, овес, подсолнечник, горох

Озимые однолетники прорастают осенью, зимуют обычно в виде укороченного побега с розеткой прикорневых листьев и корней, а с наступлением тепла весной возобновляют вегетацию. *Примеры.* Пшеница озимая, рожь, ячмень

Двулетники — растения, живущие 2 года. В первый год жизни развивается укороченный побег с розеткой листьев и стержневой корень, на второй год образуется цветоносный побег. После плодоношения двулетники отмирают. *Примеры:* белая дрема, василек синий, мак-самосейка, клевер, капуста, свекла, морковь

Двулетники отличаются от однолетников хорошо развитым стержневым корнем и остатками прошлогодних листьев у основания стебля и от многолетников — отсутствием почек возобновления и ремонтных побегов, у них не бывает сильно ветвистого корневища. Многие растения могут быть то однолетниками, то двулетниками (гречиха посевная, подсолнечник, капуста, свекла, морковь, лук репчатый)

Многолетники — растения, имеющие в фазу цветения побеги возобновления, сохраняющиеся в виде отдельных побегов или всего растения. Часто многие хорошо известны группы полукустарников

(колечки от опавших почечных чешуи). *Примеры:* брусника, клюква, подбел.

Полукустарники – растения, у которых ежегодно отмирает не весь надземный побег, а лишь верхняя его часть, а основание одревеснеет и живет несколько лет. На деревянистых основаниях хорошо видны почки возобновления. *Примеры:* некоторые виды полыни, астрагала.

Полукустарнички – низкорослые полукустарники (не более 50 см). Примеры: некоторые виды полыни, кокпек. Полукустарники и полукустарнички обозначают тем же значком, что и многолетники.

Лианы – растения, имеющие слабые тонкие стебли, взбирающиеся на вертикальную опору при помощи усиков, придаточных корней, зацепок или обвивая ее. *Примеры:* хмель, заборный повой, переступень, виды горошка и чины.

Розеточное растение имеет сильно укороченные вегетативные надземные побеги; все листья побега расположены около земли и образуют кружок – розетку (рис. 59). *Примеры:* росянка, подорожник, одуванчик, первоцвет.

Рис. 59. Розеточное растение

Подушка – своеобразная форма роста, при которой растение образует множество коротких, прижатых друг к другу веточек (рис. 60). *Примеры:* многие горные виды крупки, смолевки, минуарции.

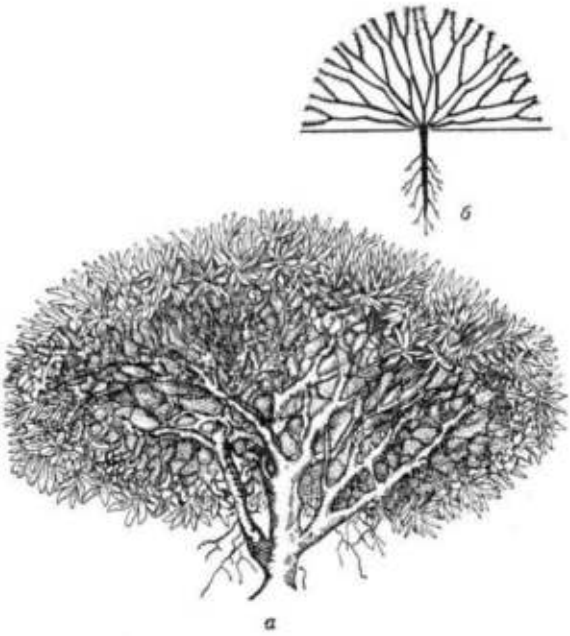


Рис. 60. Растение-подушка:
а – внешний вид; б – схема

Перекати-поле – жизненная форма некоторых степных травянистых растений. Веточки растения разрастаются и изгибаются таким образом, что вся надземная часть приобретает шаровидную форму, после созревания плодов отделяется от корня. Ветер перекатывает шары по степи, рассеивая при этом плоды и семена. У перекати-поля выработались многочисленные приспособления к постепенному рассеиванию плодов и семян. *Примеры:* татарский катран, колючий зопник, татарский кермек.

Паразиты – растения, получающие все необходимые для их существования органические вещества от растений-хозяев. Не имеют хлорофилла. Примеры: петров крест, виды заразихи и повилики.

Полупаразиты имеют зеленые листья и стебли. От других растений они получают либо только воду и минеральные соли, либо также и часть органических веществ, а остальные органические вещества синтезируют сами. Примеры: виды марьянника, погремка, очанки.

Сапрофиты получают органические вещества не путем фотосинтеза, а из мертвых растительных остатков, обычно при помощи микоризы. Не имеют хлорофилла. *Примеры:* подъельник, надбородник, ладьян.

Эпифиты поселяются на других растениях, но используют их только в качестве опоры (форофита), не получая от них питательных веществ. *Примеры:* многие мхи и лишайники, растущие на деревьях, тропические [illegible].

Эфемеры — однолетние растения, проходящие полный цикл развития, от семени до плодоношения, за очень короткий срок; обычно развиваются рано весной и уже к началу – середине лета отмирают. *Примеры:* [illegible], веснянка, некоторые виды вероники, многие растения пустынь.

Эфемероиды — многолетние растения с подземными зимующими органами (луковицами, клубнями или корневищами). Весной у них появляются надземные цветоносные побеги, которые уже к началу – середине лета после созревания и рассеивания семян отмирают. *Примеры:* [illegible], ветреница лютиковая, чистяк, [illegible].

11. Основные морфологические особенности важнейших семейств

Основу летней практики составляют экскурсии, во время которых студенты знакомятся с живыми растениями непосредственно в естественных условиях и собирают материал для дальнейшего изучения и гербаризации. При этом очень важно представлять в чем состоят главные характерные особенности растительных семейств отличающие их друг от друга. Самыми главными отличительными особенностями являются строение цветков и плодов, формы стеблей и листьев. Опишем кратко морфологические особенности некоторых семейств.

Семейство Лютиковые (Ranunculaceae). Сюда относят свыше 2000 видов растений, произрастающих в основном в зоне умеренного и холодного климата. Распространены на влажных лугах и в лесах. Основная жизненная форма – многолетние травы. Листья простые в разной степени рассеченные, без прилистников. Цветки разнообразно устроенные: спиральные, гемициклические, циклические (рис. 62).

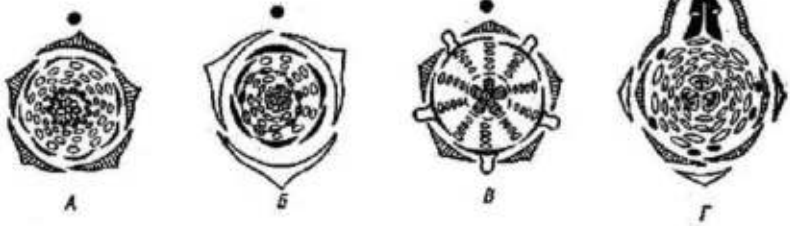


Рис. 61. Диаграммы цветков некоторых видов семейства лютиковых:
А – горицвета весеннего; Б – ветреницы дубравной;
В – водосбора обыкновенного; Г – аконита аптечного

Расположение цветов на растении одиночное или в соцветиях. Цветы обоеполые актиноморфные $*Ca_{8\text{-}5}Co_{24\text{-}5}A\infty\underline{G\infty}$ (р. Адонис), $*Ca_5Co_5A\infty\underline{G\infty}$ (р. Лютик) (рис. 63), или зигоморфные $\uparrow Ca_5Co_2A\infty\underline{G_{3\text{-}5}}$ (р. Живокость), $\uparrow Ca_5Co_2A\infty\underline{G_{3\text{-}7}}$ (р. Аконит) (рис. 65). Андроцей в большинстве случаев многочленный. Гинецей сложный или простой; апокарпный, ценокарпный или монокарпный (рис. 61).

Рис. 82. Цветки лютиковых
1 – василистник малый; 2 – купальница европейская; 3 – прострел полевой; 4 – чистотел; 5 – ломонос алтайский; 6 – живокость клинолистная

Такое строение цветка у растений древних семейств объясняется тем, что первоначально растения опылялись ветром и только затем появились насекомые. Размножаются лютиковые обычно семенами и реже вегетативно: корневищами, клубнями, луковицами и усами. Плоды: сборная семянка, сборная листовка, ягода, коробочка, листовка.

К семейству лютиковых относятся декоративные растения: василек (рис. 81), василистник, дельфиниум и лекарственные: горицвет, элаттостемма, адонис (рис. 82). Для растений этого семейства характерно накопление алкалоидов, большинство растений этого семейства ядовито.

Семейство **Маковые** (Papaveraceae). Однолетние, двулетние травы, полукустарники, кустарники. Цветки, растения этого семейства распространены в умеренных и субтропических областях Северного полушария. На флоре России это в основном однолетние и многолетние травы, среди которых много видов с ядовитым млечным соком, белым, желтым, оранжевым. Листья очередные, цельные или рассеченные, лишенные прилистников. Цветки актиноморфные одиночные или в кистевидных соцветиях. Околоцветник двойной. Андроцей из большого числа свободных тычинок. Гинецей апокарпный, завязь верхняя. Плод – коробочка, часто стручковидная. В полезащитной флоре Самарской области практически всегда встречается встречается чистотел большой, и гораздо реже другие представители этого семейства. Растения этого семейства ядовиты, некоторые виды используются как лекарственные растения.

Рис. 63. Василек синий (Centaurea cyanus):
А – общий вид растения; Б – часть цветущего побега;
В – средний цветок; Г – его вскрытая трубка; Д – пестик;
Е – завязь с нижней частью столбика; Ж – плод; З – продольный разрез;
И – семя; К – его продольный разрез

Рис. 64. Ветреница обыкновенная (Aquilegia vulgaris):
А – общий вид; Б – часть цветущего побега; В – вскрытый цветок;
Г – тычинка; Д – пестик; Е – плод; Ж – семя; З – его продольный разрез;
И – диаграмма цветка; К – формула цветка

Рис. 65. Аконит змеиный (*Aconitum anthora*):
А – часть растения с цветками; Б – разрез цветка; В – плодики; Г – семя; Д – плодик, с продольным разрезом; Е – часть побега с листьями; Ж – плодик; З – поперечный разрез плодика; И – семя; К – плодик

Семейство **Маковые** (Papaveraceae). Объединяет 150 видов растений, распространенных преимущественно в умеренных и холодных областях. Распространены в Восточных и Центральных областях, хорошо переносят засушливые почвы. Цветки актиноморфные, с двойным околоцветником. Плод – коробочка, открывающаяся порами (мак белый) или створками (чистотел), собранные в кистевидное соцветие сверху. Стебли часто беловатые, с мучнистым налетом. Плоды срежут. К данному семейству относятся широко известные сорняки – дымянка и мак белый – некоторые культивируемые и дикорастущие виды используются в качестве растения пустынь и полупустынь, содержат алкалоиды.

Семейство **Гречишные** (Polygonaceae). Включает 50 видов растений, распространенных повсеместно. В Сибирской области произрастают щавель конский, щавель кислый, горец птичий. Стебли узловатые, с хорошо развитыми влагалищными прилистниками. Цветки мелкие, актиноморфные, обоеполые, собраны в колосья, кисти, зонтики, головки, реже одиночные. Околоцветник простой, чашевидный. Тычинок 6 (горец 8). Гинецей из 3 плодолистиков. Плод – трехгранный орешек.

Рис. 66. Диаграммы цветков растений семейства гречишные:
А – ревень; Б – щавель; В – гречиха

К семейству гречишных относится ценная сельскохозяйственная культура – гречиха посевная (рис. 67), пищевые и лекарственные культуры щавель и ревень. Широко представлен в нашей флоре вид горец птичий – хорошее кормовое растение, отлично выносит вытаптывание. Растения данного семейства хорошие медоносы.

Рис. 67. Гречиха посевная (Fagopyrum sagittatum):
А – репродуктивный побег; Б, В – цветок; Г – пестик; Д – тычинки; Е, Ж – плод

Семейство Капустные (Brassicaceae) или Крестоцветные (Cruciferae). Семейство объединяет 3000 видов. Растения этого семейства распространены в умеренных и холодных областях Северного полушария. Во флоре России представлено 1070 видов. Это преимущественно однолетние и многолетние травы. Листья

очередные простые, перистые и дланевидные, иногда цельные. Растения преимущественно водные. Для растений этого семейства характерно сочетание признаков, указывающих что перистые листья капустных. Цветки актиноморфные, обоеполые, однообразно устроенные. Околоцветник двойной, чашечка и венчик сохранены. Андроцей тычиночный – четырехсильный. Гинецей из, отдельных строчек. Формула цветка $Ч_4Л_4Т_{2+4}П_1$. Растения этого семейства овощные, бахчевые, репы, масличные, кормовые и технические культуры. Отличное число листьев, одинаковые, цельные, сидячие, простые, цельные. Прилистники в разных группах или отсутствуют, или бывают. Конечно, в процессе развития растений в ходе эволюции структуру позвоночника расположились в соцветии.

Семейство Мальвовые (Malvaceae). Объединяет 1300–1600 видов, распространено повсеместно, но особенно богато в тропиках. В природе в умеренном климате в основном однолетние, двулетние представители, в основном травянистые, кустарники и деревья. Листья очередные, простые, пальчатолопастные или пальчатораздельные. Цветки чаще одиночные, обоеполые, правильные. Чашечка и венчик состоят из пяти лепестков. Андроцей многочленный, тычинки срастаются, образуя трубку. Гинецей из пяти плодолистиков, завязь верхняя, плод – коробочка, иногда дробящаяся коробочка. Формула цветка $Ч_5Л_5Т_{\infty}П_{(5)}$. К семейству мальвовых относятся ценные прядильные культуры, такие как хлопчатник, конопля, лекарственные растения – алтей лекарственный, декоративные растения – мальва. При определении растений следует обращать внимание на строение плодов, наличие подушки или строение и форму тычиночной трубки.

Семейство Розовые (Rosaceae). Объединяет 3000–3500 видов. Подавляющее большинство – многолетние травянистые растения, кустарники, деревья, реже – однолетние. Листья обычно с прилистниками, простые (цельные или рассеченные) у некоторых видов могут быть сложными. Цветки всегда правильные, околоцветник двойной (чашечка и венчик). Чашечка у некоторых видов с подчашием (чашелистики кубышки, лапчатки). Характерной особенностью является наличие гипантия – разросшегося

цветоложа, в последствии приобретающего яркую окраску. Семейство подразделяют на четыре подсемейства:

- *подсемейство спирейные.* Кустарники. Гинецей апокарпный, завязь верхняя, андроцей многочленный, плод сборная листовка. Формула цветка: *$Ca_{(5)}Co_5A\infty G_{\underline{5}}$. Плод – сборная листовка. Представители спирея, рябинник, волжанка;

- *подсемейство шиповниковые.* Кустарники и травы. Гинецей апокарпный, завязь верхняя, андроцей многочленный, плод сборный орешек, сборная костянка. Формула цветка: *$Ca_{(5+5)}Co_5A\infty G_{\underline{\infty}}$. Плоды – сборные. Представители шиповник земляника, малина, ежевика;

- *подсемейство сливовые.* Деревья и кустарники. Гинецей монокарпный, завязь верхняя, андроцей многочленный, плод костянка. Формула цветка: *$Ca_{(5)}Co_5A\infty G_{\underline{1}}$. Плод – костянка. Представители: слива, вишня;

- *подсемейство яблоневые.* Деревья и кустарники. Гинецей синкарпный, завязь нижняя, андроцей многочленный, плод яблоко. Формула цветка: *$Ca_{(5)}Co_5A\infty G_{(5-1)}$. Плод ягодовидный – яблоко. Представители: яблоня, груша, рябина.

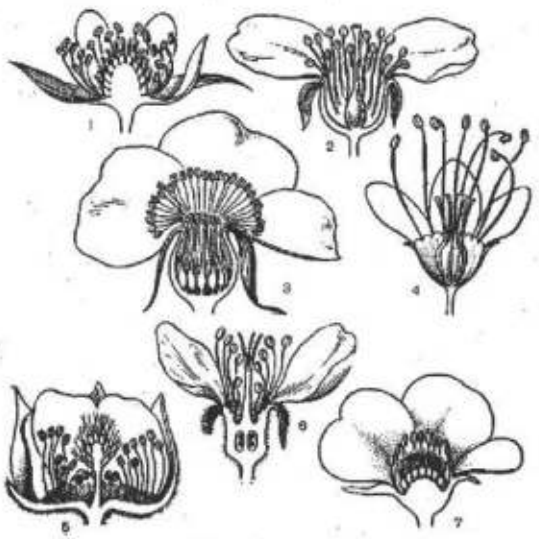


Рис. 68. Цветы розоцветных:

1 – малина обыкновенная; 2 – вишня обыкновенная; 3 – роза майская; 4 – спирея городчатая; 5 – гравилат городской; 6 – яблоня домашняя; 7 – лапчатка гусиная

При определении растений особое внимание следует обращать на жизненную форму, строение цветка и листьев.

Семейство Бобовые (Fabaceae) или Мотыльковые (Papilionoidae). Объединяет 12000 видов древесных и травянистых многолетних и однолетних растений, распространенных повсеместно. Листорасположение очередное, листья сложные с прилистниками. Околоцветник двойной. Цветы зигоморфные, пятичленные, мотылькового типа. Чашечка сростнолистная. Тычинок 10, андроцей двубратственный. Пестик из одного плодолистика, завязь верхняя, плод боб (рис. 69). Формула цветка: $\uparrow Ca_{(5)}Co_{1,2,2}A_{(9)+1}\underline{G}_{1}$.

Рис. 69. Плоды бобовых:
1 – горошек гороховидный; 2 – копеечник альпийский; 3 – донник белый; 4 – люцерна посевная; 5 – люцерна серповидная

Характерная отличительная особенность – симбиоз с клубеньковыми бактериями. Растения этого семейства имеют важнейшее сельскохозяйственное значение, возделываются как кормовые (люцерна, вика) и пищевые культуры (фасоль, горох, соя), декоративные и лекарственные (люпин, донник желтый). При определении растений семейства бобовых имеют значение следующие особенности: строение плодов их опушенность, количество семян, число листочков, наличие усика, строение и форма прилистников.

Семейство Пасленовые (Solanaceae). Объединяют 2900 видов растений. В наших широтах это в основном травянистые растения. Листья очередные простые с сильно расчлененной пластиной. Цветы актиноморфные или слегка зигоморфные, могут быть одиночные или собраны в цимозные соцветия – завитки.

Околоцветник двойной, чашечка сростнолистная, венчик сростнолепестный. Андроцей пятичленный, тычинки прирастают к венчику. Гинецей синкарпный. Растениям этого семейства свойственно явление фасциации (срастания различных частей растения). Завязь верхняя с разрастающимся околоплодником и плацентами. Формула цветка: $*Ca_{(5)}Co_{(5)}A_{(5)}\underline{G_{(2)}}$. Плод – ягода, коробочка. К данному семейству относятся овощные культуры: томат, перец, баклажан; декоративные растения: физалис; ядовитые и лекарственные растения: белладонна (красавка), белена и дурман обыкновенный, все эти растения содержат алкалоиды и используются для приготовления лекарственных препаратов. При определении растений обращают внимание на строение листьев, цветков, плодов.

Семейство Норичниковые (Scrophulariaceae). Объединяет 5000 видов. В России встречается 600 из них. Преобладающая жизненная форма – травы. Листья простые без прилистников, очередные или супротивные. Цветы в кистевидных, колосовидных и метельчатых соцветиях. Единообразия в строении цветка среди представителей семейства нет. Цветок эволюционировал от правильных форм к неправильным (рис. 70), редукция чашелистиков до четырех, редукция тычинок – от пяти, четырех до двух.

Строение цветка у коровяка: ↑ $Ca_{(5)}$ $Co_{(5)}$ A_5 $\underline{G_{(2)}}$; у льнянки: ↑ $Ca_{(5)}$ $Co_{(5)}$ A_4 $\underline{G_{(2)}}$; ↑у вероник: ↑ $Ca_{(4)}$ $Co_{(4)}$ A_2 $\underline{G_{(2)}}$.

Плод – коробочка. В семействе есть растения паразиты (петров крест, заразиха) и полупаразиты (погремок, мытники, очанки). Для норичниковых характерно наличие гликозидов, чем обусловлено их использование в медицине (наперстянка). Часть растений культивируется как декоративные (львиный зев, коровяк, наперстянка).

Рис. 70. Цветы норичниковых:
1 – льнянка обыкновенная; 2 – очанка татарская; 3 – норичник шишковидный

Семейство Яснотковые (Lamiaceae, или Губоцветные (Labiatae). Семейство объединяет 3500 видов растений. Преобладающей жизненной формой являются травы и полукустарники и кустарники. Стебель 4-х гранный, листорасположение супротивное, листья простые и различной степени рассеченные. Цветки в пазушных ... соцветиях и ...

Рис. 71. Цветок губоцветных:
1 – ... 2 – ... 3 – ... 4 – ... 5 – ... 6 – ...

Опыляются ... Цветок ... двугубый (рис. 71), ... нижней ... 3-лопастной, ... верхней ... 2-лопастный из 2-х ... Плод ... образуется ... 4 ... Формула цветка: ↑ Ca₍₅₎ Co₍₅₎ A₄ G₂.

Различия ... Стебли ... Листья ... Цветки ... Плоды ... Многие ... содержат ... эфирные ... Некоторые ... ценны ... Некоторые ... декоративны.

Семейство Астровые (Asteraceae) или Сложноцветные (Compositae). Огромное семейство насчитывает 25000–30000 видов. Преобладающая жизненная форма – травы. Листорасположение очередное и супротивное. Листья простые, цельные, рассеченные. Характерная особенность – соцветие-корзинка (рис. 72), которое может ... и ... трубчатых, ... и ... цветков. Цветки ... Плоды ... Околоцветник ... Венчик ... Тычинки ... Пестик ...

Трубчатые цветки имеют разную форму, обычно актиноморфные, реже зигоморфные. Характерной особенностью цветков является срастание пестиков (гинецея) (рис. 73), которые обычно срастаются пыльниками, образуя трубку вокруг столбика. К семейству астровых относятся полевые сельскохозяйственные растения (подсолнечник, артишок, бахчевые культуры, а также пластинчатоцветковые сорняки (бодяк, осот, чертополох).

Рис. 72. Соцветия сложноцветных
1 – цветок трубчатого типа; 2 – цветок другого типа; 3 – корзинка;
4 – листочки обертки; 5 – цветоложе с ячейками; 6 – краевой цветок;
7 – срединный цветок; 8 – цветоложе с ячейками; 9 – семянка;
10 – семянка с хохолком; 11 – семянка; 12 – хохолок

Рис. 73. Плоды сложноцветных:
1 – одуванчик (плод); 2 – репейник; 3 – бодяк полевой;
4 – подсолнечник; 5 – разные семянки; 6 – чертополох курчавый;
7 – василек синий; 8 – василек луговой

Семейство Лядвенец (Hippocrepis). Представители этого семейства характеризуются наличием сухих плодов, состоящих из членистых, часто односемянных частей, и мотыльковидного венчика. Цветки собраны в соцветия. Листья простые, цельные, часто с дуговидными или парными отгибающимися колючками.

Цветки мелкие, с двойным околоцветником, обычно собраны в соцветия, простой тычинок. Околоцветник простой тетрамерный, из 4 листочков в два круга, чаще неровных, типа как у двудольных. Тычинок 4 в два круга. Пестик один из трех срастающихся плодолистиков, завязь верхняя. Формула цветка: $*P_{(2+2)}A_{2+2}G_{(3)}$.

В отличие от других семейств характерной чертой для многих представителей трехчленный тип строения, т. е. большинство частей цветка – три или кратное трем. Плод коробочка или орех.

Семейство Осоковые (Cyperaceae Juss.; 500). Многие из представителей растений этого семейства часто образуют зарослями (осоки, пушицы, камыши, тростник). Стебель у большинства представителей трехгранный, встречаются без узлов. Листья расположены в три ряда (спирально). Листья цельные, линейные. Листовая пластинка имеется, в нижней части переходит во влагалище. Влагалище часто замкнутое. Язычок между листовой пластинкой и влагалищем отсутствует. Соцветия колосовидные, метельчатые или головчатые, состоящие из колосков (встречаются и очень сильно редуцированные колоски) (рис. 75).

Рис. 74. Цветки осоковых: а – пушицевый; б – щитковый; 1 – кроющая чешуя, 2 – околоцветник

Цветки мелкие, невзрачные, двуполые и раздельнополые, ветроопыляемые, собраны в сложные соцветия — колосья (рис. 7–). Формула цветка: *P*4*A*4*G*(2), *, Цветки зеленоватые и желтоватые. Во втором случае колоски с сидячими цветками собраны обычно на одном растении, т. е. растения однодомные. Колоски с 2–3 цветками и более, немного сплюснуты с боков, расположены черепитчато по длинному оси соцветия. Нижние (основные) цветки обоеполые с пестичными пластинками, с мужскими цветками, которые выбрасывают. Пыльники обычно 3, реже 1 с двумя тремя ресничками. Завязь верхняя. Плод обычно орешек, реже семянка.

Рис. 75. Семейство мятликовые
1 – колос двуцветковый с пестичным колоском; 2 – колос многоцветковый; 3 – пестичный колосок; 4 – цветок (вид сбоку); 5 – цветок (вид спереди); 6 – пыльник; 7 – пестичный цветок; 8 – плод; 9 – зерновка (вид спереди); 10 – зерновка (вид сбоку); 11 – зерновка (поперечный разрез); 12 – семя (продольный разрез); 13 – зародыш; 14 – эндосперм

Семейство **Мятликовые** (**Рясковые**), или **Злаковые** (*Gramineae*). Однолетние до 70 см и многолетние до 1000 видов. Корневая система мочковатая. Стебель округлый, реже полый, ребристый, узловатый, иногда ползучий. Узлы обычно не опушенные, реже опушенные. Листья очередные, с влагалищем, обхватывающим стебель, с язычком, иногда с ушками. Листья состоят из влагалища, листовой пластинки и язычка. В месте перехода листовой пластинки во влагалище развивается язычок (реже язычки) и часто имеются ушки. Ушки

[illegible] Стебли злаков в верхней части, как правило, не ветвятся. Обычно ветвление происходит в нижней части около поверхности почвы или в почве. [illegible] кущением.

Особенно сильное кущение бывает у многолетних луговых и пастбищных злаков и по характеру кущения они подразделяются на 3 или 4 группы. Они описаны выше (в разделе 5 «Луговая растительность»). Цветки у злаков мелкие, невзрачные, собраны в соцветие – колоски. Околоцветник редуцирован и состоит из пленок и чешуй. Каждый цветок сидит между двумя пленками или чешуями, из которых наружная, в пазухе которой образуется цветок, называется нижней [illegible] цветковой чешуей.

Рис. 56. Семейство злаковые:

[illegible]

Характерные особенности цветковых чешуй (нижней и верхней) важны при определении растений из семейства злаковых. Цветки от 1-2 до 6-8 и больше, обычно обоеполые (редко однополые) собраны в простые соцветия, называемые колоски, которые в свою очередь образуют сложные соцветия: сложный колос, метелку, султан или початок (рис. 76). У основания каждого колоска имеется обычно две колосковые чешуи. При определении растений нужно всегда знать количество цветков в колоске. Определить это можно по количеству пар цветковых чешуй, т. е. сколько пар цветковых чешуй, столько и цветков в колоске.

Плод у злаков – зерновка, особенностью которой является то, что тонкий, кожистый, околоплодник срастается или плотно примыкает к семени. Большинство злаков – ветроопыляемые растения; есть также самоопыляющиеся злаки (ячмень, пшеница, овес, рис и другие).

Рис. 77. Лютик ползучий (Ranunculus repens)

Рис. 78. Калужница болотная (Caltha palustris)

Рис. 79. Купальница европейская (Trollis europaeus)

Рис. 80. Горец птичий (Polygonum aviculare)

Рис. 81. Щавель конский (Rumex confertus)

Рис. 82. Сурепица обыкновенная (Barbarea vulgaris)

Рис. 83. Пастушья сумка обыкновенная (Capsella bursa-pastoris)

Рис. 84. Просвирник приземистый (Malva pusilla)

Рис. 85. Хатьма тюрингенская (Lavatera thuringiaca)

Рис. 86. Клевер ползучий (Trifolium repens)

Рис. 87. Ежевика (Rubus caesius)

Рис. 88. Гравилат городской (Geum urbanum)

Рис. 89. Рябина обыкновенная (Sorbus aucuparia)

Рис. 90. Донник лекарственный (Melilotus officinalis)

Рис. 91. Клевер луговой (Trifolium pretense)

Рис. 92. Паслен сладко-горький (Solanum dulcamara)

Рис. 93. Белена черная (Hyosciamus niger)

Рис. 94. Медуница узколистная (Pulmonaria angustifolia)

Рис. 95. Льнянка обыкновенная (Linaria vulgaris)

Рис. 96. Будра плющевидная (Glechoma hederacea)

Рис. 97. Яснотка белая (Lamium album)

Рис. 98. Трехреберник непахучий (Tripleospermum inodorum)

Рис. 99. Ромашка лекарственная (Matricaria recutita)

Рис. 100. Тысячелистник обыкновенный (Achillea millefolium)

Рис. 101. Мордовник круглоголовый (Echinops sphaerocephalus)

Рис. 102. Чертополох поникший (Carduus nutans)

Рис. 103. Пижма обыкновенная (Tanacetum vulgare)

Рис. 104. Синеголовник плосколистный (Eringium planum)

Рис. 105. Цикорий обыкновенный (Cichorium intybus)

Рис. 106. Осока пузырчатая (Carex vesicaria)

Рис. 107. Мятлик луговой (Poa pratensis)

Рис. 108. Тимофеевка луговая (Phleum pretense)

Рис. 109. Хвощ полевой (Equisetum arvense)

Рис. 110. Подорожник большой (Plantago maior)

Рис. 111. Подорожник ланцетолистный (Plantago lanceolata)

12. Содержание и организация учебной практики

Цели и задачи

Учебная практика по ботанике в сельскохозяйственных вузах является важным звеном между теорией и лабораторными занятиями.

Цель учебной практики — изучение растений в природе. Это дает возможность закрепить и расширить знания по пройденному курсу систематики растений, получить умение и навыки в определении растений, необходимые будущим биологам и специалистам сельского хозяйства.

В течение учебной практики студенты изучают флору растений в естественной среде их обитания, знакомятся с различными приспособлениями растений к условиям своего обитания, осваивают практические приемы гербаризации растений, а также приобретают навыки в составлении растительных ассоциаций. Знакомство с растительными группировками помогает в изучении и дает представление о сообществах.

Перед студентами ставятся задачи по конкретному изучению растений своей флористической зоны и умению правильно собирать растения и специфике агрономического факультета закрепить и расширить знания.

Весь процесс прохождения учебной практики строится через учебный и научный труд студентов.

Организация

До начала учебной практики в первую экскурсию для лучшего овладения приемами сбора растений проводится занятие 3–4 часа, где преподаватель знакомит студентов с правилами сбора растений. Перед экскурсией преподаватель должен объяснить отличительные признаки изучаемых растений. Каждая экскурсия должна иметь определенную тему.

Вторую половину дня студенты работают в лаборатории, где под руководством преподавателя обрабатывают собранные растения, делают гербарные листы, определяют собранные растения, знакомятся с ними в учебнике. В лаборатории или помещении установленного студенты самостоятельно переписывают и оформляют гербарий. Из-за малой продолжительности учебной практики во время экскурсии отсутствует время на геоботанические исследования определенных

конкретных условиях. В лаборатории по группе оформляют коллективную работу по одному из предложенных направлений.

Каждый день учебной практики студенты ведут дневник, в котором они:

1) собирают растения, гербаризируют, определяют их принадлежность к семейству;

2) описывают, зарисовывают и фотографируют отдельные органы и растения в целом, гербарные растения этикетируют;

3) выполняют самостоятельные работы по определению растений, сушке растений и оформлению гербария и коллекций.

Необходимые принадлежности и материалы

Каждый студент должен иметь следующие материалы для работы:

1) тетрадь или блокнот в твердом переплете для записи наблюдений и описаний преподавателя;

2) карандаш;

3) перо (ручку) с чернилами (синие и фиолетовые),

4) ножницы, ножик (или перочинный, или кружочный);

5) бумажные этикетки или блокнот с отрывными листками;

6) резинку;

7) полевой комплект одежды (халат, косынка, обувь, клеенчатый

Материал бумаги для сушки растений студенты получают на складе. Это обычно газетная — не применяется, не глянцевая бумага. Она хорошо впитывает влагу, требуется в большом количестве. Прочную для этикетки и гербария бумагу. Ее можно использовать для прокладки между отдельными гербарными листами для более быстрого высушивания растений. Эти бумажные прокладки нужно ежедневно заменять сухими и влажные просушивать и использовать вновь. В связи с этим запас бумаги должен быть достаточно большой группы. Об этом нужно позаботиться каждому студенту заранее, помимо листов старых газет. В лаборатории нужно иметь препаровальные иглы. При отсутствии ножниц и ножика можно пользоваться ножом для прививок или бритвой, предварительно

На ботанических экскурсиях во время учебной практики нельзя
[illegible] Особенно гербарий
[illegible] растений, представляющих малое число или
[illegible] Но собирать надо
[illegible] Чтобы выполнить сбор растений для учебных целей, следует пользоваться в этой и любой местности не такой частой флорой существенной пользы. Нужно помнить, что многолетние растения размножаются с подземными органами и следовательно уничтожаются целиком. В этом случае будет целесообразно собирать растения, которые нужны для учебной работы, и не уничтожать растения без нужды. Нельзя во время экскурсий портить и собирать без разрешения растения в полях, садах, палисадниках, огородах.

В гербарий собирают и хранят не растения, а их части. Только некоторые виды можно оставлять в гербарии в неизменном виде. Для того, чтобы сделать гербарий представителем сельскохозяйственных растений, например из семейства мотыльковых, крестоцветных или злаковых, сорных растений. Травянистые растения вынимают с корнем, отряхивают от земли, если нужно отмывают. Если у растений подземные органы толстые, то их можно разрезать вдоль и оставить только часть корня или клубня в виде продольной пластинки.

Для гербария и выбирают не всякие, а только растения, не имеющие на время вегетационного органами (корень, стебель, лист и семена двудольных. Для некоторых растений нужно знать и полы (например, из семейства крестоцветных, зонтичных, сложноцветных и других). У травянистых растений обрезают корни и отмывают в воде. Растения просушивают между листами газетной бумаги — сначала с цветами, а потом с листьями. Крупные растения должны быть представлены двумя экземплярами: с цветами и с плодами. Например, у кукурузы нужно собрать 2 растения. Одно растение нужно собирать в 2-х экземплярах. Один из них использовать в гербарный лист, а третий — собирать в будет для определения.

Выкопанные растения стряхивают с корней землю, срезают ножницами надземную часть растения и помещают в бумажный пакет. Вырезанную часть растения с цветками или плодами обязательно включают в гербарий. Растение тщательно расправляют на одной плоской половине гербарного листа и осторожно накрывают второй половиной. При сильно разросшейся корневой системе растения можно разрезать на несколько частей, каждую из которых помещают в отдельный пакет.

Растения, собранные в пакет, нужно плотно прижать газетными листами или плотной бумагой и принести в лабораторию, поставить в стакан с водой. Это особенно важно в том случае, если сбор большой и нет возможности определить все собранные растения в тот же день. В ходе работы листы газет будут сохнуть, и их нужно будет периодически заменять на сухие (1–2 раза в день).

Оформление гербарной этикетки

Каждый собранный вид растения должен быть снабжен этикеткой (рис. 1.2), которая заполняется обязательно в момент сбора растений.

Гербарий
ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА
кафедра «Садоводство, виноградарство и декоративные растения»
Семейство (русское и латинское название)
Название вида (русское название)
Название вида (латинское название)
Место собирания
Место сбора
Дата сбора
Собрал: _____
Определил: _____

Рис. 1.2. Пример гербарной этикетки

Виньетка – это оформленная этикетка, прикрепленная к листу гербария растений на противоположной от корней стороне. Она заполняется сразу же в процессе сушки. В ней необходимо указать данные о

номер; в следующей графе кратко [illegible] номера, указы-вается место произрастания (местообитание), дату сбора, фамилию студента, собравшего растение. Место в этикетке для названия семейства и вида остается незаполненным до определения растения. Нужно стараться определить растение и записать в этикетку все данные в тот же день, когда растение было взято в гербарий, или, в крайнем случае, на следующий день. [illegible] этикетки заполняются аккуратно [illegible] этикетками со всеми необходимыми данными.

Местообитание (место произрастания) — понятие экологическое. Оно указывает совокупность условий среды, в которых встречается растение (на лугу, в лесу, [illegible] придорожной [illegible]).

Во время экскурсии нужно внимательно присматриваться к тем местам, где собираются растения.

Местонахождение (место сбора) — понятие географическое, указывает, в каком пункте собран данный экземпляр растения (область, район, точное место: Самарская область, Кинельский район, поселок Усть-Кинельский).

Сушка растений

Собранные и оформленные в гербарий растения нужно сушить так, чтобы сохранить их естественную окраску. Для этого студентам на кафедре дают пресс, состоящий из двух гербарных сеток. Растения в бумажных рубашках аккуратно укладывают на одну гербарную сетку, предварительно, чтобы все части растения были хорошо расположены, и каждый лист бумаги с растением [illegible] прокладкой из 2-4 листов простой газетной бумаги. Уложив листы бумаги с растениями, их прикрывают второй сеткой и прочно стягивают веревкой крест-накрест (а поверх сетки можно груз). Сетку нужно ставить на солнце [illegible] окно. На ночь вносить в сухое помещение. Бумажные прокладки, впитавшие влагу растений, необходимо заменять сухими (а влажные просушивать и использовать вновь). Растения из листов бумаги вынимать не рекомендуется, чтобы не сморщивались листья и особенно лепестки цветков. При перекладывании необходимо следить, чтобы не [illegible]. Перекладывание растений производят до полного их высыхания. Хорошо высушенное растение не провисает при поднятии и не ломается. Чтобы сушка проходила

Экскурсия в природу может проводиться не более 3 часов подряд. Выполненные задания студенты должны оформить в виде отчета и сдать руководителю практики. Оценка выставляется после собеседования.

Оснащение

Каждый студент в течение практики должен иметь:

- полевую сумку и предметы для сбора гербарного материала;
- список изучаемых растений;
- список собранных растений по определенной форме;

рекомендуемые таблицы, необходимые в данной конкретной ситуации, и другие данные.

В последний день учебной практики проводится зачет, который служит формой проверки усвоенности изучения и закрепления знаний по морфологии, систематике и закономерностям распределения растительных сообществ.

Данные к зачету обучающимися при представлении студентом:

1) гербарий из 100 видов растений, собранных и правильно определенных, с аккуратно и аккуратно написанными этикетками. Растения в гербарии систематизированы по семействам, с указанием рекомендуемых к изучению в средней школе (согласно программе);

2) дневник по летней учебной практике, в котором студент должен отразить с описанием мест проведения практики в соответствии с маршрутом следования и списка растений, собранных на экскурсии. Описание оформляется по форме, представленной на рисунке 1.3.

Список растений гербария

Ф.И.О. студента группа Биология

Название растения	№ п/п	Время цветения	Тип опыления	Местообитание
Земляника лесная FRAGARIA VESCA	1	Май, июнь	ENTOMOPHILY	Лесные опушки, поляны, вырубки, берега ручьев
Одуванчик лекарственный TARAXACUM OFFICINALE	2	Апрель, май	ENTOMOPHILY	Луга, пастбища, обочины дорог, пустыри, сорные места
Клевер луговой TRIFOLIUM PRATENSE	3	Июнь, июль	ENTOMOPHILY	Сухие участки лугов, полей, обочины дорог

Рис. 1.3

Зачет проводится в форме собеседования, студент должен знать по гербарию и натуральным растениям, отвечать на вопросы:

1) русское название растения;
2) латинское название растения;
3) семейство растения;
4) [illegible] растения.

По результатам зачета студенту ставится зачет или незачет.

«Зачтено» – ставится, если студент заполнил дневник по практике, правильно собрал гербарий и ответил на все вопросы преподавателя.

«Не зачтено» – ставится, если студент не заполнил дневник, неправильно и некачественно собрал гербарий не может собрать растений.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева И. И. Ботаника / И. И. Андреева, Л. С. Родман. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос С, 2007. – 528 с.

2. Басов В. М. Практикум по гистологии, морфологии и систематике растений : учебное пособие для вузов / В. М. Басов, Г. В. Шорохова. – М.: Издательский центр «ПЕРОКОМ», 2013. – 210 с.

3. Воронихин Г. М. Лабораторный практикум по ботанике : методические разработки / Г. М. Воронихин, А. А. Колпинский. – Свердловск, 1971. – 145 с.

4. Жизнецкий П. М. Ботаника. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1982. – 623.

5. Марков, М. В. Обитатели соленых озер : учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1962. – 447 с.

6. Суворов В. В. Ботаника с основами геоботаники : учебник для вузов / В. В. Суворов, И. Н. Воронова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: АРИС, 2012. – 528 с.

7. Сафонов А. П. Гидрофильная. Практическая работа : учебное пособие для вузов / А. П. Сафонов, М. А. Кудряшов. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 240 с.

8. Яковлев Г. П. Ботаника : учебник для вузов / Г. П. Яковлев, Ю. А. Челомбитько, В. П. Дорофеев ; под ред. Р. В. Камелина. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Специалист, 2008. – 480 с.

9. Суворов В. В. Руководство к летней практической работе по ботанике : учебное пособие / В. В. Суворов, И. Н. Воронова, Г. П. Серебряковская [и др.]. – Л. : Колос, 1956. – 192 с.

АЛФАВИТНО-ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А
Аллювий 63, 66
Ассоциация 2
Б
Бонитет 11
В
Водораздел 13
Вертикальная зональность 45
Г
Гидрологические условия 9
Грунтовые воды 9
Грунты 9
Гидрофиты 15
Гигрофиты 15
Гелиофитофиты 16
Гипсофиты 65
Гипергидрат 66
Д
Древняя аккумулятивная равнина 20
Дерново-глубокоподзолистые почвы 21
Детально-маршрутные исследования 21
Е
Ельники 64
Ж
Жизненные формы 19
Жизненность 31
З
Зональность в горных районах 30
К
Климат 4
Кедрачи 16
Комплексное растение 17
Криптофиты 18
Кустарничковые тундры 54
Л
Луговые степи 51
Лиственничные леса 55
М
Мезофиты 15
Маршрутные исследования 24
Н
Наименование растения 7
Названия растений 46
Наскальные лишайники 45
О
Озера 11
Общие 28
Однолетние растения 35
Основные горные растения 70
П
Почвенный покров 4
Пойменный луг 5
Пойма 7
«Переходные» 17
Подземные покровы 30
Полезные растения 34
Р
Ресурсы 4
Растительный покров 5
Ресурсоведческие исследования 2
Растения-индикаторы 71
Растения-конкуренты 71
Рудеральные сорные растения 72
Ресурсоведческие знания 74

С

Степь 21

Сукцессия 15

Симбиоз 6

Ксерофиты 25

Суккулентные листья 45

Степные экотипы 50

Сорные растения 88

Сорняковые 69

Т

Тундра 18

Ф

Фауна 19

Фитоценоз 20

Фенология 27

Фитофтора 17

Фитонциды растений 17

Фенология сезонная 31

Х

Хвоя 18

Э

Экология 21

Экологические факторы 14

Эфемеры 30

Эфемероиды 15

Эпифитные мхи 46

Я

Ярусность 28

Ядовитые растения 55

Ягоды 46

Ярусные сорные растения 64

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие... ... 3
1. Краткая хронология развития учебной практики ... 4
1.1. Постановка целей и задач учебной практики, ее место в системе подготовки архивных кадров... ... 4
1.2. Содержание практики... ... 5
2. Основные формы организации учебной практики студентов-архивистов... ... 7
2.1. Цель деятельности Клуба... ... 7
2.2. Виды клубных форм 11
3. Основные этапы создания и особенности Экологические факторы... 14
3.1. Группы ресурсов по степени их обновляемости... 15
3.2. Экологические факторы ... 17
3.3. Понятие о экологической нише и экологических особенностях 19
3.4. Понятие о экологических ресурсах... 21
4. Методика проведения практики. Типы проведения практических 24
4.1. Метод учебной... 25
4.2. Методика решения проблемных ситуаций, принятия управленческих решений по практике... 29
4.3. Оформление результатов производственной экологической 31
5. Учебная работа студентов 33
5.1. Назначение отчета по практике... 33
5.2. Основные этапы экологических особенностей 37
5.3. Характеристика объекта практики ... 41
5.4. Заключение подготовительных 44
6. Итоговое мероприятие... 48
6.1. Выполнение отчета и порядок его защиты ... 48
6.2. Характеристика отчетной работы архивиста 52
7. Дневник практики 56
8. Защита отчета и критерии оценки 63
9. Основные понятия... 68
9.1. Классификация сортов растений... 69
10. Основные критерии определения, отличительные признаки растений... 73
11. Основные экологические особенности растений и основные 111
12. Основные этапы выполнения учебной работы 146
Рекомендуемая литература... 155
Словарь основных терминов ... 157

Учебное издание

Мельникова Наталья Александровна
Степанова Юлия Владимировна

БОТАНИКА

(летняя учебная практика)

Учебно-методическое пособие

Подписано в печать 10.02.2014. Формат 60×841/16
Усл. печ. л. 9,24, печ. л. 9,94.
Тираж 100. Заказ №.
Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВПО Самарской ГСХА
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2
Тел.: (84663) 46-2-47
Факс 46-6-70
E-mail: ssaariz@mail.ru
Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО «Медиа-Книга»
443070, г. Самара, ул. Песчаная, 1, оф. 310
Тел. (846) 267-36-82. E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт»

БОТАНИКА

Практикум

Кемерово 2017

УДК 636(075)
ББК 28.5я7
Б66

Рецензенты:
профессор кафедры кормления сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО ГГАУ, доктор биологических наук, профессор **Г. Г. Бирюков**
заведующий кафедрой «Экономика и менеджмент» ФГБОУ ВО ГГАУ, кандидат экономических наук **Х. Р. Гериев**

Авторский коллектив:
Н. А. Мельникова, Е. Х. Цечоева, В. М. Шаповалова, М. Д. Коваленко, Г. К. Мирзоханова

Б66 Боксовка : практикум / Н. А. Мельникова, Е. Х. Цечоева, В. М. Шаповалова [и др.]. – Киров : ВНОЦ ГГСХА, 2017. – 307 с.
ISBN 978-5-88575-488-0

Учебное пособие составлено в соответствии с программой дисциплины «Боксовка» преподаваемой в сельскохозяйственных вузах, и представляет собой практический материал и порядок выполнения работ по оценке, технологии, эффективности применения новейших и инновационных приемов и способов работ.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.01 Агрономия, 35.03.05 Садоводство, 35.03.01 Ландшафтное

УДК 636(075)
ББК 28.5я7

ISBN 978-5-88575-488-0

© Мельникова Н. А., Цечоева Е. Х., Шаповалова В. М., Коваленко М. Д., Мирзоханова Г. К., 2017
© ФГБОУ ВО Вятская ГСХА, 2017

Введение

Ботаника изучает биологическое разнообразие мира растений, систематизирует и классифицирует растения, исследует их строение, возрастные изменения, эволюцию, историческое развитие, биологические особенности, географическое распространение растений и их сообществ. Цель ботанической науки – получение и обобщение новых знаний о мире растений во всех проявлениях его существования.

Цель практикума – помочь в получении целостных общих и специальных знаний, приобретении навыков – получения новых знаний и применения их на практике, необходимых для дальнейшего успешного освоения выбранного направления подготовки бакалавров, а также сформировать у студентов компетенции, для решения профессиональных задач по получению и научно-информационному поиску информации, выбору и применению адекватных методов и инструментов для описания и решения стандартных ситуаций.

В процессе работы с практикумом обучающийся должен:

получать знания о строении основных вегетативных органов растений, их видоизменений, их взаимосвязи с условиями произрастания и приемах ухода за культурными растениями;

изучить строение генеративных органов покрытосеменных растений в процессе образования семян и плодов;

изучить признаки сходства и различия основных характеристик генеративных и вегетативных органов растений, их значение для систематики;

изучить основные принципы классификации растений, основанные на структурно-функциональной организации в ходе приспособления к изменяющимся условиям окружающей среды;

изучить основы использования природных и культурных ресурсов растений для обеспечения жизнедеятельности человека, сохранения окружающей среды и рационального природопользования.

Представленный в практикуме материал в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки «Биология» профиль «Биология растений и микология» – способствует выработке у обучающихся растений и грибов растительного

Работа 1. Устройство микроскопа и правила работы с ним

Цель работы: изучить основные части микроскопа, их устройство и назначение; освоить правила работы с микроскопом и технику изготовления временных препаратов.

Материалы и оборудование: микроскоп «Биолам», предметные и покровные стекла, листья элодеи или валиснерии.

Биологический микроскоп – это оптический прибор, при помощи которого можно получить увеличенное обратное изображение изучаемого объекта и рассмотреть мелкие детали его строения, размеры которых лежат далеко за пределами разрешающей способности глаза. Устройство и эксплуатация светового микроскопа довольно просты. Однако неумелое или невнимательное пользование прибором влечет за собой его порчу. Поэтому необходимо хорошо усвоить, из каких частей состоит микроскоп и их назначение. Следует строго соблюдать правила работы с микроскопом (рис. 1.1).

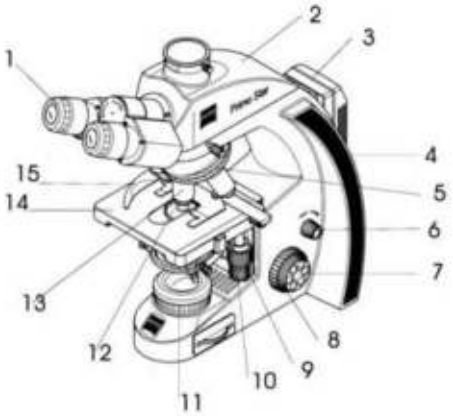


Рис. 1.1. Строение микроскопа:
1 – окуляр; 2 – тубус; 3 – сетевой блок; 4 – тубусодержатель; 5 – револьвер для объективов; 6 – поворотная ручка для включения, выключения и регулировки интенсивности освещения; 7 – микровинт для точной настройки; 8 – макровинт для грубой настройки; 9 – ручка для перемещения предметного столика в направлении *X*; 10 – ручка для перемещения предметного столика в направлении *Y*; 11– осветитель; 12 – конденсор; 13 – объектив; 14 – предметный столик; 15 – пружинный рычаг объектодержателя

У микроскопа можно выделить следующие части оптического канала, осветительное устройство и механическую систему. Механическая система состоит из подставки, тубусодержателя, тубуса с предметным столиком, револьвера, винтов и микрометрического винта для наведения на резкость.

К осветительному устройству относятся: приспособление для направления света на препарат, установки оптического освещения объекта и регулировки его интенсивности, приспособления для изменения спектрального состава света, светофильтры, матовое стекло. У некоторых микроскопов вместо встроенного осветительного устройства имеется зеркало, направляющее на объект дневной свет. Внутри корпуса для освещения объекта имеется лампа мощностью 25–30 Вт, а на задней стенке основания – гнездо для подключения осветительного устройства.

Основной частью оптической системы микроскопа является объектив, который дает увеличенное изображение объекта. Чем больше величина числовой апертуры, тем выше разрешающая способность.

Показатель преломления среды, находящейся между объективом и объектом, называется иммерсией. Для этого между фронтальной линзой объектива и исследуемым объектом кладут каплю жидкости с известным показателем преломления, например кедровое масло ($n = 1,5$) с показателем $n = 1,51$ или кедрового масла $n = 1,51$. Для каждой иммерсионной жидкости существуют специальные объективы, которые называются иммерсионными.

Правила работы с микроскопом.

1. Правила обращения с оптическими устройствами.

Выполняют последовательно все операции по правилам, которые необходимо соблюдать при работе с микроскопом.

1. Работают с зеркалом и конденсором. Вначале устанавливают самую малую диафрагму, чтобы можно было определить, в какую сторону зеркало нужно наклонять, не отводя и не вытягивая.

2. Ставят конденсор у края столика так, чтобы оптическая

против левого глаза, а в течение работы его не передвигают. Тетрадь и все предметы, необходимые для работы, располагают справа от экспериментатора.

3. Окуляры монокулярного микроскопа, подлежащие юстировке, должны занимать крайнее верхнее положение, чтобы его фронтальная линза находилась на одном уровне с предметным столиком. Если столик не отцентрирован, его центрируют при помощи винтов так, чтобы винт с конденсором находился в центре поля зрения.

4. Ставят объектив 8 мм и рабочее освещение — на максимум. Глаз от окуляра должен отстоять на расстоянии 1 см. Работу с микроскопом всегда начинают с малого увеличения.

5. Глядя сбоку, опускают тубус с окуляром по направлению к предметному столику, вращая винт грубой подачи, пока линза объектива не окажется на расстоянии 1 см от препарата. Затем, глядя в окуляр, медленно поднимают тубус винтом грубой подачи до тех пор, пока в поле зрения не появится изображение объекта.

6. Перемещая препарат по предметному столику, добиваются, чтобы исследуемый объект находился под объективом, и только после этого переходят к работе с объективом 40 мм. Для этого, глядя сбоку, опускают тубус винтом грубой подачи до тех пор, пока расстояние между фронтальной линзой объектива и препаратом не станет 4–5 мм.

7. Глядя в окуляр и вращая винт грубой подачи, поднимают тубус, пока не появится изображение объекта. Передвигая препарат руками, устанавливают нужное место, регулируют освещение и, вращая винт тонкой подачи, добиваются наилучшего изображения. Если изображение не появилось, то надо повторить все операции, начиная с п. 6 этой части.

Нельзя смотреть в окуляр и опускать объектив, вращая винт грубой подачи, так как при этом фронтальная линза может раздавить препарат и повредить объектив.

8. Для работы с большой четкостью изображения, зависящей от соответствия диаметра пучка света, попадающего в объектив, и диаметра входящей в него объективом, регулируют ирисовую диафрагму, глядя в окуляр, открывают ирисовую диафрагму настолько, чтобы ее край был виден в виде тонкого ободка.

При слишком сильном освещении увеличивают контрастность изображения, опуская конденсор.

9. Для получения какого-либо участка объекта при большом увеличении отведите этот участок в центр поля зрения, пользуясь препаратоводителем. Перед этим переключите револьвер так, чтобы объектив 40× занял рабочее положение (объектив 90× опустился вниз). Смотрите в окуляр — изображение объекта будет нечетким. При помощи микрометрического винта добейтесь хорошего изображения объекта. Не забывайте, что при работе с большим увеличением объектив и покровное стекло препарата почти соприкасаются между собой. Не допускайте их касания, ее необходимо возвратить в первоначальное положение.

Для использования этого способа микрометрический винт можно крутить в любую сторону. Только что описанным способом можно, например, рассмотреть клетки кожицы лука.

Если при увеличении объективом 40× изображение недостаточно четкое, его получение осложняется наличием на себе. В таких случаях применяют фокусировку объектива при помощи микрометрического винта. Установив вначале четкое изображение объективом 40×, переходят к объективу 90×.

10. Переворачивают препарат при большом увеличении только перед началом работы.

11. По окончании работы с большим увеличением освобождают револьвер, установив его так, чтобы объектив 40× был в рабочем положении. Не забывайте при этом поднять объектив 90×, чтобы во время перемещения столика он не мог коснуться препарата.

Приготовление временных микропрепаратов

Для приготовления временных микропрепаратов необходимо иметь набор предметных и покровных стекол, пинцет, иглы, лезвие безопасной бритвы, скальпель, стеклянную палочку, пипетку, чистую бумагу, ножницы. Перед началом работы протрите все инструменты спиртом, промойте водой и вытрите чистой мягкой тряпочкой. Далее тонкий срез изучаемого растительного объекта помещают в каплю воды и сверху накрывают покровным стеклом. Покровное стекло кладут на край капли воды, держа его между большим и указательным пальцами. Одну из сторон стекла прижимают к предметному стеклу, а другой опускают на каплю. Если жидкости на препарате выступает за край покровного стекла, ее удаляют фильтровальной бумагой. При необходимости

окрашивание препарата результате чего по-пос покровного стекол. отмывают с помощью фильтровальной бумаги. и заклеивают ра- створ канадского с противоположной стороны на кра покровного стекла

Задания

1. Изучить устройство микроскопа и правила работы с ним.

2. Объяснить на рисунке и напи- основные части оптической (увеличение, апертура) и механической систем, уметь их показать.

3. Описать последовательность приготовления временных препаратов.

4. Зарисовать клетки эпителия, найти на препарате и сделать обозначения ядра, цитоплазмы с органоидами, оформить и описать полученные результаты работы

5. Пользуясь учебной литературой, изучить строение растительной клетки. Сделать рисунок, обозначить все части

Порядок работы

1. Готовят временный препарат листа элодеи или валлиснерии.

2. Рассматривают строение листа под микроскопом сначала при малом, а затем при большом увеличении. Обращают внимание на отношение клетки к друг к другу и окружающей среде. Находят ядро, хлоропласты. При малом увеличении обращают внимание на цитоплазму

Вопросы для самоконтроля

1. Каково рабочее расстояние объективов малого и большого увеличения?

2. Какие элементы входят в состав механической и осветительной частей микроскопа, и каковы их функции?

3. Изучить ход лучей в оптической части микроскопа и составляющие. Дать характеристику объективам.

4. Что такое разрешающая способность микроскопа, и каковы способы ее увеличения?

5. Какие правила работы с микроскопом?

Работа 2. Строение растительной клетки. Хлоропласты

Цель работы: изучить строение растительной клетки, её основных структурных, интегральных компонентов

Материалы и оборудование: микроскоп, лупы, препаровальные иглы, покровные стекла, постоянный препарат листа элодеи, готовый препарат кожицы чешуи лука

Клетка – это элементарная живая система, которая является основой строения, развития и функционирования всех живых организмов. Она представляет собой открытую динамическую систему, которая обменивается энергией с окружающей средой и поддерживает различный химический состав, отграничена от окружающей среды цитоплазматической мембраной.

Растения – эукариоты. В эукариотических клетках ядро отделено от цитоплазмы ядерной мембраной оболочкой

Форма и размеры растительных клеток очень разнообразны зависят от их местоположения и функций, которые они выполняют. Плотно сомкнутые клетки чаще всего имеют форму многогранников, что обусловлено их плотным давлением, их средние линейные размеры составляют 4-46 – утолщенные. Клетки, имеющие неправильную форму, имеют большой размер, называются паренхимными. Промежуточные клетки иногда встречаются в клетках, длина превышает ширину в 5-6 и более раз. В отличие от клеток животных, клетки растений имеют плотную оболочку (кору – это образование придает растительной клетке форму).

В растительной клетке можно выделить три основные части: 1) указанную клеточную стенку, отграничивающую клетку снаружи; 2) протопласт – живое, содержимое клетки; 3) вакуоль – пространство в центральной части клетки, заполненное водянистым клеточным соком. Клеточная стенка и вакуоль являются пассивными компонентами жизнедеятельности протопласта (рис. 2.1).

Протопласт – активно живое содержимое клетки. Протопласт представляет собой сложную коллоидную систему, дифференцированную на ряд более мелких, но обособленных органоидов, которые имеют характерное строение и выполняют специфические функции

К органоидам клетки относятся ядро, пластиды, митохондрии,

рибосомы, эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, лизосомы, микротельца. Органеллы погружены в гиалоплазму. Гиалоплазма с органеллами, за вычетом ядра, составляет цитоплазму клетки. От клеточной стенки протопласт отделен наружной мембраной – плазмалеммой, от вакуоли – внутренней мембраной – тонопластом.

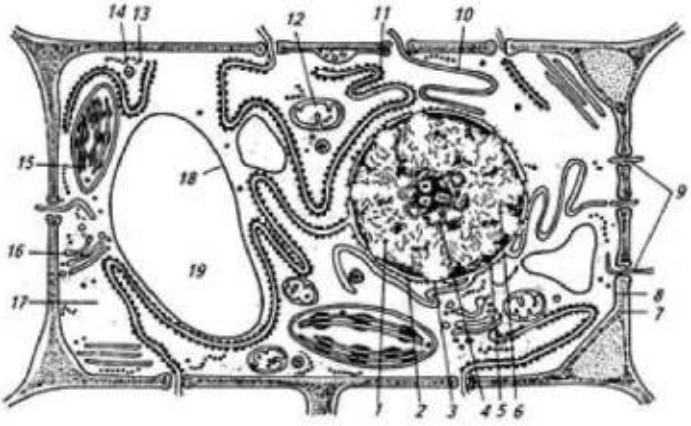


Рис. 2.1. Строение растительной клетки
по данным электронной микроскопии:
1 – ядро; 2 – ядерная оболочка; 3 – ядерная пора; 4 – ядрышко; 5 – хроматин; 6 – кариоплазма; 7 – клеточная стенка; 8 – плазмалемма; 9 – плазмодесмы; 10 – агранулярная эндоплазматическая сеть; 11 – гранулярная эндоплазматическая сеть; 12 – митохондрия; 13 – рибосомы; 14 – лизосома; 15 – хлоропласт; 16 – диктиосома; 17 – гиалоплазма; 18 – тонопласт; 19 – вакуоль

Биологические мембраны состоят из фосфолипидов и белков – липопротеидов. Молекулы липидов образуют структурную основу мембран и располагаются двумя параллельными слоями. Молекулы белков располагаются несплошным слоем на поверхности липидного каркаса с одной или обеих его сторон, часть их погружена в этот каркас, а некоторые проходят через него насквозь. Большинство мембранных белков представлено различными ферментами.

Одно из основных свойств биологических мембран – их избирательная проницаемость (полупроницаемость): одни вещества проходят через них с трудом или вообще не проходят (барьерное

свойство, другие отсутствует.

Ядро – основная и обязательная часть эукариотической клетки. Ядро является центром управления обменом веществ, он решает и регулирует синтез белков и передачу наследственной информации. Ядро хранит генетическую информацию и передает ее дочерним клеткам в процессе клеточного деления. Структура ядра одинакова у всех эукариотических клеток. В ядре находятся хромосомы и ядрышки, которые погружены в кариоплазму, от которой отделены двумя мембранами ядерной оболочки.

Рибосомы – почти сферические гранулы, состоящие из рибонуклеопротеидов – комплексов РНК и различных структурных белков. Это органоиды общего значения, присущие клеткам всех типов. Рибосомы располагаются на наружной поверхности ядерной оболочки, на мембранах эндоплазматической сети, в митохондриях и пластидах. Рибосомы – центры синтеза белка в клетке.

Эндоплазматическая сеть представляет собой разветвленную сеть канальцев, пузырьков и цистерн, ограниченных мембранами, пронизывающего цитоплазму. Эндоплазматическая сеть состоит из гладкой поверхности рибосомы, получила название гранулярной, или шероховатой. Эндоплазматическая сеть, не имеющая рибосом, называется агранулярной, или гладкой. Агранулярная эндоплазматическая сеть участвует в синтезе углеводов и липидов и других метаболических соединений (например масла, сахара, крахмал).

Эндоплазматическая сеть служит для внутриклеточного транспорта веществ. Эндоплазматическая сеть связана с клеточной оболочкой через плазмодесмы – цитоплазматические тяжи, которые проходят сквозь клеточные стенки. Эндоплазматическая сеть – место образования и роста клеточных мембран. Она дает начало таким органоидам, как вакуоли, лизосомы, диктиосомы, участвующие в процессах внутриклеточного клеточного пищеварения.

Аппарат Гольджи представляет собой комплекс плоских цистерн (диктиосом) с отшнуровывающимися пузырьками. Диктиосомы имеют полярность: с одной стороны постоянно идет синтез мембран эндоплазматической сети, с другой – отшнуровываются пузырьки. Они служат транспортными путями для веществ.

Лизосомы – органоиды, содержащие гидролитические

оперкости, способные разделять клеточные органеллы соединения. Представляют собой мешки цитоплазматической вакуоли в цитоплазме. Основная функция эндоплазматической сети — участие в синтезе белков, углеводов, липидов, образующихся на ее мембранах цитоплазматической вакуоли. Различают гладкую и ретикулярную. Имеет в первую очередь гладкую эндоплазматическую сеть, которая участвует в синтезе липидов и углеводов, а также в обезвреживании ядовитых веществ. Другая функция эндоплазматической сети — участие в транспорте веществ. Другая функция эндоплазматической сети — участие в синтезе белков, углеводов, липидов, а также в транспорте веществ.

Митохондрии — округлые или удлиненные органеллы, ограниченные двумя мембранами. Внутренняя мембрана образует складки — кристы. Пространство между кристами заполнено матриксом. В матриксе находятся рибосомы и собственная ДНК. Митохондрии называют энергетическими станциями клетки. Они участвуют в синтезе АТФ.

Пластиды — органоиды, характерные только для растений. Различают три типа пластид: 1) хлоропласты (пластиды зеленого цвета); 2) хромопласты (пластиды желтого, оранжевого или красного цвета); 3) лейкопласты (бесцветные пластиды). Обычно в клетке встречаются пластиды только одного вида.

Хлоропласты — пластиды зеленого цвета, содержат фотосинтез, имеют двумембранное строение. Они содержат зеленый пигмент хлорофилл, придающий растениям зеленый цвет, и ферменты, участвующие в группе фотосинтеза. Хлоропласты называют органоидами двойной мембранной структуры, так как они ограничены от цитоплазмы двумя мембранами. Внутренняя мембрана образует складки, которые увеличивают площадь поверхности. Внутренняя мембрана образует сложную систему мембран (гранул), в которых расположен хлорофилл — пигмент зеленого цвета. Жидкое внутреннее содержимое хлоропласта называется стромой. В строме имеются рибосомы и ДНК. Часто в хлоропластах встречаются включения крахмала, это так называемый запасной, или

ассимиляционный крахмал – временное хранилище продуктов фотосинтеза.

Задания

1. Изучить под микроскопом постоянный препарат эпидермиса лука при малом и большом увеличении.

2. Приготовить временный препарат листа элодеи. Рассмотреть строение листа при малом и большом увеличении. Найти прозенхимные и паренхимные клетки.

3. Исследовать под микроскопом содержимое клетки элодеи или валиснерии. Найти хлоропласты.

4. Пользуясь учебной литературой, изучить строение растительной клетки. Сделать рисунок, обозначив все её части.

Порядок работы

1. Рассмотреть при малом и большом увеличении постоянный препарат эпидермиса лука. Изучить строение клетки. Сделать рисунок. Обозначить ядро, клеточную стенку и цитоплазму (рис. 2.2).

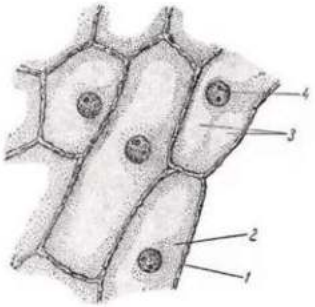


Рис. 2.2. Эпидермис сочной чешуи луковицы лука:
1 – клеточная стенка; 2 – цитоплазма; 3 – вакуоли; 4 – ядро

2. Приготовить временный препарат листа элодеи или валиснерии. Рассмотреть строение листа под микроскопом сначала при малом, а затем при большом увеличении. Обратить внимание на компоненты клетки, видимые в микроскоп. Рассмотреть хлоропласты. При малом увеличении наблюдать за движением цитоплазмы.

Зарисовать 4-5 клеток листа, в каждой клетке нарисовать видимые в микроскоп компоненты клетки, сделать обозначения. Стрелочками показать направления движения цитоплазмы (рис. 2.3).

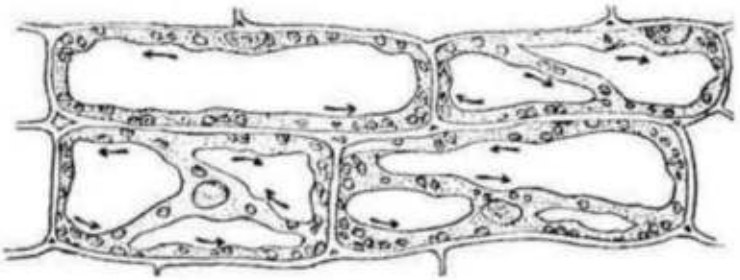


Рис. 2.3. Строение листа элодеи (валиснерии)

Вопросы для самоконтроля

1. Какие клетки называются паренхимными, а какие прозенхимными?
2. В чем отличие между растительной и животной клетками?
3. Какие компоненты клетки можно рассмотреть в оптический микроскоп?
4. Какие компоненты клетки относятся к протопласту, а какие к производным протопласта?
5. Каково строение и значение биологических мембран?
6. Каково строение и функции хлоропластов?

Работа 3. Хромопласты в клетках кожицы зрелых плодов

Цель работы: изучить форму хромопластов в клетках кожицы плодов.

Материалы и оборудование: микроскоп, готовые препараты с покровными стеклами, препарировальные иглы, чистые предметные стекла, пипетки, фильтровальная бумага.

Хромопласты — пластиды оранжевого, красного и желтого цвета, которая обусловлена пигментами, относящимися к группе каротиноидов. Хромопласты встречаются в клетках лепестков многих растений (бальзин, канна, одуванчик), а также плодов (томат, шиповник, рябина красная, облепиха, барбарис обыкновенный, перец сладкий, арбуз) и корнеплодов (морковь, свекла, хрен).

Внутренняя мембранная система в хромопластах, как правило, отсутствует.

В хромопластах плодов обнаружены окрашенные в красный цвет каротиноиды, откладывающиеся в виде кристаллов различной формы. Кристалл разрушает мембраны хромопласта, и он приобретает форму: зубчатую, пластинчатую, игольчатую, глобулярную, трубчатую, решетчатую и т.д.

Значение хромопластов для растения не изучено. Большинство из них представляют собой старую форму пластиды. Они, как правило, развиваются из хлоропластов, при этом в пластидах разрушаются хлорофилл и внутренняя мембранная структура, а вместо них накапливаются каротиноиды. Это происходит при созревании плодов и старении листьев. Какое-либо конкретное значение хромопластов состоит в том, что они обусловливают яркую окраску цветков и плодов, привлекающую насекомых для перекрестного опыления и других животных для распространения плодов. В хромопластах могут присутствовать и пластиды.

Задания

1. Изготовить препараты клеток кожицы плодов двухцветных растений.
2. Под малым увеличением найти, при большом увеличении рассмотреть форму хромопластов.
3. Зарисовать отдельные клетки кожицы плодов каждого типа, указать их форму и обозначения.

Порядок работы

1. Острием препаровальной иглы надорвать кожицу зрелого плода и достать немного мякоти. Перенести препарат на предметное стекло в каплю воды, разрыхлить и накрыть покровным стеклом.

2. Рассмотреть препарат сначала при малом, а затем при большом увеличении. Найти хромопласты. Обратить внимание на их форму и размеры (рис. 3.1).

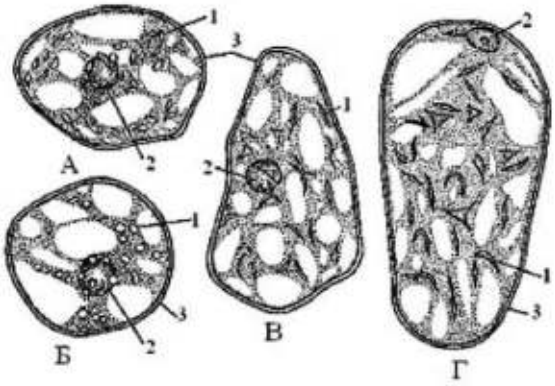


Рис. 3.1. Клетки мякоти зрелых плодов:
А – шиповника; Б – ландыша; В – рябины; Г – боярышника;
1 – хромопласты, 2 – ядро, 3 – клеточная стенка

Вопросы для самоконтроля

1. В клетках каких органов растений чаще всего можно найти хромопласты?
2. В чем заключается различие в строении хромопластов от хлоропластов?
3. Какие пигменты содержат хромопласты?
4. Из каких пластид развиваются хромопласты?
5. Какое значение имеют хромопласты?

Работа 4. Включения растительной клетки. Запасной крахмал

Цель работы: изучить форму и строение крахмальных зерен картофеля.

Материалы и оборудование: микроскоп, клубни картофеля, покровные стекла, предметные стекла, раствор йода в йодистом калии, скальпель, картофель.

Образование включений в процессе обмена веществ происходит в специальных пластидах (лейкопластах, хромопластах) или непосредственно в цитоплазме. Это могут быть капли воды, различные органические и минеральные вещества, кристаллы. Включения могут иметь кристаллическую форму и хорошо видны в световом микроскопе. Включения представляют собой либо отложения, временно выведенные из обмена веществ соединения, либо конечные продукты обмена. К первой категории включений относятся крахмальные зерна, липидные капли и отложения белков, ко второй – кристаллы оксалата кальция.

Крахмальные зерна – это *основной* запасной углевод большинства растительных клеток. Полисахарид крахмал – основной тип запасных питательных веществ растений. Пшеничная мука состоит из зерен крахмала почти на 75%, в клубнях картофеля крахмал составляет 20-25%.

Крахмальные зерна образуются в строме пластид. В хлоропластах за счет откладывания зерен ассимиляционного (временного) крахмала, образующегося при избытке сахаров – продуктов фотосинтеза. Образование, рост и роль крахмального крахмала при прекращении фотосинтеза изучены в хлоропластах. Ночью, когда фотосинтез не происходит, ассимиляционный крахмал с помощью ферментов гидролизуется до сахаров и транспортируется в другие части растения. Запасной (вторичный) крахмал откладывается в клетках специализированных органов растений (корнях, клубнях, семенах) из сахаров, притекающих в эти органы по ситовидным трубкам (см. рис. 4.1). При прорастании запасной крахмал также превращается в сахара.

Образование крахмальных зерен начинается с синтеза центров кристаллизации – мелких зерен, состоящих из образующих цепей

центрами. Рост зерна происходит путем последовательного отложения слоев крахмала вокруг образовательного центра. Расположение слоев может быть концентрическим (пшеница) или эксцентрическим (картофель).

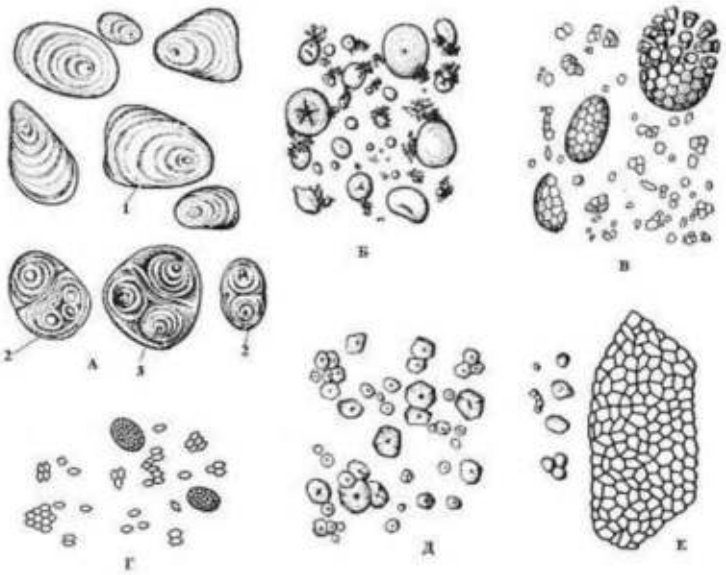


Рис. 4.1. Крахмальные зерна различных видов растений:
А – картофель; Б – пшеница; В – овес; Г – рис; Д – кукуруза; Е – гречиха;
1 – простое зерно; 2 – сложное зерно; 3 – полусложное зерно

Если в амилопласте имеется один образовательный центр, вокруг которого откладываются слои крахмала, то возникает простое зерно, если два и более – то образуется сложное зерно, состоящее как бы из нескольких простых. Полусложное зерно образуется в том случае, если крахмал сначала откладывается вокруг нескольких точек, а затем, после соприкосновения простых зерен, вокруг них возникают общие слои.

Форма, размер, количество в амилопласте и строение (положение образовательного центра, слоистость, наличие или отсутствие трещин) крахмальных зерен часто специфичны для вида растения. Обычно крахмальные зерна имеют сферическую,

обыкновенного вида линзовидную форму зерна ; картофеля они неправильные. Наиболее крупные зерна (до 100 мкм) характерны для клубней картофеля, в которых, по данным отдельных авторов, встречаются зерна – гиганты (240 мкм) и более крупные (300–400 мкм). Для клеток зрелого клубня характерны мелкие зерна (5–10 мкм). Сложные крахмальные зерна риса, овса, гречки.

Реактивом на крахмал является раствор йода в растворе йодистого калия – реактив Люголя. Он окрашивает крахмальные зерна в синий цвет.

Отложение крахмала широко распространено во всех органах растения, но особенно богаты им семена, плодовые любого (клубни, луковицы, корневища), подземные органы с запасающей паренхимой и другие органы.

Задание

1. Приготовить препарат крахмальных зерен картофеля. Провести реакцию на крахмал раствором йода и изучить их строение. Зарисовать.

2. Изучить крахмальные зерна картофеля при большом увеличении.

3. Пользуясь учебной литературой изучить и зарисовать крахмальные зерна основных видов растений (кукуруза, пшеница).

Порядок работы

1. Отделить небольшой кусочек клубня картофеля и сделать на нем продольный разрез. Разрез смочить каплей раствора Люголя, в воду попадают крахмальные зерна. Препарат покрыть покровным стеклом и рассмотреть сначала при малом, а затем при большом увеличении.

2. Внимательно рассмотреть форму, строение и окраску зерен.

3. Качественной реакцией на обнаружение крахмала является слабый раствор йода в йодистом калии (реактив Люголя). Капнуть реактив под покровное стекло и наблюдать, как меняется окраска крахмальных зерен. Зарисовать и сделать соответствующие надписи.

4. Сравнить строение крахмальных зерен картофеля, гречки, овса, риса. Отметить сходство и различие крахмальных зерен.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем отличаются технологии ручной и машинной вышивки?
2. Как и какой частью иглы образуется двойной стежок?
3. Каковы отличия ручных швов от машинных и основных функциональных строчек?
4. Чем обусловлена высокая производительность труда?
5. Какие инструменты используются при ручных работах?

Работа 5. Алейроновые зерна в клетках эндосперма зерновки пшеницы и семядолей фасоли

Цель работы: изучить форму и строение алейроновых зерен эндосперма

Материалы и оборудование: микроскопы, готовые постоянные препараты поперечного среза зерновки пшеницы и семени фасоли.

Белковые включения в виде разнообразных аморфных или кристаллических образований, окруженных элементарной мембраной, называются алейроновыми зернами. Белки, входящие в состав алейроновых зерен, могут быть простыми и сложными. Среди простых белков преобладают глобулины, а среди сложных – нуклеопротеиды. Запасные белки относятся к категории простых белков – протеинов, в отличие от сложных конститутивных белков – протеидов, участвующих в процессах роста и развития.

Алейроновые зерна имеют неправильную, округлую или овальную форму и различный размер (0,2–20 мкм). Они окружены мембраной и содержат аморфный белковый матрикс, в который погружены кристаллические включения – глобоиды (рис. 2-3). Белковый комплекс мембранной формы и структурных глобоидов называется алейроном. Способность белков к формированию алейронового зерна называется алейронофорией. Алейроновые зерна, содержащие кристаллы, называют алейронами. Они характерны для запасающих клеток семян масличных растений (льна, подсолнечника, клещевины, горчицы, конопли и др.). Более интенсивно протекает алейронофория в клетках эндосперма (рис. 5.1, 5.2).

Запасные белки во время развития семян откладываются в вакуолях. При созревании семян, сопровождающемся обезвоживанием, белковый комплекс коагулирует. Белок в форме нерастворимого раствора в осадке и может кристаллизоваться. При прорастании семян алейроновые зерна поглощают воду, набухают и постепенно превращаются в типичные вакуоли. Белки и ферменты глобоидов растворяются и участвуют в процессах роста.

Белковые включения можно окрасить в разные цвета в зависимости от реактива. Например, в коричнево-желтый цвет

Задания

1. Рассмотреть в микроскоп препарат поперечного среза зерновки пшеницы и семядоли фасоли.

2. Провести анализ строения семян однодольных и двудольных растений.

3. Зарисовать общий вид изученных семян и их внутреннее строение, сделать обозначения.

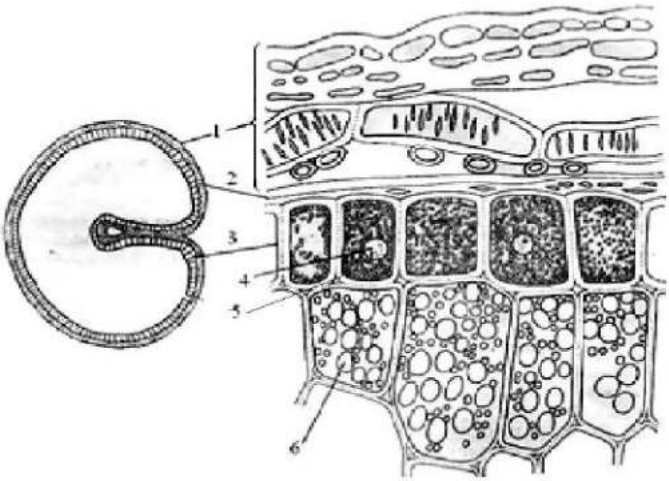


Рис. 5.1. Зерновка пшеницы на поперечном срезе:
1 – околоплодник; 2 – спермодерма; 3 – алейроновый слой; 4 – ядро;
5 – алейроновые зерна; 6 – клетки эндосперма с крахмальными зернами;
7 – крахмальные зерна

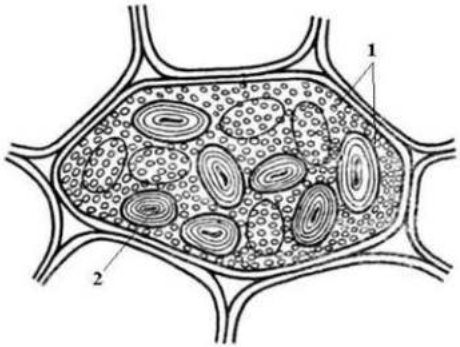


Рис. 5.2. Простые алейроновые и крахмальные зерна в клетке семядоли семени фасоли:
1 – простые алейроновые зерна; 2 – крахмальное зерно

Порядок работы

Для изучения нейронных мерок пользуются готовыми постоянными препаратами мерок [illegible] принципу одной фракции.

1. Рассмотреть под малым увеличением микроскопа препарат поперечного среза мозжечка. Обратить внимание на молекулярную полоску, полупрозрачного слоя, ганглиозного слоя, зернистого слоя. Определить [illegible].

2. Зарисовать [illegible] нейрона. Найти [illegible] клетки грушевидной формы (нейрональной сети). Зарисовать мелкие [illegible] мерки.

3. Рассмотреть [illegible] нейронов. Нейронный [illegible], что [illegible] мерки, [illegible] мерки.

4. Рассмотреть под малым увеличением препарат поперечного среза спинного [illegible] большом увеличении. Найти [illegible] мерки.

Вопросы для [illegible]

1. Чем отличается [illegible]?
2. Какие [illegible] мерки?
3. [illegible]?
4. Чем отличается [illegible] мерки?
5. [illegible]

Работа 6. Деление клетки

Цель работы: изучить типы деления клеток растительного и животного организмов.

Материалы и оборудование: микроскопы, свежие постоянные препараты кончика корня лука, демонстрационные таблицы.

Митоз — это универсальная форма деления эукариотических клеток растений и животных. В нем различают четыре фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу. Перед началом деления каждая хромосома удваивается и состоит из двух сестринских хроматид. В интерфазу удваивается ДНК и происходит спирализация. Процесс удвоения идет по принципу обычных химических реакций и каждая хроматида достраивается по две половины ДНК. Две хроматиды — дочерние хромосомы, соединенных перетяжкой (центромерой). Хромосомы спирализуются и видно, что каждая состоит из двух хроматид, соединенных центромерой. Ядрышко исчезает. Центриоли расходятся к полюсам клетки и между ними появляется веретено деления. Ядерная оболочка растворяется.

Метафаза: хромосомы располагаются по экватору, и к их центромерам прикрепляются нити веретена деления.

Анафаза: центромеры делятся, и нити веретена деления растягивают хроматиды к полюсам клетки. В цитоплазме материнской клетки распределяется равномерно.

Телофаза: дочерние хромосомы деспирализуются (раскручиваются). Формируется ядерная оболочка, появляется ядрышко. Цитоплазма делится пополам.

В телофазе происходит деление цитоплазмы — цитокинез. Сначала между двумя дочерними ядрами появляется микротрубочковые волокна, совокупность этих волокон имеет форму цилиндра и называется фрагмопластом. В центре фрагмопласта появляются пузырьки. Они сливаются друг с другом и дают начало клеточной пластинке, а отграничивающая их мембраны становятся частью плазмалеммы.

Митотический цикл – это период существования клетки от одного деления до следующего. Он состоит из интерфазы и митоза. Продолжительность митоза колеблется от 1 до 24 часов. В результате митоза и последующей интерфазы клетки получают одинаковую наследственную информацию и содержат идентичные по числу, размеру и форме с материнскими клетками хромосомы.

Митоз характерен для соматических клеток. Он лежит в основе роста и бесполого размножения растений. Определяет генетическую стабильность, так как дочерние клетки являются точной копией родительской клетки (рис. 6.1).

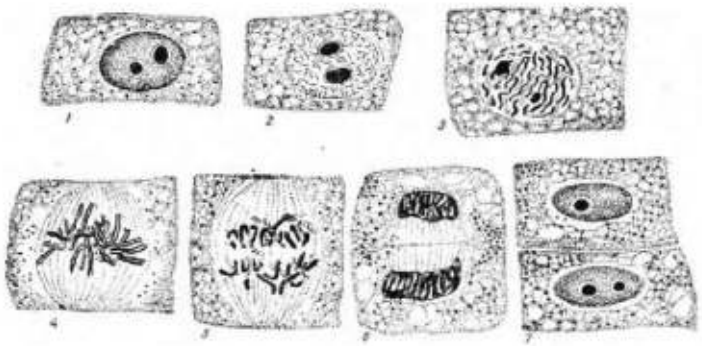


Рис. 6.1. Схема митоза и цитокинеза клетки:
1 – интерфаза; 2, 3 – профаза; 4 – метафаза; 5 – анафаза;
6 – телофаза и образование клеточной пластинки; 7 – две дочерние клетки в интерфазе

Мейоз – редукционное деление клеток, которое приводит к образованию гамет. При мейозе происходит редукция (уменьшение) числа хромосом: из исходной клетки с диплоидным набором хромосом (2n) возникает четыре гаплоидные клетки с одинарным набором (n) хромосом.

Мейозу, так же как и митозу, предшествует фаза подготовки – интерфаза. В эту интерфазу происходит репликация (удвоение) ДНК, синтез белков, РНК, АТФ.

Мейоз включает два следующих друг за другом деления, каждое из которых проходит в четыре фазы (рис. 6.2).

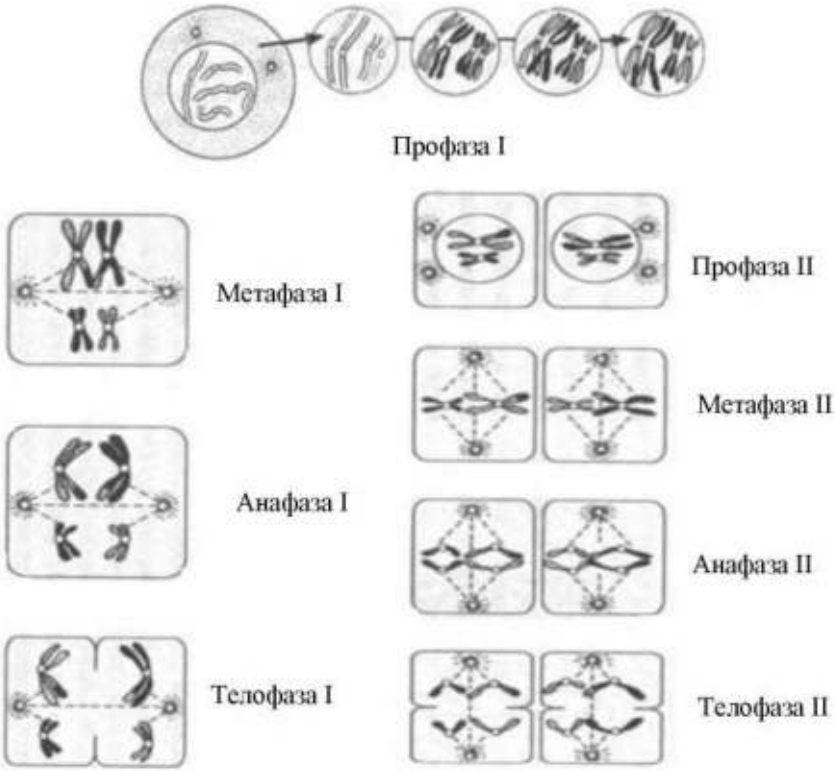


Рис. 6.2. Основные стадии мейоза

Первое деление мейоза.

Профаза I: в ядре происходит спирализация ДНК и хромосомы становятся видны в световой микроскоп. Каждая хромосома состоит из двух хроматид, соединенных центромерой. Ядрышки изчезают. Центриоли расходятся к полюсам клетки и из белковых нитей – микротрубочек начинает образовываться веретено деления. Гомологичные хромосомы объединяются попарно (коньюгация), образуя биваленты. В бивалентах может происходить обмен идентичными участками. Этот процесс называется кроссинговер. Он приводит к появлению нового сочетания генов. Ядерная оболочка разрушается.

Метафаза I: гомологичные хромосомы в бивалентах располагаются по экватору и к их центромерам прикрепляются нити

веретено деления

Анафаза I – дочерние хроматиды остаются вместе и по одной из гомологичных хромосом к полюсам клетки «вытягивает» веретено деления, т.е. происходит редукция (уменьшение) числа хромосом в гаплоид.

Телофаза I: дочерние хромосомы деспирализуются (разматываются). Формируется ядерная оболочка и цитокинез. Цитоплазма делится перетяжкой. Образуются две клетки, которые различны генетически, но содержат гаплоидный набор хромосом.

Далее наступает короткая интерфаза. В течение ее репликация ДНК не происходит, а лишь синтезируется белок АТФ.

Второе деление мейоза идет по типу митоза и называется эквационным делением. Профаза II, метафаза II, анафаза II, телофаза II.

Значение мейоза состоит не только в обеспечении постоянства числа хромосом у организмов из поколения в поколение, но и в появлении разнообразия. Благодаря случайному расхождению гомологичных хромосом в анафазе I и случайному сочетанию негомологичных хромосом в метафазе II половые клетки содержат разнообразные сочетания хромосом. Это обеспечивает разнообразие хромосомных наборов, повышает изменчивость признаков и последующих поколений, служит одним из механизмов эволюции.

Задания

1. На основании прочитанного материала дайте ответ на вопрос: Большое количество клеток образовавшихся в фазе синтеза.

2. Пользуясь литературными источниками дайте митоз и мейоз. Укажите их различия и сходства.

3. Зарисовать и обозначить все фазы митотического и мейотического циклов.

Порядок работы

1. Рассмотреть под микроскопом при малом и большом увеличении постоянный препарат кончика корешка.

2. Найти и изучить клетки, находящиеся в разных фазах митоза.

3. Зарисовать и обозначить

Вопросы для самоконтроля

1. В какой фазе у животных клеток происходит образование веретена деления?
2. В какой фазе у животной клетки формируется ядерная оболочка?
3. В какой фазе у животных клеток происходит деление?
4. В какой фазе у животных клеток происходит спирализация хромосом?
5. В какой фазе у животных клеток происходит деление цитоплазмы?
6. В какой фазе митоза происходит расхождение центриолей к полюсам клетки?
7. В какой фазе хорошо видны спирализованные хромосомы?
8. Назовите значение митоза.
9. В какой стадии жизни клетки происходит репликация хромосом?
10. Что такое кроссинговер?
11. Когда образуются биваленты?
12. Что отличается анафаза I от анафазы II?
13. В какой фазе мейоза происходит расхождение хромосом?
14. В какой стадии мейоза происходит расхождение хромосом?
15. Какой набор хромосом имеют гаметы?
16. Назовите значение мейоза.
17. В чем заключается различие между клетками митозом и мейозом?

Работа 7. Образовательные ткани. Первичная меристема

Цель работы: изучить особенности строения клеток образовательных тканей и их расположение в разных органах растений.

Материалы и оборудование: постоянный микропрепарат продольного среза кончика корня гороха, лупа, микроскоп.

Меристема обеспечивает рост органов растения в длину и толщину в связи с делением клеток и их дифференциацией. Различают первичную и вторичную меристемы. Первичная меристема имеется в зоне роста кончика корня и побега — причем на кончике корня она называется *корневой чехлик*, которая участвует в образовании корня. В проростке она присутствует в виде точек нарастания стебля и корня.

В процессе онтогенеза нарастание с первичной меристемы постепенно прекращается. При этом клетки меристемы целиком превращаются в постоянные, удлиняются путем растяжения растительных клеток. Так возникает сложный тип, состоящий из производных меристематических клеток, которые имеют разную дифференцировку и функции и называются *постоянными тканями*. Вторичная меристема — камбий. Вторичная меристема восстанавливает только тот тип ткани, из которой она образовалась.

Ткани, которые образуются из первичной меристемы, называются первичными, а вторичные — вторичными.

Задания

1. Ознакомиться с общим планом анатомического строения корня, используя для этого постоянный препарат меристемы кончика корня гороха, рассмотреть и зарисовать в тетради общий вид продольного среза верхушечной почки злаков.

2. Сделать в тетради обозначения строения верхушечной почки злаков.

Порядок работы

1. Рассматривают первичную меристему верхушки стебля злакового растения. Для этого лучше всего воспользоваться постоянным препаратом, окрашенным гематоксилином

2. Находят при малом увеличении в центральной части продольного разреза почки чашечковый аппарат и окружающую его паренхиму (рис. 7.1). Надо помнить, что на препарате, как правило, будут видны лишь отдельные участки почки.

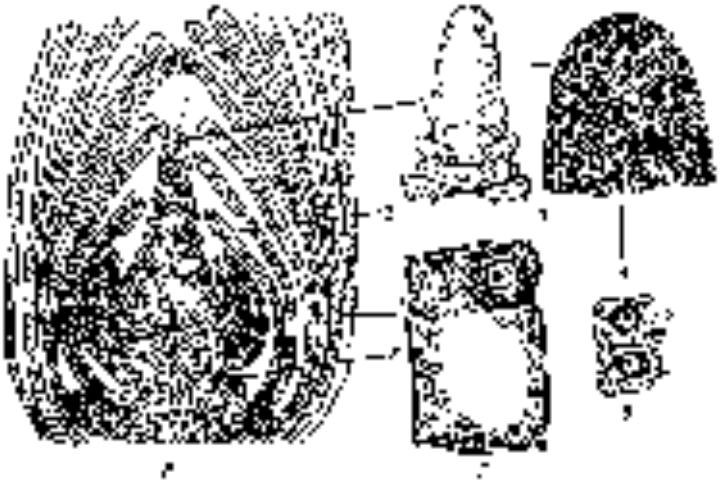


Рис. 7.1. Экскреторная почка: лоханка (*Pelvis renalis*)
А – продольный разрез: 1 – паренхима почки; 2 – чашечки; 3 – лоханка; 4 – мочеточник; Б – схема строения почки: 1 – паренхима почки; 2 – малая почечная чашечка; 3 – большая почечная чашечка; 4 – лоханка; 5 – мочеточник

3. Предварительно изучив общий вид препарата, постепенно перемещают препарат. Так, на некотором расстоянии от ворот видны капсула и поверхность слабо выраженной бугристости – это зачатки будущих почечных пирамид. Чем ближе к воротам, тем бугристость более явно выражена, приобретая форму листовидных выступов. Над сосочками и более крупных листьев имеется еще по одному бугорку, на которых в дальнейшем образуются воронки, почечные чашечки и лоханка.

4. Обозначают на схеме или контурном чертеже почечные бугорки и будущие воронки и чашечки.

5. Рассматривают конец перехода лоханки в мочеточник. Отмечают, что он образован продольными складками. В центре имеется щель, ведущая в просвет мочеточника. Срез стенки мочеточника и лоханки окрашен в цвет. Просвет органа различается в виде щели, так как ткани по краям и в просвете густо эпителиальные окрашены розовым цветом.

Если перенести препарат и рассмотреть клетки, находящиеся ниже, можно заметить, что по мере удаления от точки интенсивного содержания [illegible] цитоплазма светлеет, а центральное пятно [illegible]. Стенки клеток теперь очень тонкие. Величина вакуоли почти не изменяется, зато ядро занимает относительно большую часть разросшейся клетки. Такие [illegible] называются [illegible] [illegible] [illegible].

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы характерные признаки меристематической ткани?
2. Какой тип деления характерен для клеток меристематической ткани?
3. В чем отличие верхушечной меристемы от вставочной?
4. Как классифицируют меристемы по расположению?
5. Деятельность какой меристемы обусловливает нарастание органа в длину и какой — в толщину?
6. Функционирование какой меристемы обусловливает прикрепление побегов вьющихся?
7. За счет чего идет нарастание ветвей органов растения?
8. Какие различия в структуре между клеткой меристемы и дифференцированной клеткой ткани?

Работа 8. Покровные ткани. Первичный и вторичный покровные комплексы

Цель работы: изучить строение и значение основных типов покровных тканей первичного и вторичного покровов.

Материалы и оборудование: постоянные препараты эпидермиса листа традесканции (*Tradescantia*) или бегонии (*Begonia*), кожицы чешуи лука (*Allium cepa*), пробки, микроскопы.

Покровные ткани представляют собой комплекс тканей, выполняющих функции защиты растения от неблагоприятных факторов внешней среды. Классифицируют их по происхождению.

Первичная покровная ткань – эпидерма – образуется из верхушечной меристемы и состоит из живых паренхимных клеток – эпидермиса. У большинства растений она состоит из одного слоя плотно сомкнутых клеток. Стенка клетки, граничащая с внешней средой, более толстая, чем остальные. Клетки эпидермиса выделяют на поверхность органа кутикулу (кутикулярный слой). Эпидермис листа и стебля часто имеет особые образования – устьичные аппараты, выполняющие функцию газообмена и транспирации. Меньшая часть стебля многолетнего растения покрыта вторичной покровной тканью – перидермой. Она состоит из пробковой ткани (феллемы), феллогена (пробковой камбий) и феллодермы (вторичная кора). Феллема – пробка (феллема) состоит из отмерших плотно сомкнутых клеток, стенки которых пропитаны суберином. Клетки пробковой ткани тесно прилегают друг к другу, не имеют межклетников. Они могут быть живыми и мертвыми. Функции пробки – механическая и защитная. Пробка не

структура. Четвертая дисциплина окружающие клетками, между которыми имеются большие межклеточные (межклеточные) пространства. Они образуются только при нарушении целостности ткани при разрезании ее режущим инструментом, например, при работе с ножом, остающимся аппаратом.

Утолщение стебля многолетних растений происходит за счет деятельности в том. Под влиянием раздражающих в большую стебель перицикла и камбия появляются глубокие трещины, которые называются стебельными (стебельными) щелями. Они дают начало новому слою пробки. Вследствие образования внутренних перидерм наружные ткани отмирают от внутренней части стебля, отмирают и сбрасываются. Такие образования называются стебельными (стебельными) чешуями почечных (стебельных) почек (стебельных) слоев пробки и перидерм с участием перидерм. Этот будет перед.

Задания

1. Рассмотреть и зарисовать поперечный разрез стебля сирени и отличительные особенности его строения.

2. Изучить детали строения поперечного среза стебля растительного аппарата, рассмотрев готовый препарат поперечного среза стебля.

3. Выполнить самостоятельно поперечный срез стебля, используя бритву и мягкую мягкую бузину.

4. Сделать обозначения в тетради.

Порядок работы

Стебельные почки (стебельные) имеют яркую окраску от клеток эпидермы, находятся на пищеводу у края надреза, между поврежденной поверхностью вокруг в виде валика из крупных клеток и закрывают здоровые ткани.

На срезе стебля видно, что клетки лежат в определенный порядок. При этом различают верхний и нижний клеток, между которыми как бы оставлены ряды полукруглых маленьких клеток. Это называется клетка устьичного аппарата. При большом увеличении хорошо видны две замыкающие клетки, имеющие с внешней стороны тонкие стенки, а с внутренней — толстые. Между ними имеется щель, называемая устьицем. Вокруг замыкающих клеток расположены также полукруглые маленькие клетки устьичного аппарата в виде ниже них — устьице. Если материал собран не осенью

когда хлорофилл разрушается, то замыкающие клетки содержат зеленые пластиды. Вращая микрометренный винт, отмечают, что замыкающие клетки углублены по сравнению с рядом расположенными клетками эпидермы. Стенки замыкающих клеток со стороны эпидермы гораздо тоньше, чем со стороны щели (рис. 8.1).

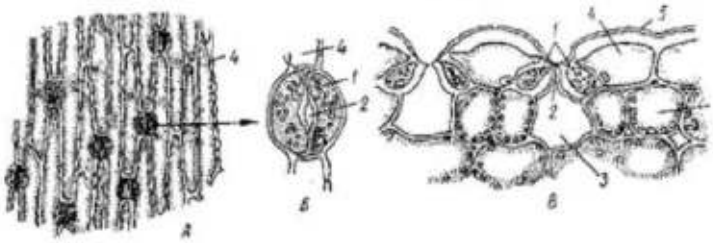


Рис. 8.1. Эпидерма листа ириса (Iris germanica) и герани:
А – эпидерма герани вид с поверхности; Б – устьичный аппарат; В – эпидерма ириса поперечный разрез; 1 – замыкающие клетки, 2 – устьице, 3 – воздушная полость, 4 – клетки эпидермы, 5 – кутикула, 6 – клетки мезофилла

Более полную картину строения устьичного аппарата дает его поперечный разрез. На постоянном препарате поперечного среза листа ириса находят устьичный аппарат на эпидерме нижней части листа и рассматривают его при большом увеличении. Среди относительно крупных клеток эпидермы расположены углубления с двумя маленькими яйцевидными замыкающими клетками, направленными острыми концами друг к другу. Между ними есть щель, а под ними всегда находится крупная воздушная полость. На срезе хорошо видно, что наружная и внутренняя стенки замыкающих клеток, образующие в направлении щели острый угол, сильно утолщены. Это утолщение постепенно уменьшается в направлении от щели. При увеличении тургора тонкая часть стенки растягивается, утолщенные же части растянуться не могут, вследствие этого угол между ними становится тупым, при этом замыкающие клетки в поперечном сечении делаются более округлыми и между ними возникает щель – устьице.

На препарате хорошо заметна кутикула в виде блестящей прозрачной полоски на наружной поверхности клеток эпидермы. На замыкающих клетках она образует острую складку, которая на поперечном разрезе кажется клювовидным выростом. Складки

кутикулы на замыкающих клетках при закрывании щели соприкасаются. Обращают внимание на то, что наружная стенка кон- [illegible]

[illegible] устьичный аппарат с прилегающими клетками эпидермы и мезофилла листа, обозначают замыкающие клетки, устьица, подустьичную полость, клетки эпидермы и мезофилла, кутикулу.

3. *Перидерма бузины.* Рассматривают [illegible] стебля бузины.

При малом увеличении на поверхности стебля сначала видны полуразрушенные плоские клетки эпидермы, за ними следуют [illegible] плоских тонкостенных клеток с густым содержимым. Это — вторичная меристема — пробковый камбий. С внутренней стороны от [illegible] феллодермы. [illegible] рых она дифференцировалась. Только по этому признаку и можно отличить клетки феллодермы от лежащей глубже основной ткани коры. Три [illegible] слоя (пробка, пробковый камбий и феллодерма) [illegible] при большом увеличении.

Чечевичку рассматривают при малом увеличении. Она имеет двояковыпуклое очертание (отсюда ее название). Большая часть [illegible] (рис. 5.2). В наружной части этой ткани есть трещины. Пробковый камбий под чечевичкой усиленно делится. Это определяет то, что несколько слоев, им отложенных, [illegible] клеток правильными [illegible] Между слоями пробки лежат [illegible] участки отмерших тканей [illegible] Такие образования [illegible] собой комплекс тканей. Наружные слои ее постепенно разрушаются и сбрасываются.

Рис. 6.2. Пример применения [illegible]

5. Определение [illegible] рассмотрим на примере [illegible]

Рис. 3.3. [illegible]

Вопросы для самоконтроля

1. Почему эпидермис называют первичной покровной тканью?
2. Одинаковы ли функции у клеток разных типов эпидермиса?
3. Почему кожицу листьев называют дыхательной тканью?
4. Что называют устьичным аппаратом?
5. Какие образования входят в состав устьичного аппарата?
6. Из каких клеток состоит устьичный аппарат? 7. В каких особенностях строения проявляется приспособленность устьиц к функции? 8. Как функционирует устьичный аппарат?
9. Почему у деревьев и кустарников хорошо развита с возрастом корковая пробка?
10. В чем отличие в строении клеток пробки и эпидермы?
11. Почему пробку называют вторичной покровной тканью?
12. Благодаря каким особенностям строения пробка выполняет защитную функцию?
13. Какой из типов клеток является пробка? Как через пробку происходит газообмен в древесине?
14. По каким признакам можно найти сходство строения покровных клеток корня и стебля? Почему по снятой пробке толстого корня?
15. Из каких элементов состоит корка?
16. Какие органы растений лишены чечевичек, а какие корней?

Работа 9. Основные ткани

Цель работы: изучить строение и значение основных тканей растительного организма; научиться готовить и рассматривать их препараты.

Материалы и оборудование: свежий клубень картофеля, набор постоянных препаратов «Анатомия растений» (или фиксированные части листа кукурузы (*Zea mays*) и стебля кукурузы (*Zea mays*)), реактивы, посуда, инструменты

Основную часть растительного тела составляют ткани. Они состоят из клеток растений. Их делят также на группы: основную паренхимную или просто паренхиму. Основная ткань состоит из живых паренхимных клеток. Между ними есть межклетники. В клетках обычно находятся пластиды. Основная паренхима может выполнять какую-либо особую функцию, например, в листе она является ассимилирующей, в клубнях корня – запасающей, в органах размножения растений – размножающей, в жилах листа – проводящей. Наиболее часто основная ткань служит для запасания питательных веществ.

Последующая паренхима будет рассмотрена при изучении строения органов растений (корня, стебля, листа).

Задания

1. Приготовить и рассмотреть срез клубня картофеля и определить местоположение в нем основной паренхимы.

2. Рассмотреть и зарисовать постоянный препарат «Запасающая паренхима клубня картофеля».

3. Зарисовать клетки запасающей паренхимы клубня картофеля с крахмальными зернами. Сделать обозначения.

Порядок работы

1. Приготовление временного препарата картофеля. Срезать ножом срез с кусочка клубня картофеля, промывают его водой. Затем помещают материал в капле воды на предметное стекло и накрывают покровным стеклом. При этом следует учитывать, что слишком толстый слой материала затрудняет рассматривание препарата, а слишком

Рис. 9.1. Разновидности запасающих тканей
А – запасающая паренхима клубня картофеля: *Крахмальные зерна*;
Б – паренхима семядоли фасоли: *Клеточные стенки*

Под большим увеличением отчетливо, что крахмальные зерна имеют эксцентрическую слоистость и окружены бесцветной цитоплазмой. Если под покровное стекло капнуть каплю раствора йода в йодиде калия, крахмальные зерна окрасятся в сине-фиолетовый цвет. Запасающая паренхима состоит из живых клеток, в которых откладываются крахмальные зерна и белковые вещества.

2. *Хлоренхима листа.* Для изучения хлоренхимы можно воспользоваться постоянным препаратом поперечного среза листа растения или приготовить временный препарат из свежего листа комнатного растения. При этом отделенный от среза отдельно взятый лист растения помещают на предметное стекло в капле воды, покрывают покровным стеклом и рассматривают под микроскопом. Можно также отщипнуть кусочек листа и, положив его на предметное стекло в каплю воды, покрыть покровным стеклом. Ткань состоит из живых клеток, содержащих хлоропласты. Между клетками имеются межклетники, заполненные воздухом. Хлоренхима выполняет функцию фотосинтеза.

Перечисленные участки хлоренхимы, паренхимы выполняют воздухоносные ткани.

Вопросы для самоконтроля

1. Почему основные ткани получили такое название?
2. Какова функция основных тканей?
3. Из каких клеток они состоят?
4. На каком принципе построена классификация основных тканей?
5. В каких органах растения встречаются различные типы этих тканей?

Работа 10. Механические ткани

Цель работы: изучить разновидности механических тканей, особенности их локализации в растении.

Материалы и оборудование: свежие или фиксированные отрезки побегов (стебель) и листья разных растений (бузина, рябина, крапива, мягкие части корнеплодов свеклы, моркови); скальпель, препаровальная игла, пинцет, предметное стекло, покровное стекло, фильтровальная бумага, раствор йода в йодистом калии, глицерин, вода.

Механические ткани (склеренхима) придают растению прочность благодаря утолщениям их клеточных стенок и соответственно растрескиванию в основном состоянии. Различают следующие группы механических тканей: волокна (лубяные, древесинные), склереиды.

Механические ткани состоят из живых, обычно мертвых паренхимных клеток с равномерно утолщенными стенками, имеющими различную степень. Если утолщения расположены в углах, склеренхиму называют уголковой. Если утолщаются две противоположные стенки, а две другие остаются тонкими, клетки называют пластинчатыми. Если стенки клетки утолщены в виде пятен, то такая ткань называется ямчатой. Чаще всего склеренхима участвует, поэтому она представляет собой опорную ткань молодых растущих органов.

Склеренхимные клетки с неравномерно утолщенными стенками с различными углублениями называют склереидами. Их форма очень разнообразна: от изодиаметрической до звездчатой. По форме клеток различают два типа склереидных лубяных волокон – с веретенообразной или клиновидно заостренными стенками – и древесинных волокон (волокон Сапфорти) – стенки у них почти одинаковой толщины. Склеренхимные клетки разнообразны и выполняют различные функции.

Склереиды – это паренхимные клетки с одинаково утолщенными одревесневшими стенками. Их встречают в плодах (скорлупа ореха, косточка), листьях (в черешке), стеблях и других органах.

Задание

1. Приготовить препарат поперечного среза черешка листа, рассмотреть и зарисовать его строение при различных увеличениях.

2. Изучить и зарисовать строение и расположение механических тканей в органах растений, обратив внимание на их взаимное расположение.

3. Сделать препарат мякоти незрелого плода груши и изучить строение склереид.

4. Зарисовать по нескольку клеток каждой ткани и сделать обозначения.

Порядок работы

1. Уголковая колленхима черешка листа свеклы. Готовят препарат поперечного среза черешка листа свеклы в капле воды.

При малом увеличении на нем можно различить выступающие ребра черешка, заполненные мелкоклеточной тканью, похожей на сетку из чередующихся белых и темных пятен (рис. 10.1).

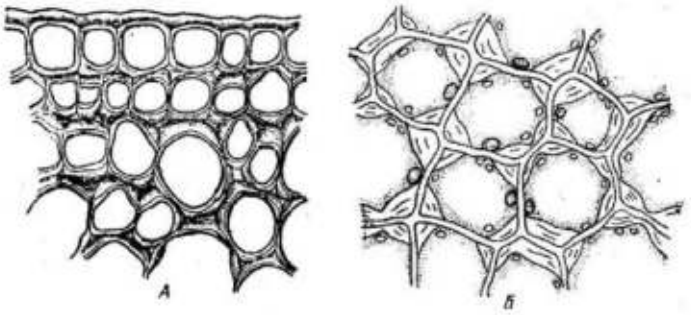


Рис. 10.1. Типы колленхимы на поперечных срезах:
А – пластинчатая осота шероховатого – Sonchys asper; Б – уголковая свеклы – Beta vulgaris

При большом увеличении хорошо заметны белые блестящие утолщения стенок, связанные между собой тонкими, часто еле заметными участками. Утолщения не только заполняют углы клетки, но вдаются в ее полость округлыми выступами, так что полость клетки в сечении по форме напоминает ромб или пятишестиугольник с вогнутыми сторонами. На препарате полость темная. Пользуясь микрометренным винтом, можно рассмотреть срединную пластинку внутри утолщений и таким образом зрительно восстановить первоначальную форму клеток с четырьмяшестью углами. Если для среза взят свежий материал, то в клетках колленхимы видно живое содержимое с хлоропластами. На продольном разрезе клетки уголковой колленхимы имеют форму более или менее вытянутых прямоугольников с утолщенными

утолщении. Если удалить воду и подействовать на срез хлор-цинк-йодом, то оболочки клеток колленхимы примут фиолетовую окраску, [illegible].

Зарисовывают несколько клеток колленхимы, обозначают утолщенную стенку клетки, полость.

3. *Древесинные волокна стебля [illegible].* На поперечном срезе [illegible] при малом увеличении на некотором расстоянии от поверхности [illegible], в котором с внутренней стороны [illegible] проводящие пучки (рис. 10.2). Действуют на срез флороглюцином и соляной кислотой. Так [illegible] принимают красную окраску, так как оболочки древесинных [illegible] лигнин. При большом увеличении видно, что клетки плотно прилегают друг к другу и лишены живого содержимого. Стенки их утолщены равномерно, [illegible]. При [illegible] межклетники [illegible] между стенками двух соседних клеток. Это срединная пластинка. Зарисовывают несколько прозенхимных клеток на поперечном разрезе и обозначают срединную пластинку, утолщенную стенку, поровые каналы.

Рис. 10.2. Древесинные волокна стебля [illegible]:
А — [illegible]; Б — [illegible];
1 — [illegible]; 2 — [illegible]; 3 — [illegible]

[illegible] и делают тонкий продольный срез ближе к [illegible]. Действуют на него теми же реактивами. При малом увеличении находят слой древесинных волокон [illegible] при большом увеличении. На [illegible]

древесинных лучей и отдельных клеток древесины с сосудами и трахеидами. Концы клеток обычно имеют косые стенки. Они примыкают к соседним клеткам древесины. Такие клетки называются

Перфорированные несколько древесинных элементов по правилу имеют форму и обозначают сокращенно буквами, этой буквой можно, кроме клеток

Рубежные клетки имеют такую конструкцию и прямые поперечные стенки их состоят в основном из целлюлозы.

3. Секреторные (выделительные) клетки служат для (рис. 103). Для того чтобы рассмотреть группу секреторных и вторичных клеток, нужно сделать поперечный срез через побег растения и рассмотреть в нем клетки.

Рис. 103. Секреторные клетки, интрузивные элементы
1 — клетки луба; 2 — ситовидные трубки; 3 — паренхимные клетки; 4 — клетки с кристаллами; 5 — паренхимные клетки; 6 — клетки с кристаллами; 7 — паренхимные клетки; 8 — клетки с кристаллами; 9 — клетки паренхимы

Это значит, что в стенках клеток, которые называются паренхимными клетками, разбросаны группы клеток с толстыми стенками. Они состоят из толстых клеток. Такие клетки называются склеренхимными. Склеренхимные клетки имеют форму веретена, поэтому их называют веретенообразными. Склеренхимные клетки имеют толстые стенки и узкие каналы. В клетках склеренхимы стенки имеют толстые, а каналы узкие. Такие клетки называются торцевыми клетками. Если посмотреть микроскопом на поперечный срез, то можно увидеть, что они имеют

как кружочек. Каково содержимого в полостях зметоза соединялось

Вопросы для самоконтроля

1. Какова морфология и предназначение зубной пластинки?
2. В чем отличие [illegible] от [illegible]?
3. Почему вселенцева свойственно молодым органам развития?
4. В чем отличие зубных волосков от древесных волокон?
5. Каковы особенности структуры склеренд?

Работа 11. Проводящие ткани

Цель работы: изучить строение и места локализации в растении проводящих тканей и научиться находить их на препаратах.

Материалы и оборудование: фиксированные отрезки стебля растения рода *Helianthus* или корневища папоротника-орляка (*Pteridium aquilinum*), фиксированные отрезки стеблей кукурузы (*Zea mays*), тыквенника (*Cucurbita pepo*) или тыквы (*Cucurbita maxima*), корневища лилейника (*Hemerocallis*).

Проводящие ткани не случайно так прочно связаны с листом и корнем. Они могут быть как первичного, так и вторичного происхождения. Проводящие ткани дифференцируются из прокамбия или камбия.

Различают три группы проводящих тканей: ситовидные трубки, сосуды и трахеиды.

Ситовидные трубки — это вертикальный ряд живых клеток (элементов), у которых поперечные стенки пронизаны перфорациями (ситовидными пластинками). Одиночная ситовидная трубка или ситовидный член трубки — это первый элемент ряда. Рядом с трубкой обычно расположены одна или несколько сопровождающих клеток (клеток-спутниц), которые имеют ядро. Ситовидные трубки служат для транспорта растворенных веществ и воды.

Сосуды (трахеи) — это трубки, либо полностью состоящие из мертвых удлиненных клеток (члеников сосудов), либо из живых, у которых утолщаются и отмирают боковые стенки, отмирает содержимое, а в поперечных стенках образуются одна или несколько перфораций. По форме утолщения стенок различают сосуды кольчатые, спиральные, лестничные, сетчатые и ямчатые.

Трахеиды, как и сосуды — мертвые образования, но в отличие от последних это не трубки, а удлиненные клетки. В стенках их есть окаймленные поры.

Сосуды и трахеиды служат для проведения воды и растворенных в ней минеральных веществ.

Проводящий пучок представляет собой комплекс тканей. В этом комплексе различают две зоны: зону ситовидных трубок, служащую для транспорта растворенных веществ, и зону сосудов, служащую для проведения растворов минеральных веществ. Между этими зонами — зоной сосудов и зоной ситовидных трубок — может сохраняться

древесинных волокон и (не всегда) древесинных волокон. Основные части флоэмы – ситовидные трубки с сопровождающими клетками, [illegible] лубяные волокна. Если между флоэмой и ксилемой есть камбий, то пучки называют открытыми, если его нет – закрытыми. Проводящие пучки классифицируют также по взаимному расположению флоэмы и ксилемы на: коллатеральные, биколлатеральные, концентрические, радиальные.

Задание

1. Рассмотреть постоянный препарат продольного среза проводящего пучка стебля тыквы и ознакомиться с проводящими тканями – ситовидными трубками и сосудами.

2. На препарате продольного среза корневища папоротника-орляка рассмотреть лестничные сосуды.

3. На препарате продольного среза древесины сосны рассмотреть трахеиды с окаймлёнными порами.

4. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза стебля кукурузы и ознакомиться со строением закрытого коллатерального пучка.

5. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза стебля подсолнечника и рассмотреть открытый коллатеральный пучок.

6. Рассмотреть препарат поперечного среза стебля тыквы и рассмотреть открытый биколлатеральный пучок.

7. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза корневища [illegible] и рассмотреть концентрические проводящие пучки.

8. Рассмотреть первичное строение корня и радиальный проводящий пучок.

9. Зарисовать и сделать обозначения.

Порядок работы

1. Проводящие ткани в стебле тыквы. Препарат изучают при большом увеличении. Ближе к поверхности стебля [illegible] расположены ситовидные трубки. Их можно узнать по [illegible] ситовидные пластинки.

Если использовать фиксированный материал, то в ситовидных

трубка будет видна полностью. Ее стенки состоят из одного ряда расширенных клеток с неравномерно утолщенными оболочками. Между ними и трубкой видны клетки основной паренхимы. Снаружи основную паренхиму окружает слой склеренхимы. Она состоит из нескольких рядов клеток, расположенных в один растянутый ряд (рис. 111). Делают обычно

Рис. 111. Часть проводящего пучка стебля льна (*Linum*) (вид сбоку на продольных разрезах):
1 — эпидермис; 2 — склеренхима; 3 — луб; 4 — древесина; 5 — основная паренхима; 6 — сосуды; 7 — ситовидные трубки

детали переходят к рассмотрению сосудов. На том же препарате рядом с ситовидными трубками видны клетки стебля, имеющие гораздо очень большого диаметра. Они обычно не имеют ни пятен, ни штрихов. Поэтому при большом увеличении можно видеть лишь только тонкие, слегка ограниченные с двух сторон утолщенными полосками стенки. В некоторых местах среза видны и поперечные сосуды. Рассматривая их при большом увеличении, можно заметить, что они имеют спиральные, кольцевые, сетчатые или пористые утолщения.

Таким образом, в стебле имеются сосуды четырех типов — пористые, кольцевые, спиральные и сетчатые, различающиеся по характеру утолщения их стенок (рис. 112). Различные сосуды образуются один из другого, и поэтому в стебле можно встретить сосуды различных типов. Но наиболее часто встречаются спиральные и сетчатые трубки с сопровождающими клетками.

Рис. 112. Сосуды ксилемы папоротника:
А — кольчатый; Б — спиральный; В — сетчатый; Г — пористый

В сетчатых сосудах расположение сосуда мелкого диаметра — пористый, несколько похожих на сосуды хвойных растений (рис. 111, 112). Количество сосудов увеличивается при переходе от нижних листьев к верхним, что связано с интенсивностью роста стебля после их возникновения. Сосуды ксилемы расположены в центре осевого цилиндра, окружены паренхимой, имеющей вид трубки с запрокинутыми краями.

Сосуды ксилемы выполняют функцию проведения минерального раствора. Между сосудами и трахеидами ксилемы имеются паренхимные клетки, которые являются живыми. Они служат для временного запасания питательных веществ. Стенки этих клеток тонкие и с трещинами, поэтому воздух и пустота заполняют значительную часть объема. Эти клетки называются паренхимой. Между ксилемой и флоэмой находится камбий, который образует новые элементы ксилемы и флоэмы. Таким образом, камбий является образовательной тканью.

Проводящие ткани. Проводящие ткани папоротников представлены ксилемой и флоэмой, которые образуют проводящие пучки (рис. 113).

Более широкие и толстостенные трахеиды весенней древесины похожи на трахеиды ксилемы папоротников. Осенняя древесина состоит из более узких и толстых

Рис. 11.3. Трахеиды древесины сосны [illegible]:
[illegible]

Рассматривая сечение трахеиды при большом увеличении, обращают внимание на то, что между ними нет перфораций, сле[illegible] [illegible] [illegible] расположенные на их радиальных стенках. Это окаймленные по[illegible] [illegible] окружностей.

[illegible]

[illegible] При [illegible] увеличении видна [illegible] [illegible] [illegible] центре стекла, и рассматривают его при большом увеличении. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] перерезанных [illegible] [illegible] [illegible] большого диаметра и между ними [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible] меньшего диаметра. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] волокна и древесинная паренхима составляют [illegible].

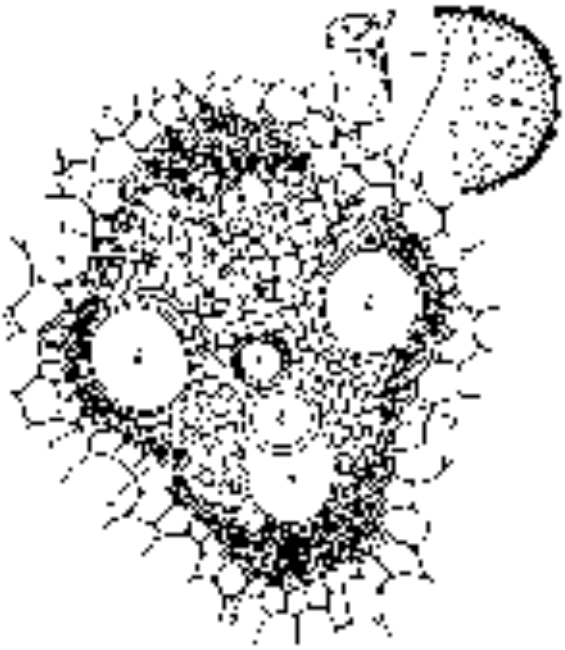


Рис. 11.4. Комплексный ситовидный проводящий пучок стебля *Equisetum* sp.:
1 – паренхима коры; 2 – склеренхима; 3 – проводящие пучки; 4 – воздухоносная полость; 5 – эпидермис; 6 – ситовидные элементы флоэмы; 7 – сосуды ксилемы; 8 – паренхима сердцевины

Снаружи от крупных сосудов ксилемы расположены ситовидные трубки. Как и у других папоротников, они представлены ситовидными клетками и спутницами – протяженными клетками, расположенными более или менее правильно в шахматном порядке. Крупные клетки – это ситовидные трубки. По размерам ядра их легко отличить, так как ядро занимает почти всю полость клетки. Между ситовидными трубками и эпидермисом – широкий слой паренхимы.

Двухслойный перицикл во флоэме нет, что характерно для большинства растений, в которых преобладает экзархный тип.

Вокруг проводящих пучков расположены крупные клетки паренхимной обкладки – крахмалоносное влагалище. Обращает внимание на себя сильно развитая полость, которую окружает фотосинтезирующая паренхима. Полость занята воздухом, что способствует лучшему газообмену между атмосферой и растением.

Почки зрелых листьев несколько ниже по ходу стебля, при этом кольца расположены ближе к центру, а флоэма – к периферии.

Таким путем возникают коллатеральные утолщенные участки в точках пересечения второстепенной древесины камбием стебля, пучок уже закрытый. Такой обратно, рассматриваемый пучок коллатеральный закрытый, сосудисто-волокнистый.

В старом стебле камбий флоэму (за исключением пучков, расположенных в клетках) кольцу (сферу) древесины, увеличивает толщину паренхимных полосок (сердцевинных окружающих пучок

б) Открытый коллатеральный однодольных трав открытый коллатеральный. Примером открытого коллатерального пучка, имеющего камбий между флоэмой и древесиной, может служить пучок стебля кукурузы

Под главной древесиной видно группы клеток склеренхимы, окружающие флоэму снаружи. Под склеренхимой находится флоэма, состоящая из ситовидных трубок и сопровождающих клеток и трубчатой паренхимы. Между проводящими трубками и волокнами склеренхимы расположены тонкостенные паренхимные клетки (рис. 1.5).

Между древесиной и флоэмой находится слой живых паренхимных клеток с тонкой оболочкой – камбиальная зона. Клетки ее одна от другой различными рядами. Собственно камбий представляет одна или два слоя клеток, остальные – это относительно недифференцированные клетки, которые называются камбиальной зоной. Концентрически расположенные клетки ближе к центру стебля отличаются более крупными элементами ксилемы, а по его периферии – элементами флоэмы.

Внутрь от камбия правильными радиальными рядами лежат клетки ксилемы, а снаружи от флоэмы – клетки склеренхимы сердцевинных лучей и паренхимы.

Стенки ее клеток постепенно одревеснеют, но протопласт остается живым. Самые верхние клетки, расположенные ближе к центру стебля, перед началом камбия превращаются

Как показывают образования, не разрушаются в течение камбия и на протяжении всего периода.

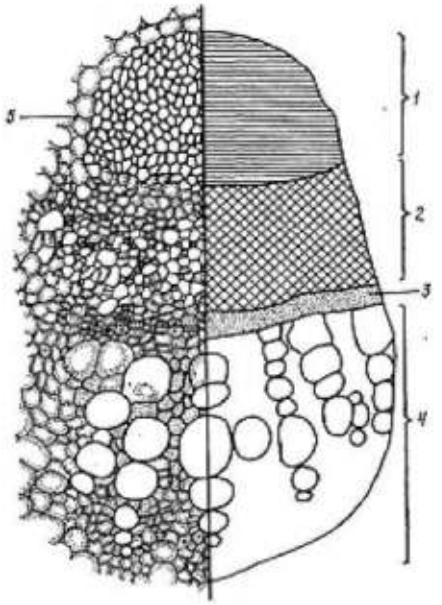


Рис. 11.5. Коллатеральный открытый пучок стебля подсолнечника (Helianthus annuus, слева – детальный рисунок, справа – схематичный): 1 – склеренхима; 2 – флоэма; 3 – камбиальная зона; 4 – ксилема; 5 – основная паренхима стебля

Камбий делится тангенциальными перегородками, и отложенные им элементы ксилемы легко отличить, потому что они расположены правильными рядами. Флоэму, образованную камбием, также называют вторичной. Следовательно, рассмотренный пучок коллатеральный, открытый, сосудисто-волокнистый. В тетради обозначают флоэму (ситовидные трубки, сопровождающие клетки, лубяная паренхима), ксилему (сосуды, древесинная паренхима), камбий, склеренхиму.

в) Открытый биколлатеральный проводящий пучок стебля тыквы. Проводящий пучок стебля тыквы отличается крупными размерами, его легко рассмотреть и при малом увеличении. На участке наружной флоэмы ясно видны более крупные полости ситовидных трубок, иногда попадаются их поперечные стенки с отверстиями – ситовидные пластинки. Рядом с ситовидными трубками лежат очень мелкие сопровождающие клетки с густой

цитоплазмой и клетки лубяной паренхимы (рис. 11.6).

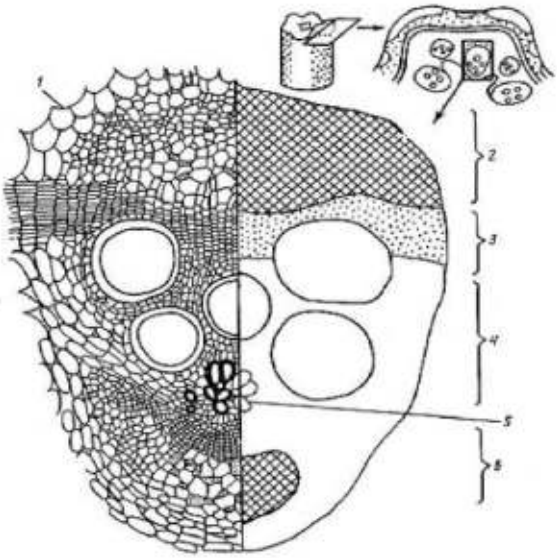


Рис. 11.6. Биколлатеральный открытый проводящий пучок стебля тыквы (Cucurbita repo, слева – детальный рисунок, справа – схематичный):
1 – основная паренхима стебля; 2 – наружная флоэма; 3 – камбиальная зона; 4 – вторичная ксилема; 5 – первичная ксилема; 6 – внутренняя флоэма

Под флоэмой расположен широкий камбиальный слой, состоящий из радиальных рядов мелких клеток, а еще ниже – крупные сетчато-пористые сосуды и паренхима вторичной ксилемы. По направлению к центру стебля ксилема заканчивается группой мелких сосудов (спиральных и кольчатых). Это первичная ксилема.

Под первичной ксилемой находится участок мелких паренхимных клеток, похожих на камбий, но они не так правильно расположены и не являются меристемой. За ними вновь идут ситовидные трубки и другие элементы флоэмы. Этот участок флоэмы, примыкающий к первичной ксилеме, называют внутренней флоэмой. Проводящие пучки с наружной и внутренней флоэмой называют биколлатеральными.

В тетради обозначают: ксилему, наружную и внутреннюю флоэмы, камбий.

г) Концентрический амфивазальный проводящий пучок

корневища ландыша (рис. 11.7). При изучении препарата поперечного среза корневища ландыша видно, что все проводящие пучки собраны в центре органа. Вполне концентрические лишь немногие из них, лежащие в самом центре и окруженные со всех сторон основной паренхимой. Рассматривают такой пучок при малом увеличении.

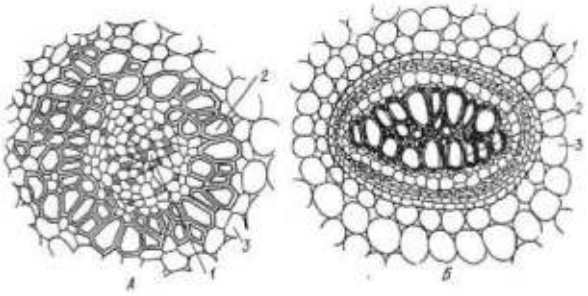


Рис. 11.7. Концентрические проводящие пучки:
А – амфивазальный пучок корневища ландыша (Convallaria majalis);
Б – амфикрибральный пучок корневища папоротника-орляка (Pteridium aquilinum); 1 – флоэма; 2 – ксилема; 3 – основная паренхима стебля

Ксилема, состоящая из крупных пустых клеток с толстыми стенками, окрасившимися под действием реактива в красный цвет, расположена кольцом по периферии пучка. Это сосуды. В центре пучка находится флоэма. В ней можно различить более крупные клетки – ситовидные трубки, а между ними мелкие клетки с густым содержимым – сопровождающие клетки. Концентрические пучки, у которых флоэма окружена ксилемой, называют амфиваза льными. Зарисовывают схематично пучок и обозначают ксилему, флоэму. У других растений встречают амфикрибральные концентрические пучки, в них ксилема окружена флоэмой (рис. 11.7).

Вопросы для самоконтроля

1. По каким проводящим тканям осуществляется транспорт органических веществ и по каким – минеральных?
2. В чем сходство генезиса ситовидных трубок и сосудов?
3. Что такое сопровождающая клетка, как она образуется?
4. В чем отличие ситовидных трубок от сосудов?
5. Как долго функционируют ситовидные трубки и сосуды, с чем связано прекращение их деятельности?

6. Чем отличается ядерная от ионной?

7. Почему химическая связь между атомами углерода в молекуле алмаза является прочной, а между молекулами графита — непрочной, несмотря на то, что и алмаз, и графит состоят из атомов углерода?

8. Какие вещества называются кристаллогидратами?

9. Какие вещества называются аллотропными модификациями и какими свойствами они обладают?

10. Из каких частиц состоят фосфор и кислород?

11. Почему кислород имеет молекулярную кристаллическую решетку?

12. Какие частицы находятся в узлах кристаллической решетки фосфора и между какими частицами действуют силы?

13. В чем принципиальное отличие структуры кристаллического от аморфного?

14. Как классифицируют почвы по содержанию фосфора и калия?

15. Какие почвы характерны для Нечерноземной зоны России? Какие удобрения нужно вносить в эти почвы?

16. Какие проблемы существуют при использовании природных ресурсов, связанных с добычей полезных ископаемых?

Работа 12. Выделительные ткани

Цель работы: изучить строение и место локализации в растении выделительных тканей; научиться определять их на препаратах.

Материал и оборудование: постоянный микропрепарат поперечного среза корня ириса (*Iris sibirica*), окрашенный сафранином и алциановым синим (*Crocus sativus*) или проростки (*Triticum*), подготовленный препарат для эпидермального (*Allium cepa*).

Выделительные ткани образуются из различных групп клеток растения. По делят на две группы: внутренней секреции и внешней. К первой относят железки, вырабатывающие гормоны, ко второй – железки, выделяющие наружу – нектарники, железки, пищеварительные ферменты, эфирные масла и другие вещества.

Задание

1. Изучить постоянный препарат поперечного среза цветоножки ириса или приготовить постоянный препарат. Найти и рассмотреть скопления выделительных клеток.

2. Сделать зарисунок поперечного среза цветоножки ириса, обозначить ткани и клетки и рассмотреть с помощью малого увеличения микроскопа.

3. Изучить постоянный препарат эпидермиса листа пеларгонии и рассмотреть, отыскать железистые волоски.

4. Зарисовать и обозначить.

Порядок работы

1. Классификация железистых клеток. Под влиянием различных факторов среды, воздействующих на растение, в клетках протопласта накапливаются различные продукты обмена веществ. Эти вещества называются секретами. Они могут оставаться в клетках протопласта, выделяться наружу или в межклетники. Выделительные клетки могут быть одиночными или образовывать железки. Железки могут состоять из одной клетки, но чаще они многоклеточные. Многоклеточное железистое волосок образуется между четырьмя

Рис. 13.1. Оплодотворение:
А — проникновение сперматозоида в яйцеклетку; Б — слияние ядер сперматозоида и яйцеклетки; 1 — оболочка яйцеклетки; 2 — цитоплазма яйцеклетки; 3 — ядро яйцеклетки; 4 — сперматозоид; 5 — ядро сперматозоида

Эпикосимонит вместилище эфирного масла обозначает полость длительного воспитания, хлорошлошлого клетки.

5. Железистые волоски имеют [illegible]. При [illegible] увеличении на кончике каждого [illegible] эфирное масло. Железистый волосок имеет маленькую головчатую головку. Ножка его состоит обычно из двух живых клеток головка — из железистой клетки. Выделяемое последней эфирное масло накапливается под кутикулой, расширяет ее и приводит к разрыву ее наружных частей. Вначале кутикула держится на концах выростов. Постепенно скапливается новая капелька эфирного масла (рис. 12.2).

Рис. 12.2. Железистые волоски спороносного листа папоротника щитовника мужского:
А — двухклеточная ножка эфирного волоска, Б — головчатая часть железистого волоска, покрытая кутикулой, В — выпуклость кутикулы, наполненная эфирным маслом, Г — головка, Д — ножка, Е — капля эфирного масла

Ученик найдет остальные [illegible] и обозначит [illegible] головку, кутикулу, каплю эфирного масла.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем отличие железистых волосков от покровных?
2. Какие функции у железистых?
3. Для [illegible] какие [illegible] железистые волоски имеют [illegible]?
4. Что такое [illegible]?
5. В чем сходство и различие между секретными и выделительными клетками?
6. Какими знаками [illegible] железистые и покровные волоски на схеме?
7. Какие из железистых клеток имеют [illegible] и какие [illegible] – выделительные?

Работа 13. Макроморфология проростка

Цель работы: изучить типы проростков семян и строение проростков растений основных отделов и двудольных.

Материалы и оборудование: [illegible]

Основные тетрадные органы семенных растений – корень, стебель, лист – были всем знакомы в прошлых классах. С использованием [illegible]

Первым начинает расти корень, благодаря чему молодой проросток закрепляется в почве и получает воду с растворенными в ней солями. Из зародышевого корня образуется главный корень. У большинства растений стебель проростка начинает расти вверх и через почву пробивается верушкой своего листа, поэтому почки не повреждаются. Позднее стебель закрепляется. При этом у проростков некоторых растений [illegible]

Граница между корнем и стеблем называется корневой шейкой. Часть стебля между семядолями и первым настоящим листом называют эпикотилем, конусом. Однако не у всех двудольных растений [illegible]

Семядоли выполняют разную функцию. Особенно ярко это проявляется при прорастании семян [illegible]

Для проростков семян многих однодольных семядоли остаются в почве. Они [illegible]

Задание

1. Изучить структуру разновозрастных проростков пшеницы, овса, гороха, отметить их отличия, строение

2. Зарисовать и на рисунках обозначить и обозначить в тетради и сделать обозначения основных частей главный корень, боковой корень, придаточный корень, эпикотиль, эпикотиль, корневую шейку, листья.

Порядок работы

1. Для примера рассматривают структуру проростков пшеницы и пшеницы, выращенных в разных фазах роста. Можно приготовить (часть проростков выращивают сами и заранее, а некоторые можно купить в магазине в пакетах).

2. Отмечают, что у фасоли из корешка зерна сначала прорастает вверх семядоля и вынесется в почву, фасоль прорастает одним корнем.

3. Другие растения имеют почки. Все они имеют корневую систему, но обязательно имеют листья. Обратите внимание на то, что почки развиваются не только в стебель. Растение, это помогает ему повышать площадь семядоли и почву. Семядоли живые, и некоторое время в них осуществляется фотосинтез. Но они с развитием листьев и корневой системы и корня отмирают и опадают.

4. Обозначить главные части проростка: главный корень, боковые корни, корневую шейку, эпикотиль, эпикотиль, междоузлие, почку, первый, второй

5. Пшеница принадлежит к однодольным – имеет корень и главный, а другие образуются из стеблевых. У пшеницы, как и у других злаковых, почки спрятаны влагалищами, под прикрытием которого они поднимают свой почву.

Вопросы для самоконтроля

1. Какой из семенных органов зародыша тянется в рост корня при прорастании семени, какое это имеет биологическое значение?

2. Что такое корневой чехлик?

3. Какие части стебля называют эпикотилем и эпикотилем?

4. Всегда ли при прорастании семени семядоли появляются на поверхности почвы, от чего это зависит?

5. Какие листья называют почечными?

Работа 14. Корень. Типы и формы корневых систем

Цель работы: изучить типы корневых систем и виды корней

Материалы и оборудование: экскурсия, гербарные материалы корневых систем проростков тыквы (*Cucurbita pepo*), фасоли (*Phaseolus vulgaris*), пшеницы (*Triticum aestivum*), ячменя (*Hordeum sativum vulg.*), лук (*Allium cepa*)

Корень в типичном случае является осевым полиспорангиальным вегетативным органом, который неопределенно долго нарастает в длину верхушкой, несет почечный чехлик, никогда не образует листьев, почек и, как правило, не имеет хлорофилла. Корень служит для закрепления в субстрате и почвенного питания: из почвы вода с растворенными в ней солями минеральных элементов, иногда с органическими веществами, поступает в корневую систему. Корневая система – это совокупность всех корней растения, сформировавшихся в результате прорастания и ветвления.

По происхождению различают следующие типы корневых систем. Система главного корня образуется из корешка зародыша. Системы из придаточных корней состоят из корней, образующихся любым способом, кроме развития из зародышевого корешка (придаточные (рис. 4.1).

Система главного корня обычно имеет отчетливую ось ветвления, функцию и четкую приуроченность к определенному

Задания:

1. Ознакомиться с различными типами корневых систем проростков тыквы, пшеницы и фасоли.

2. Определить форму корневой системы проростков.

3. Зарисовать типы корневых систем и корней и сделать к ним вегетативные обозначения

Порядок работы

1. Сравнивают между собой корневые системы проростков тыквы, пшеницы и фасоли. У тыквы хорошо различим главный корень, который образовался из корешка зародыша. От него отходят разветвления – боковые корни различных порядков. По происхождению это система из главного корня

2. У лишних полный корень не вышел из-за среды другим путем, кроме корня — от внешних боковых ростков стебля, или от стебля, или от внешней части боковых корней — придаточных корней. Такую корневую систему называют системой придаточных корней.

3. Корневая система фасоли состоит из главного корня и боковых. Главный корень — это самый первый корень, который появляется из зародыша семени. От главного корня отходят боковые корни. Такую корневую систему называют стержневой.

Рис. 14. [illegible]
А — [illegible]; Б — [illegible]; В — [illegible]

стержень, на котором они сидят. Такую корневую систему называют стержневой. У пшеницы и фасоли разная длина стержня. Длина корня — самая большая (главная), корни второго порядка (боковые) немного короче, а корни третьего порядка (боковые) имеют еще меньшую длину. Такую корневую систему называют стержневой. У пшеницы корневая система состоит из стержня, который имеет небольшую толщину, сидящих на нем боковых корней. Такую корневую систему называют мочковатой.

Вопросы и задания

1. Какие органы растения образуют корневую систему?
2. Какие функции выполняет корневая система?
3. Какие типы корневых систем вы знаете? Назовите их.

Работа 15. Зоны корня

Цель работы: изучить строение растущей части корня, научиться определять значение всех зон корня.

Материалы и оборудование: микроскопы, бинокуляры, предметные стекла, препаровальные иглы, постоянный микропрепарат кончик корня, проростки пшеницы (Triticum aestivum) или другого растения семейства мятликовые.

Корень по длине можно разделить на несколько участков, имеющих неодинаковое строение и выполняющих различные функции (рис. 15.1). Эти участки называют зонами корня. Выделяют зоны: деления клеток, растяжения клеток, всасывания (корневых волосков), проведения (ветвления).

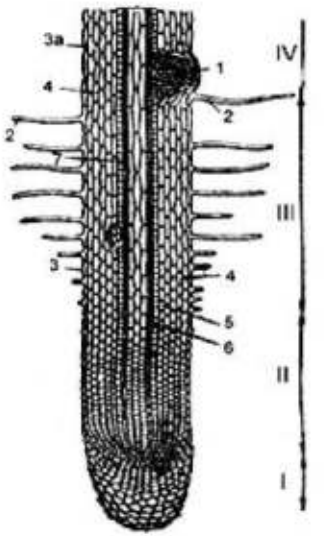


Рис. 15.1. Строение кончика корня:
I – зона деления; II – зона роста и растяжения; III – зона корневых волосков; IV – зона проведения; 1 – боковой корень; 2 – корневой волосок; 3 – клетка эпиблемы корня; 4 – кора корня; 5 – эндодерма; 6 – перицикл; 7 – центральный цилиндр

К зоне деления относят верхушку конуса нарастания, в которой происходит деление клеток, а к зоне растяжения ту часть

конца корешка. Все зоны на растяжение. Вместе эти зоны обозначают в одну зону роста. Зона деления состоит из мелких клеток с тонкими, нежными стенками, которые постоянно делятся. Эти клетки и дают начало остальным тканям корня. В зоне растяжения клетки успевают вырасти более светлый передний отдел и более темный внутренний. Поверхностные клетки, граничащие с корневыми, в дальнейшем превратятся в отмирающий покровный слой – корневой чехлик. Остальная часть зоны – корневой волосок – дает начало первичной коре. Из внутренней тонкой части – первичной – образуется центральный цилиндр. Клетки поверхностного слоя зоны всасывания – эпиблемы – образуют корневые волоски, играющие важную роль в поглощении воды и минеральных веществ. Корневые волоски живут не более 10-20 дней. В старшей зоне всасывания с ростом растения они отмирают, а на границе с зоной роста образуются новые. Поэтому зону всасывания называют еще зоной корневых волосков. Вокруг корневого волоска происходит дифференциация внутренних тканей этой зоны корня.

Зона проводящей ткани ведет до корневой шейки и состоит из сосудов и ситовидных трубок. Сосуды и ситовидные трубки. На этом участке корня происходит ветвление

Задания

1. Рассмотреть корень при помощи микроскопа определить границы тех зон, зарисовать и сделать обозначение

2. Зарисовать кончик корня и обозначить корневой чехлик, зоны деления и растяжения клеток и зону всасывания.

3. В зоне растяжения определить зону корневых волосков, сравнить с другими зонами.

4. Зарисовать также несколько клеток эпиблемы с корневыми волосками при большом увеличении.

Порядок работы

1. Используя готовый корень проростка пшеницы рассмотрите его при помощи стереоскопического микроскопа. На самом кончике видна небольшая участок с плотной поверхностью, на

верхушка которого защищена корневой чехлик. Это зоны деления и растяжения клеток.

2. За ними следует участок, покрытый корневыми волосками — зона всасывания и проведения воды и растворенных в ней минеральных веществ.

Это зона всасывания. Места, где происходит основное поглощение почвенных веществ, являются наиболее зоны проведения. Если открыть, например, большой, но молодой участок зоны удлинения корня бобового растения. Более детально изучить строение этой зоны можно с помощью микроскопа. Для этого достаточно отрезать кончик корня длиной 1–1,5 см, поднять его в капле воды на предметном стекле и накрыть покровным стеклом, не давя. При малом увеличении микроскопа видно, что кончик корня покрыт плотно прилегающими друг к другу плоскими клетками, образующими корневой чехлик на верхушке. Поверхностные клетки чехлика слизистые, выделяют особый путь кончика корня. Разрез отмершие клетки внутренних частей корня корневого чехлика, клетки. Зона деления состоит из тонкостенных паренхимных клеток первичной меристемы. Затем делящиеся клетки постепенно прекращаются, клетки увеличиваются, вытягиваясь в длину.

3. Начинается зона растяжения и клеток. Центральную покрывает однослойная кожица, а покрывающую эпидермис — эпиблемой. Самый поверхностный слой клеток — эпидермис. Протяженность этой зоны от 0,5 до 2 см.

4. При удлинении и дальнейшем росте корня, что и можно наблюдать на поперечном корня, клетки эпиблемы вытягиваются и превращаются в корневые волоски. Каждый корневой волосок представляет собой вырост одной из клеток эпиблемы длиной до 1,5 мм, иногда больше. Количество волосков на кончике корня. Это зона всасывания. Протяженность 1,5–2 см.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные корня?
2. Какие функции выполняет корневой чехлик?
3. Что представляет собой корневой волосок, какова его функция и как он образуется?
4. Чем отличается проводящая корня от кожицы?

Работа 16. Микроскопическое строение корня однодольных растений (первичное строение)

Цель работы: изучить особенности строения корня при первичном строении.

Материалы и оборудование: микроскопы, постоянные микропрепараты поперечных срезов корня проростка пшеницы (или кукурузы); гербарные экземпляры однодольных растений с мочковатой корневой системой.

Для однодольных растений характерно мочковатое строение корневой системы. Их главный корень развивается недолго, вскоре отмирает, поэтому мочковатая корневая система состоит из придаточных корней, отходящих от стебля. Придаточные корни, как правило, тоньше главного, но их больше, поэтому мочковатая корневая система обладает большой всасывающей поверхностью (рис. 16.1).

Рис. 16.1. Мочковатая корневая система пшеницы (1 – стебель; 2 – придаточные корни; 3 – боковые корни; 4 – зерновка)

У однодольных растений проводящие строения соединяются в зоне проводящих. Здесь лишь отсутствует самый поверхностный слой с корневыми волосками – эпиблема. Эпиблему функционально заменяет покровная ткань.

Задания

1. Рассмотреть и изучить препарат поперечного среза корня проростка пшеницы и ознакомиться с его строением и клетками.

2. Зарисовать часть корня и указать его основные зоны и комплексы тканей.

3. Зарисовывают центральный цилиндр с проводящими участками и срединой коры.

4. Обозначают все основные типы, составляющие корневой проводящий пучок (ситовой, сосудистой и корневую паренхимную кору, состоящую из эпидермиса с одноклеточными волосками, паренхимы первичной коры и эндодермы, отделяющей центральный цилиндр).

Порядок работы

1. На постоянном препарате или при малом увеличении легко различимы небольшие внутренняя часть – центральный цилиндр и внешняя – корневая кора, покрытая плотно сомкнутыми клетками с корневыми волосками (ризодерма).

2. Первичный слой первичной коры – эпидерма, состоит из плотно сомкнутых многоугольных клеток, среди которых эпизодически встречаются и мелкие длинные (пустые).

3. Более развитая основная паренхима, составляющая главную массу первичной коры. Отдельные ее паренхимные клетки содержат пластиды.

4. Внутренний слой первичной коры – эндодерма, состоит из одного ряда плотно, радиально, и внутренних стенок которых утолщена. В этих клетках суберин более или менее отсутствует, а у некоторых растений, в том числе и у пшеницы, пропитан. По всей клетке эндодермы имеет несколько отличительных признаков, а именно: пропускание, что они имеют в виде пятен, и на поперечных срезах имеют характерный вид. Пятна на продольных клетках обладают исключительной проницаемостью.

На препарате видно, что проточные элементы ксилемы почти полностью утолщенные клетки.

9. Наружный слой центрального цилиндра — перицикл, состоящий из одного ряда живых паренхимных клеток, обладающих меристематической активностью. Из перицикла образуются боковые корни, состоящие из элементов постоянных боковых тканей.

6. Центральная часть центрального цилиндра занята радиальными чередующимися тканями. Количество лучей в разных корнях обычно различно. Количество лучей в корне является постоянным признаком данного растения. На поперечном разрезе корня видны участки, окрашенные под действием реактива в красный цвет. Между ними группами расположены участки флоэмы. Различают лучи с чередующимися ксилемой и флоэмой или чередующиеся

Вопросы для самоконтроля

1. В какой зоне корня можно наблюдать первичное строение и почему его так называют?
2. Какие основные ткани можно увидеть, рассматривая первичное строение корня, из каких слоев первичной меристемы они дифференцируются?
3. Какой тип проводящего пучка свойствен корню при первичном строении и где он расположен?
4. Как называют радиальные пучки корней в зависимости от числа групп клеток?
5. Каковы роли перицикла?
6. Что такое пропускные клетки?
7. Какова роль пластидов в запасании, как долго функционирует запасающая?
8. Каково строение зоны проведения у однодольных растений?

Работа 17. Микроскопическое строение корня двудольных растений (вторичное строение)

Цель работы: изучить особенности строения корня двудольных растений в связи с выполнением ими определенных функций.

Материалы и оборудование: микроскопы, готовые препараты поперечного среза корня одуванчика (или любого другого двудольного растения), препаровальные иглы, предметные и покровные стекла, фильтровальная бумага.

Поскольку у одновозрастных растений за образуется вторичное строение, поперечные срезы корней у них сохраняются в одно время. Поэтому корни одновозрастных растений можно изучать в любой момент. Например, у одновозрастных растений (одного возраста) в центральном цилиндре корня между ксилемой и флоэмой появляются камбий, деятельность которого приводит ко вторичному утолщению корня.

Задания

1. Изучить постоянный препарат поперечного среза молодого корня одуванчика и ознакомиться с эпидермой, деятельность которой приводит к отмиранию.

2. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза корня одуванчика и изучить вторичное строение корня.

3. Сделать схематичный рисунок и обозначить: эпидерму, первичную кору (паренхима, расположенная под эпидермой), слой клеток, из которых образуется вторичная кора, вторичную кору (паренхима, расположенная между флоэмой и пробкой), пробку.

Порядок работы

Переход от первичного строения ко вторичному в корнях двудольных

1. Наличие в центральном цилиндре камбия, который при малом увеличении микроскопа выглядит в виде тонкого кольца между первичной ксилемой (темно-розовый цвет) и первичной флоэмой (светло-розовый цвет). Эпидерма, кора и центральный цилиндр отделены друг от друга слоем клеток эндодермы. Клетки эндодермы имеют характерное строение: их оболочки, обращенные к центральному цилиндру, имеют утолщения в виде буквы «К». При большом увеличении микроскопа видно, что клетки паренхимы, лежащие между ксилемой и флоэмой, разделены тонкими радиальными перегородками, а в некоторых местах внутри от

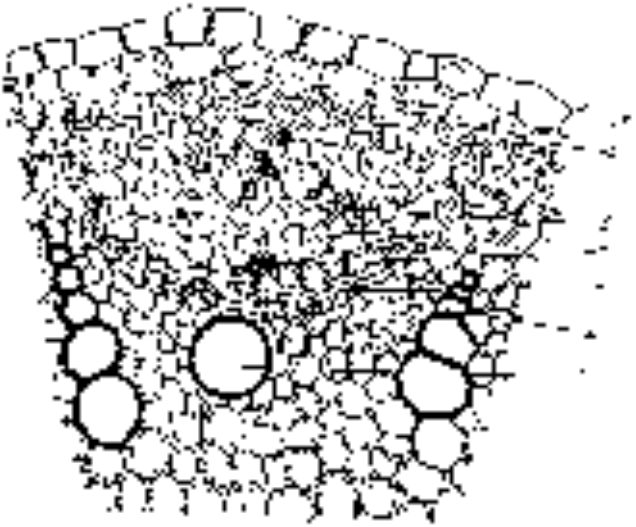


Рис. 2.1. Часть поперечного среза эпителия кожи человека (Общий вид):
1 – апикальная поверхность; 2 – боковая поверхность клетки; 3 – десмосома; 4 – базальная мембрана; 5 – базальная поверхность клетки

В этом случае, при создании первой фазовой поверхности, которая ограничивает объем, занимаемый клеткой, можно воспользоваться методом, который был разработан для построения поверхности, ограничивающей кристалл. Предполагается, что каждая из поверхностей, ограничивающих клетку, представляет собой замкнутую поверхность, которая образована множеством выпуклых многогранников, вершины которых расположены на поверхности клетки. Каждый из многогранников, образующих поверхность клетки, является выпуклой оболочкой некоторого числа точек, принадлежащих поверхности клетки. Для построения поверхности клетки необходимо выбрать некоторое число точек, принадлежащих поверхности клетки, и построить выпуклую оболочку этих точек.

В некоторых препаратах можно считать, что клетка эпителия является замкнутой поверхностью, образованной плоскими полигональными

дифференцируется наружу в слой пробки. Благодаря этому первичная кора изолируется от центрального цилиндра, отмирает и опадает. Остается только центральный цилиндр, одетый пробкой (рис. 17.2).

Рис. 17.2. Схема изменений происходящих в корне двудольных растений при переходе от первичного к вторичному строению:
1 – эпиблема; 2 – первичная кора; 3 – первичная [illegible]; 4 – камбий;
5 – первичная ксилема; 6 – [illegible]; 7 – [illegible];
8 – вторичная флоэма; 9 – вторичная ксилема; 10 – радиальный луч;
11 – остатки первичной коры; 12 – пробка

7. При [illegible] утолщении находят в середине корня четырехлучевой более крупный центральный цилиндр [illegible] элементами ксилемы в ее лучах (рис. 17.3). От лучей первичной ксилемы начинаются радиальные лучи – участки тонкостенной [illegible] паренхимы. Они образуют [illegible] [illegible] участки вторичной ксилемы с крупными сосудами и мелкоклеточной древесинной паренхимой.

На границе вторичной ксилемы хорошо заметны камбиальные зоны – [illegible]

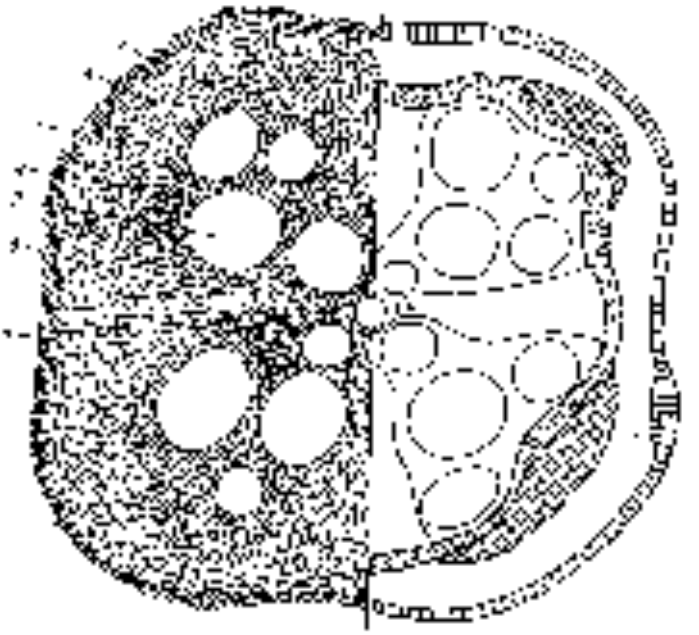


Рис. 17.1. Гистологическое строение корня травы: 1 – эпидерма; 2 – первичная кора; 3 – эндодерма; 4 – перицикл; 5 – первичная флоэма; 6 – первичная ксилема; 7 – паренхима сердцевины

Корни основной массы сильно, чем корни при вторичном строении, ветвятся и образуют густую сеть, благодаря чему растение хорошо закрепляется в почве.

Вопросы и упражнения

1. Каким может быть значение переменной, определенной с ключевым словом const?
2. В каких случаях при объявлении константы можно опустить инициализирующее значение?
3. Сколько констант можно определить в одном операторе?
4. Что произойдет, если попытаться изменить константу, которая была объявлена с ключевым словом volatile?
5. Как называется специальный символ, который можно использовать для обозначения константы?
6. Что произойдет, если попытаться изменить константу, которая была объявлена с ключевым словом const?
7. Что такое константа, которой должно быть присвоено значение?

Работа 18. Запасающие корни – корнеплоды

Цель работы: изучить морфологическое строение корнеплодов; рассмотреть типы отложения вторичной ксилемы; описать места локализации запасных веществ.

Материалы и оборудование: микроскоп, бинокуляр, постоянные препараты корнеплодов моркови, репки свеклы, корнеплодов редьки, корнеплодов моркови, пасленовых культур, клубня картофеля, клубня топинамбура.

Корнеплоды (корни-луковицы) с главной корнем и мочковатой корнями развивается запасающая паренхима, благодаря чему он достигает значительной толщины. При этом утолщение захватывает не только корень, но и часть стебля, одними образуется корнеплод. Корнеплоды бывают конусовидными, цилиндрическими.

Если запасные вещества откладываются не в главном корне, а в боковых или придаточных, образуются корневые клубни.

Задания

1. Рассмотреть внешнее строение корнеплодов моркови, свеклы, редьки, другого растения.

2. Зарисовывают поперечный и отмечают головку, шейку, и собственно корень.

3. Сравнить между собой поперечные срезы корнеплодов моркови, редьки, свеклы.

4. Изучить постоянные препараты поперечных срезов корней моркови, редьки и свеклы.

5. Сделать поперечный срез корнеплода моркови, редьки, свеклы и рассмотреть под микроскопом и зарисовать. Отметить: феллему, феллоген, паренхиму, разделенную лучами, вторичную ксилему, вторичную флоэму, первичную ткань.

Порядок работы

1. Обозначить на срезе: сердцевинные лучи. Рассмотреть корнеплод свеклы и определить головку – укороченную светлую часть с листьями, шейку – темную часть корнеплода, образуемую стеблем за счет утолщения гипокотиля, и собственно корень с двумя продольными бороздами, от которых отходят боковые корни (рис. 18.1). Данные шейки у корнеплодов разных видов растений имеют различную

На поперечном разрезе корня видны кора, центральный цилиндр и между ними эндодерма. Кора состоит из паренхимных клеток, между которыми имеются воздухоносные полости. Снаружи кора покрыта эпиблемой, которая у корневых волосков образует выросты — корневые волоски.

Центральный цилиндр окружен перициклом, который состоит из одного слоя клеток. Внутри перицикла расположены сосуды ксилемы и ситовидные трубки флоэмы. Ксилема имеет звездчатую форму, а между ее лучами расположена флоэма.

Рис. 19.1. Корневой волосок (1) и его связь с клетками эпидермиса (2) кожицы (3) корня

Чтобы более детально рассмотреть строение корня, изучим поперечный срез его кончика.

1. Эпиблема состоит из одного слоя клеток. На постоянном препарате поперечного среза молодого корня при малом увеличении микроскопа (объектив 8×) хорошо видна двуслойная оболочка (покровный чехлик). От нижней поверхности эпиблемы отходят корневые волоски, которые легко повреждаются при извлечении растения из почвы. Поэтому корневых волосков, как правило, на срезах не видно.

[illegible]

Рис. 18.2. [illegible]

Рис. 15.7. [illegible]

[illegible]

[illegible] для участка вторичной [illegible] кольца [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] с внутренней стороны [illegible], т. е. что [illegible] [illegible] и [illegible] [illegible] запасные продукты. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] (рис. 15.3).

Срединная [illegible] собой вторичную структуру [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] представлена [illegible], состоящей в основном из одревесневшей паренхимы, в которой откладываются запасные продукты.

На поперечном срезе [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] двулучевая первичная ксилема, к которой прилегают два участка вторичной ксилемы, разделенных [illegible] участками паренхимы (рис. 15.4).

Рис. 15.4. Строение [illegible] [illegible]: 1 — [illegible]; 2 — [illegible]; 3 — [illegible]; 4 — [illegible]; 5 — [illegible]; 6 — [illegible]

Каждый [illegible] [illegible], а [illegible] шь участки вторичной флоэмы [illegible] [illegible]. Таким

образом, вторичное строение корня свеклы такое же, как и у других корнеплодов. Но вслед за вторичным наступает так называемое третичное изменение. Вокруг вторичной флоэмы по периферии корня образуется благодаря делению клеток перицикла слой паренхимных клеток.

В нем один ряд клеток начинает делиться тангенциальными перегородками и становится новым слоем камбия, откладывающим внутрь клетки ксилемы, а наружу – флоэмы в виде коллатеральных пучков, отделенных друг от друга прослойкой тонкостенной паренхимы. Одновременно в периферическом слое паренхимы образуется новое кольцо камбиальных клеток и т.д. (рис. 18.5).

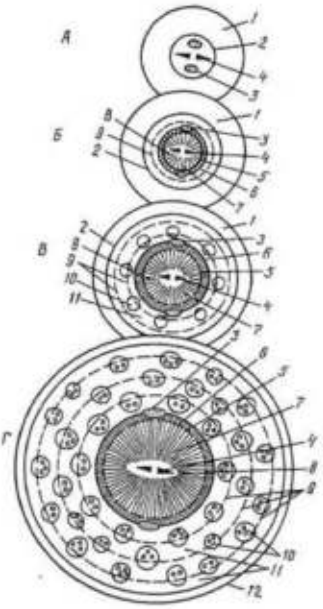


Рис. 18.5. Схема вторичных и третичных образований в корне свеклы (Beta vulgaris):

А – первичное строение; Б – вторичное строение; В – начало развития третичного строения; Г – третичное строение; 1 – первичная кора; 2 – эндодерма первичной коры; 3 – первичная флоэма; 4 – первичная ксилема; 5 – камбий; 6 – вторичная флоэма; 7 – вторичная ксилема; 8 – радиальный луч; 9 – добавочные слои камбия; 10 – проводящие пучки; 11 – запасающая паренхима; 12 – покровная ткань

Камбий вокруг костянки обычно хорошо развивается и сохраняется лишь участки вторичной флоэмы очень довольно отчетливо. Таким образом, кора имеет строение, характерное для костянок, хотя у других видов она может быть и более сложное строение. Но есть и отличия, которые не являются принципиальными. Вокруг вторичной флоэмы по периферии коры образуется благодаря двойной клеток перицикла слой перициклических клеток.

В коре стебля костянки имеются, как правило, склеренхимные, иногда паренхимные и слабо развитые слои клеток. В наиболее внутренних слоях клетки крупные, а наружные — плотно прилегающие друг к другу. Отдельные клетки имеют форму прилегающей тонкостенной паренхимы. В периферии коры стебля образуется пробковый слой, который состоит из нескольких слоев клеток (рис. 8.5).

Таким образом, кости в стебле, отмеченные на поперечном разрезе, образуются группой эпидермических разрастаний, а сочные широкие слои состоят из клеток, которые имеют форму и расположение (рис. 8.4).

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется костянкой и какие растения ее дают?
2. Назовите основные признаки строения костянки.
3. Что называется эпидермой и чем она отличается от других тканей?
4. Что называется перидермой и чем она отличается от эпидермы?
5. Какие клетки называются перицикла и какую функцию они выполняют?

Работа 19. Побег и стебель. Строение почки

Цель работы: изучить строение побега, научиться определять типы ветвления и листорасположение; изучить строение различных почек.

Материалы и оборудование: живые или гербарные образцы растений (ель обыкновенная, сосна обыкновенная, ясень обыкновенный, клен остролистный, каштан конский обыкновенный, бузина черная, ива козья, ольха серая, смородина черная, яблоня домашняя, вишня обыкновенная, сирень обыкновенная, жасмин садовый, или другие растения по сезонности и наличию).

Побег — это орган, который несет одну функцию: нарушение вегетации и заканчивается на самом конце морфологически специализированная часть стебель листья почки. Основная функция побега — фотосинтез. Часто он может служить и для других целей: запасания питательных веществ и вегетативного размножения.

Для характеристики побега обращают внимание на следующие особенности: тип ветвления и порядок его появления, наличие какой-либо видоизменения, расположение в пространстве, тип ветвления, длину междоузлий, расположение почек, тип почек, расположение почек.

Различают два типа стеблей. Деревянистый стебель живет много лет. Он характерен для деревьев, кустарников и полукустарников. Полукустарники отличаются от кустарников тем, что нижняя часть их побега не одревеснела, а зимой отмирает, например у иссопа (*Hyssopus*). Стебель травянистого растения живет один вегетационный период, он характерен для однолетних, двулетних и многолетних трав.

Общее для стебля нарушение — нарушение роста. Однако у некоторых растений побеги имеют неограниченный рост, при котором меристема расположена не на верхушке, а у основания каждого междоузлия.

Наиболее типичен верхушечный рост, он имеет очень древнее происхождение. Верхушечная меристема может быть моноподиальной, если верхушечная меристема функционирует очень продолжительное время, и симподиальным, если она существует ограниченное время, обычно один вегетационный период, и рост побега продолжается за счет боковой почки.

(перевершинивание).

По очертанию поперечного разреза различают стебли округлые, ребристые, трехгранные, четырехгранные и др. (рис. 19.1).

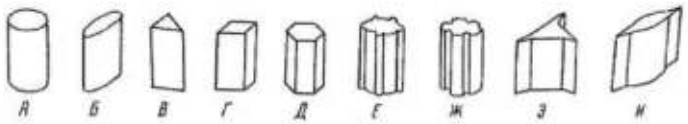


Рис. 19.1. Формы стебля на поперечном разрезе:
А – округлый; Б – сплюснутый; В – трехгранный; Г – четырехгранный; Д – многогранный; Е – ребристый; Ж – бороздчатый; З, И – крылатые

Довольно разнообразны побеги по положению в пространстве: прямостоячие, восходящие, стелющиеся, цепляющиеся, вьющиеся и др. (рис. 19.2).

Выделяют два способа ветвления побега: верхушечное (дихотомическое) и боковое. При верхушечном конус нарастания (раздваивается, в результате чего от самой верхней части оси первого порядка отходят две оси второго порядка, которые, в свою очередь, также раздваиваются (рис. 19.3). Такое ветвление свойственно примитивным растениям.

Основной способ ветвления современных растений – боковой. При этом система осей может быть моноподиальной (при моноподиальном нарастании) с очередным, супротивным или мутовчатым расположением осей или симподиальной (при симподиальном нарастании) с расположением осей в виде монохазия, дихазия, плейохазия. Особого внимания заслуживает способ ветвления побега, называемый кущением. Ветвление при этом происходит только у основания стебля вследствие развития приземных и подземных почек. Этот участок называют зоной кущения. Кущение свойственно кустарникам, многолетним, а иногда и однолетним травам. У мятликовых в зависимости от длины горизонтально расположенной части побега, различают виды плотнокустовые, рыхлокустовые и корневищные. У плотнокустовых видов разветвления растут вертикально. У рыхлокустовых они сначала растут горизонтально или под углом, а затем загибаются вверх.

У корневищных разветвления растут горизонтально (рис. 19.4).

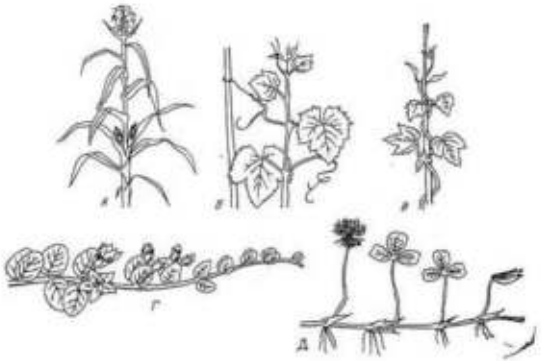


Рис. 19.2. Положение стебля в пространстве:
А – прямостоячий (кукуруза – Zea mais), Б – цепляющийся (виноград – Vitis vinifera), В – вьющийся (хмель – Humulus lupulus), Г – стелящийся (вербейник – Lysimachia nummularia), Д – ползучий (клевер – Trifoliym repens)

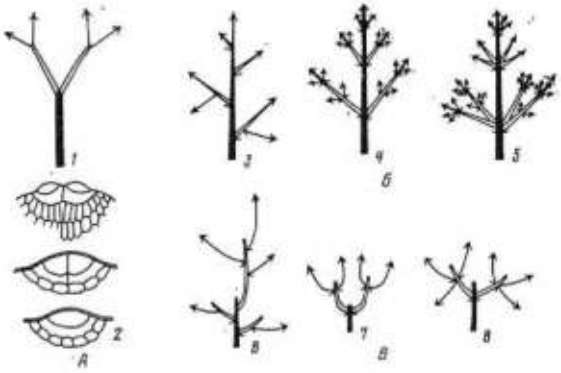


Рис. 19.3. Схема типов ветвления стебля и систем осей:
А – верхушечное ветвление; Б – боковое ветвление, моноподиальная система; В – боковое ветвление, симподиальная система; 1 – дихотомия, 2 – раздвоение верхушечной клетки (водоросль); 3 – очередное расположение осей; 4 – супротивное; 5 – мутовчатое; 6 – монохазий; 7 – дихазий; 8 – плейохазий

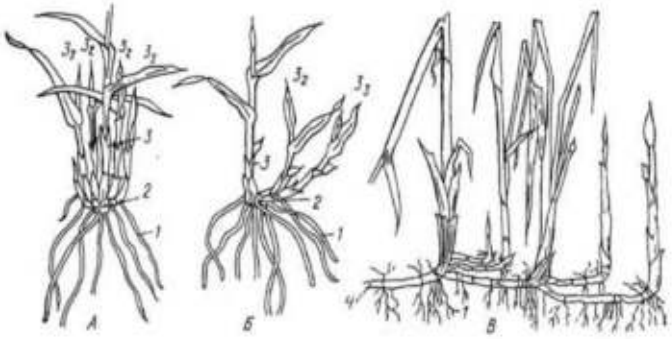


Рис. 19.4. Ветвление мятликовых:
А – плотнокустовое (белоус – Nardus stricta); Б – рыхлокустовое (мятлик – Poa annua); В – корневищное (пырей – Eletrigia repens); 1 – придаточные корни; 2 – зона кущения; 3 – побег первого порядка; 3_2-3_3 – боковые побеги второго и последующих порядков; 4 – корневище

Известны растения с неветвящимся стеблем. У таких форм боковые почки на оси первого порядка не развиваются (рис. 19.5).

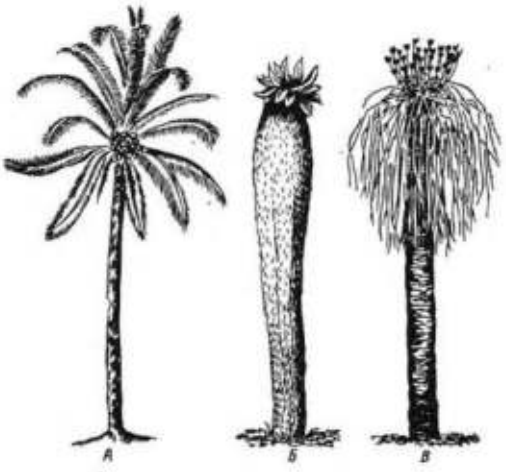


Рис. 19.5. Неветвящиеся стебли:
Ф – пальма (Cocos nucifera); Б – крестовник (Senecio friesiorum); В – кингия (Kingia australis)

Рис. 19.6. Побеги
а – двурядный;
б – спиральный;
1 – междоузлие;
2 – листовой рубец

Побеги хвойных чаще по длине междоузлий. При мутовчатом с отсутствием побег мутовчатый, расположение листьев спиральное и междоузлия практически не заметны – это укороченные побеги (подушки, кустарники; рис. 19.6).

Существуют три основных типа листорасположения: мутовчатое, супротивное и спиральное (рис. 19.7). Наиболее сложное и наиболее распространенное – спиральное.

У некоторых растений можно встретить все типы листорасположения. Например, на побеге (большинстве) ольхи серой листья расположены супротивно, а на нижних – спиральное листорасположение или гомофил. Далеко не единственно спиральное листорасположение на ортотропных и плагиотропных побегах ели, пихты, сосны, кедра. Побеги ели, пихты, сосны, кедра имеют листья, расположенные спирально.

Основой расположения листьев на побеге является закономерное отклонение одного листа от предыдущего. Дифференциация побегов, а иногда и всего растения связана с изменением этого отклонения. Однако на расположение листьев на побеге влияет не только отклонение, но и величина междоузлий, их длина и другие. В конечном итоге листья располагаются на стеблях так, что их листовые пластинки образуют наиболее благоприятную для фотосинтеза мозаику. Очень часто при спиральном расположении листьев на побеге можно видеть, что основания листовых пластинок так срастаются, что образуют спиральную линию. При этом пластинки листьев образуют как бы ленту, которой они прикреплены к стеблю.

между большими листьями занимают более мелкие. В результате возникает листовая мозаика, которую чаще всего можно наблюдать на горизонтальных ветвях и на вертикальных укороченных побегах (розетках), например, у липы, ели, герани и других.

Рис. 19.7. Листорасположение:
А – спиральное, или очередное (персик – Persica vulgaris); Б – супротивное (бирючина – Ligustrum ovalifolium); В – мутовчатое (олеандр – Nerium oleander)

Иногда стебель бывает лишен листьев. В таких случаях он часто имеет зеленую окраску, т. е. ассимилирует. Зеленый, способный к фотосинтезу стебель, увенчанный цветком или соцветием, называют стрелкой. Побег образуется из почечки зародыша семени или почки на стебле.

Почка, как и зародыш, содержит в зачаточном состоянии все органы будущего побега: зачаточный стебель с конусом нарастания, зачаточные листья (примордии).

У большинства деревьев и кустарников умеренной зоны (дуб, береза, липа, ольха, ива, лещина, бузина и др.), а также у некоторых многолетних трав (копытень, грушанка и др.) почки снаружи защищены кроющими чешуйками (видоизмененными листьями), которые предохраняют их от усыхания, ярких лучей солнца, холода. Число чешуй у разных видов колеблется: иногда их более 20 (дуб), а иногда всего две (ива).

Однако у некоторых растений почки лишены чешуек и защищены лишь волосяным покровом (голые почки). Такие

почки характерны для гордовины (Viburnum lantana), крушины ломкой: (Frangula alnus), барбариса обыкновенного (Berberis vulgaris) и др.

По положению на стебле различают верхушечные и боковые почки (рис. 19.8).

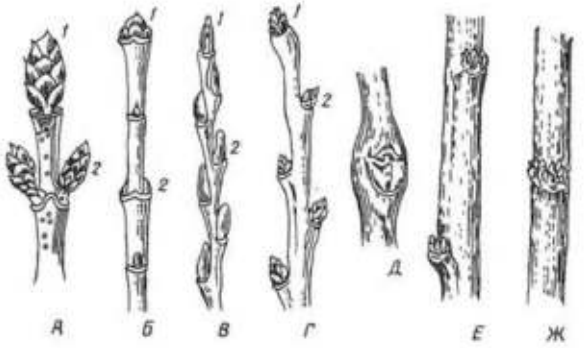


Рис. 19.8. Типы расположения одиночных (А-Г) и групповых (Д-Ж) почек:
А, Б – верхушечное и пазушное супротивное: А – каштан конский (Aesculus hyppocastanum); Б – клен (Acer platanoides); В, Г – верхушечное и пазушное очередное: В – ива (Salix alba), Г – ильм (Ulmus scarba); Д – пазушное сериальное – сифизия (Aristolochia sicho); Е – пазушное коллатеральное – волчье лыко (Daphne mezereum); Ж – пазушное мутовчатое – слива (Prunus domestica); 1 – верхушечная почка; 2 – пазушная почка

Боковые почки бывают пазушными, если расположены в пазухах листьев, и придаточными, если расположены в любом месте стебля, корня и других органов. Пазушные почки, длительное время не дающие побегов, называют спящими. Иногда придаточные почки на листьях сразу же дают маленькие побеги с придаточными корнями (р. бриофиллум – Bryopliyllum) или луковички (лук луковичконосный – Allium cearuleutn var. bulbiferum). Такие почки называют выводковыми. Пазушные почки могут быть как одиночными, так и групповыми.

В последнем случае название почек соответствует их взаиморасположению: сериальные (вертикально-рядовые), в том случае когда почки расположены в один ряд по длине побега; коллатеральные (горизонтально-рядовые), если они размещаются в

ряд поперек побега: интерстиции всех расположены врассыпку.

По количеству различных вегетативных почек, репродуктивные представляют исключительно-репродуктивные.

Задания

1. Определить тип ветвления побегов заданных растений: плауна, хвоща или сел. лишая или ламп. спирея или кокушкина. Зарисовать схемы и описания этих растений, как было показано на рисунке 104.

2. Познакомиться с особенностями типа ветвления укоротившихся побегов пихты или ряб. Зарисовать конус кроны и сделать обозначения.

3. Произвести учет и вычислить индекс ветвления.

4. Изучить строение побега с укороченными междоузлиями, генеративной и вегетативной почек. Зарисовать продольный разрез вегетативных почек и обозначить их части.

5. Рассмотреть на живых побегах различных растений почки, дубовые или иву. Описать их форму, цвет и дифференцировку.

6. Изучить и зарисовать побег с удлиненными и укороченными междоузлиями.

Порядок работы

1. В качестве примера рассмотрим один из побегов растения с укороченными междоузлиями — ветки обыкновенной. Хвоя при беглом осмотре кажется разбросанной, но при внимательном рассмотрении оказывается, что в пазухах всех хвоинок находятся почки.

2. Отличие их друг от друга характер ветвления и расположение: у одних побегов почки расположены по спирали друг к другу. Определив тип первого порядка, установливают, что этот побег плагиотропный, поэтому дальше он растет. Описывают ветвление. Хвоя этих побегов второго порядка, отличается от первого порядка расположением: хвоинки в виде гребенки расположены в одной плоскости. Определив тип второго порядка, устанавливают, что этот побег ортотропный, поэтому дальше растет. Описывают ветвление. Хвоя этих побегов третьего порядка также расположена врассыпную. Таким образом, каждый побег имеет вертикальный стебель, в пазухах которого — боковые с ограниченной длиной (листья). Побеги такого типа называются, кроме того, и генеративными, так как кончаются

семенами шестовых рыбок. Листорасположение очередное, супротивное, от каждого узла отходит по две ветви. Междоузлия короткие, от прикорневых, почти не отличимы побеги. Корневище побегами и мочковатыми придаточными корнями плотно покрыто сверху почечными чешуйками.

Почка, стебель серого обыкновенной двухлетний, прямостоячий, с воздушным симподиальным ветвлением и боковым цветением. Листья мелкие, очередные, линейные. Цветки мелкие, в верхушечном соцветии с обычно округлой. Побеги и побеги с укороченными, с супротивным листорасположением и пазушными почками. Все почки вышележащие.

3. Рассмотрите живой побег с серыми обыкновенной и другими растениями и установите, чем они похожи и чем отличаются. Сделайте рисунок побега, различающегося через почку. Опишите или бритвой делают продольный разрез более крупной боковой почки выросшей или открытой вырастающей побега. Почки со прикорневой луны и не бинокуляр. Найдите придаточные корневые почки и стебель с листьями парными или прилистниками в основании, защитные, и листья. Следовательно, это тетратипно репродуктивная почка.

4. Затем начинают боковую почку со средней части побега. Они и стеблем отличаются открытые. Это вегетативные почки

Вопросы для самоконтроля

1. В чем отличие древовидного стебля от травянистого?
2. Стебли каких растений имеют большое значение в жизни человека?
3. Чем отличаются почки побега от отличаются окраской от древовидных растений? Из каких частей они состоят?
4. В чем принципиальное отличие междоузлия побега от боковой?
5. Чем отличается укороченный побег от обычного?
6. В чем отличие листьев растения с чередующимся образованием взрослого от листьев растения с симподиальным верхушечным ростом?
7. Почему симподиальное ветвление более прогрессивно, чем моноподиальное?
8. В чем отличие укороченного побега от удлиненного?
9. Как определить листовой след при отсутствии листорасположения?

10 Выпуск и замена топливных насосных агрегатов[5]

11 Электрическая часть системы впрыска и дополнительное оборудование[1]

12 Катушка зажигания подбираем на электронно-контактную систему[1]

13 Замена масла в масляном картере[5]

14 Выполнение работ по замене расходных материалов и фильтрующих элементов[6]

Работа 20. Микроскопическое строение стебля голосеменных и древесных покрытосеменных (двудольных) растений – вегетативное строение

Цель работы: изучить особенности строения различных древесных растений, научиться определять по срезам виды голосеменных растений и возраст растения

Материалы и оборудование: микроскопы, лезвия, препараты, растения местообитания сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), ели (*Picea abies*), дуба (*Quercus*), липы (*Tilia cordata*), березы (*Betula verrucosa*) и др., постоянные микропрепараты по поперечным срезам

Стебель в типичных случаях – это осевой, побегообразующий орган неограниченного роста, несущий листья и почки, увеличивающийся в длину при росте, имеющий верхушечную и интеркалярную почки роста, ветвление и положение почек осуществляется верхушечное. Стебель обеспечивает связь между удаленными воспринимающими органами (листьями) и поглощающими органами (корнями), а также между листьями и почками. Наличие листьев и почек, расположение и их взаимное расположение, а также расположение их по отношению к свету, является очень важным признаком.

У стебля, как и у корня, на его конусе нарастания выделяется зона деления (прикончик), зона растяжения, зона дифференцировки (зона корневых волосков, первичная кора, первичная и вторичная древесина). У голосеменных и большинства двудольных покрытосеменных растений вегетирующий побег имеет верхушечную почку – отличается наличием почек, образующихся в пазухах листьев, и обусловливающих ветвление стебля.

У древесных растений прокамбий закладывается сплошным цилиндром и вскоре превращается в камбий. Пробковый камбий из-за своей протяженности дифференцируется в клетки флоэмы и ксилемы. Следовательно, первичное, вторичное и третичное строение древесных растений обусловлено деятельностью камбия и его производных. Так возникает пучковое строение.

Задания

1. Рассмотреть срезы многолетних стеблей двух-трех видов растений, схематично зарисовать один из них и записать обозначения

2. Изучить постоянный микропрепарат поперечного среза стебля липы. Ознакомиться с его общей структурой, а затем обозначить ткани и их клеточные элементы в тетради. Можно использовать рисунки и схемы.

3. Изучить постоянный микропрепарат поперечного среза стебля липы. Ознакомиться с его общей структурой, а затем обозначить ткани и их клеточные элементы в тетради. Можно использовать рисунки и схемы.

Порядок работы

1. Рассматривают двулетнюю ветвь древесного растения, например, ивы или тополя. Обращают внимание на то, что на срезе ветви имеются сердцевина, древесина и кора. Сердцевина состоит из крупных паренхимных клеток, которые могут сохранять живое содержимое. Древесина образована сосудами, трахеидами, волокнами древесины и паренхимой. Кора состоит из нескольких слоев. Снаружи она покрыта пробкой, которая образована плотно прилегающими друг к другу клетками, лишенными живого содержимого. Пробка защищает растение от потери воды и проникновения микроорганизмов. Под пробкой расположена первичная кора, состоящая из живых паренхимных клеток. Внутренний слой первичной коры образован клетками, содержащими хлоропласты. Поэтому он называется хлорофиллоносным слоем. Внутренняя часть первичной коры образована клетками, в оболочках которых откладываются вещества, придающие им прочность. Это механическая ткань. Внутренний слой первичной коры называется эндодермой. Клетки эндодермы содержат крахмал. Эндодерма отделяет первичную кору от центрального цилиндра. Центральный цилиндр состоит из проводящих тканей и паренхимы. Проводящие ткани образуют сосудисто-волокнистый пучок. Сосудисто-волокнистые пучки расположены по кругу. Между ними находятся участки паренхимы, которые называются сердцевинными лучами. Они проводят воду и растворенные в ней вещества в горизонтальном направлении. Сосудисто-волокнистые пучки состоят из ксилемы, флоэмы и камбия. Ксилема расположена ближе к центру ветви, флоэма – ближе к коре. Между ксилемой и флоэмой расположен камбий. Камбий – это образовательная ткань, которая обеспечивает рост ветви в толщину. Камбий состоит из живых паренхимных клеток. Они способны делиться. Камбий расположен между ксилемой и флоэмой. Ксилема образована сосудами, трахеидами, волокнами древесины и паренхимой. Сосуды и трахеиды – это мертвые клетки, которые проводят воду и растворенные в ней минеральные вещества. Волокна древесины – это также мертвые клетки, которые придают прочность ветви. Паренхима – это живые клетки, которые запасают питательные вещества. Флоэма расположена снаружи от камбия. Она состоит из ситовидных трубок, клеток-спутниц, волокон флоэмы и паренхимы. Ситовидные трубки – это живые клетки, которые проводят органические вещества. Клетки-спутницы – это живые клетки, которые помогают ситовидным трубкам. Волокна флоэмы – это мертвые клетки, которые придают прочность ветви. Паренхима – это живые клетки, которые запасают питательные вещества.

не проводящую функцию, а только скелетную (механическая опора). В ее клеточных стенках и полостях откладываются дубильные вещества, смолы, камеди, соли и другие продукты метаболизма.

По периферии распила хорошо обособлена кора (ткани, расположенные между камбием и коркой). Между корой и древесиной функционировал тонкий камбиальный слой. Его отмечают на рисунке условно. Самый наружный слой распила – корка.

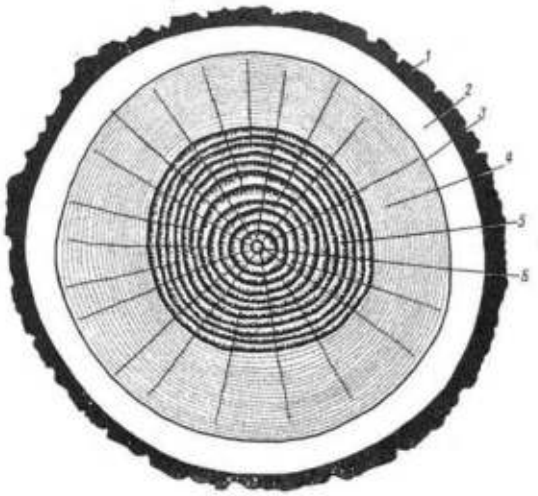


Рис. 20.1. Распил ствола дуба (Quercus longipes):
1 – корка; 2 – кора; 3 – камбий; 4 – заболонь; 5 – ядро (4-5 древесина);
6 – сердцевина

2. *Стебель сосны.* В центре стебля находят небольшой участок тонкостенных паренхимных клеток. Это сердцевина стебля (рис. 20.2).

К периферии от нее концентрическими слоями лежат годичные кольца древесины (ксилемы). Они составляют основной массив стебля. В древесине повсюду, но преимущественно в более темных (осенних) участках годичных колец, находятся смоляные каналы. Это схизогенные вместилища выделений. Стенки смоляных каналов выстланы живыми тонкостенными клетками. При большом увеличении отчетливо видно, что древесина состоит из однородных элементов – трахеид. Различия в пределах каждого

кольца наблюдаются лишь в размерах трахеид: в светлой части кольца расположены трахеиды тонкостенные, с большой полостью (работа камбия весной); в более темной части кольца – толстостенные, с малой полостью, сжатые в радиальном направлении (работа камбия летом и осенью). Первые из них выполняют проводящую функцию, вторые – главным образом механическую. На радиальных стенках крупных трахеид имеются окаймленные поры. Они свойственны только проводящим элементам.

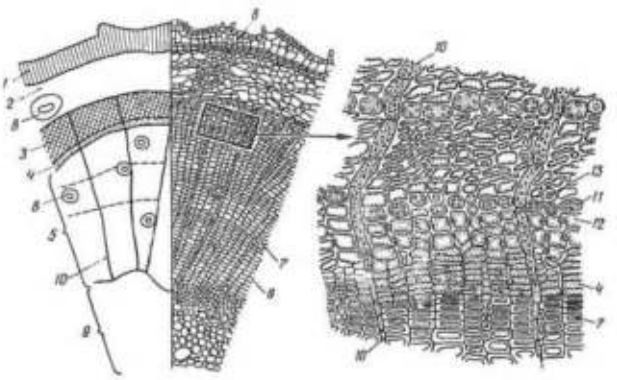


Рис. 20.2. Стебель сосны (Pinus sylvestris) на поперечном разрезе:
1 – покровная ткань; 2 – паренхима первичной коры; 3 – флоэма; 4 – камбиальная зона; 5 – ксилема; 6 – весенние трахеиды; 7 – осенние трахеиды; 8 – смоляной канал; 9 – сердцевина; 10 – сердцевинный луч; 11 – лубяная паренхима; 12 – ситовидная клетка; 13 – клетка с кристаллом

В общей массе трахеид легко обнаружить радиальные полоски – сердцевинные луча. Их образуют живые удлиненные паренхимные клетки, расположенные в один ряд. Одни сердцевинные лучи идут от сердцевины до коры (первичные лучи), другие начинаются от какого-либо годичного кольца древесины и иногда не достигают коры (вторичные лучи). По сердцевинным лучам осуществляется передвижение веществ в горизонтальном направлении.

Таким образом, древесина сосны, как и других хвойных, имеет весьма однородную и поэтому примитивную организацию: ни сосудов, ни специализированных механических элементов (либриформа) у хвойных нет, а древесинная паренхима представлена

толстой плотной серцевинной трубкой и значительными плотными мочевыми клетками. Границы между древесиной и вторичной корой выражены очень резко.

В корнях переходного и вторичного строения в центральном цилиндре перистелического типа. Хорошо заметна резкая граница между заболонной зоной и ядровой, в то время как между камбиальной зоной и флоэмой нарушается постепенный. Кольца камбиального годичного слоя с неправильными трубками. Последние в основном расположены по кругу, занимая камбий. Отдельные трубки отличаются от камбия по отсутствию содержимого, большим размерам и утолщениям на радиальных стенках – это дополнительное отложение вещества, которое, скорее всего, служит для укрепления, а не для выполнения функции проводящих трубок. Сами трубки, расположенные радиальными рядами по периферии флоэмы, обособлены, т. е. узки. Между слоями наших описанных трубок видны более крупные округлые клетки лубяной паренхимы. Они содержат крахмал – запасное вещество.

Сердцевинные лучи в виде отдельных групп, узких клеток, одной более крупных, чем в корне. С внешней стороны от флоэмы расположается крупная клетка первичной коры, среди которых заметны большие мочевые каналы.

В корнях стебля первичная кора состоит из рыхлой паренхимы, которая имеет черешки по всей длине клеток с межклеточными пространствами.

В результате последующих делений образуется две зоны вторичных особенностей коры: одна отступает от периферии клеток, а другая – к центру, к корню. В корнях, как и в древесине, отмечается

Выделяют два способа. Схематично зарисовывают весь поперечный срез при малом увеличении и обозначают: кора, камбий; древесину с годичными кольцами, сердцевинными лучами, сосудами; кору: вторичную кору от вторичной и первичной флоэмой, сердцевинные лучи и перициклическое кольцо; первичную кору с эпидермой, эпиблемой, мочевыми каналами, механическими тканями, паренхимную ткань. Детально зарисовывают участок проводящего пучка. Отмечают при большом увеличении: сосуды, камбий, флоэму и волокна, элементы флоэмы с ситовидными трубками, лубяной паренхимой, клетками сопровождающего луча, а также мочевые каналы.

(трахеиды, клетки сердцевинного луча).

3. *Стебель липы.* Стебель липы имеет типичное для двудольных древесных растений строение. Сначала знакомятся с общим планом строения- стебля на поперечном срезе при малом увеличении. На препарате видно, что вокруг небольшого центрального участка сердцевины располагаются концентрическими кругами годичные слои древесины, окрасившиеся от реактива в малиново-красный цвет (рис. 20.3). Вокруг древесины ясно заметна темная полоска камбия. За камбием лежит ряд трапециевидных участков флоэмы, обращенных широким основанием к камбию.

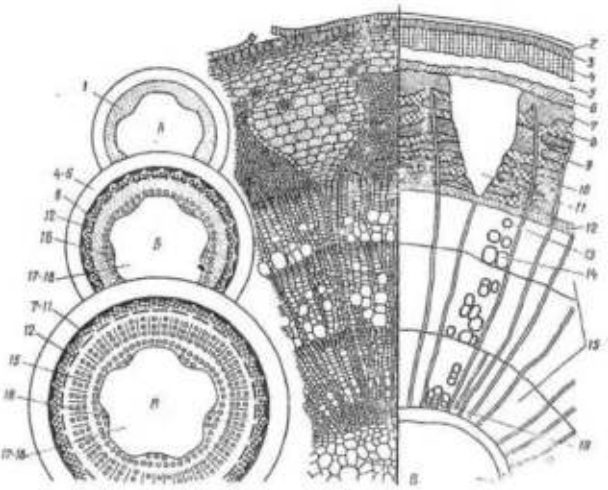


Рис. 20.3. Схема строения стебля липы (Tilia cordata на разных уровнях (слева) и поперечный разрез стебля на уровне сформированной структуры (справа):

А – срез на уровне появления прокамбия; Б – на уровне появления камбия; В – на уровне сформированной структуры; 1 – прокамбий; 2 – остатки эпидермы; 3 – пробка; 4 – коленхима; 5 – паренхима коры, 6 – эндодерма (4-6 – первичная кора); 7 – перицикличеcкая зона; 8 – первичная флоэма; 9 – твердый луб; 10 – мягкий луб (вторичная флоэма); 11 – сердцевинный луч (7-11 – вторичная кора); 12 – камбиальная зона; 13 – осенняя древесина; 14 – весенняя древесина (1-14 – годичное кольцо древесины); 15 – вторичная древесина; 16 – первичная древесина (15, 16 – древесина); 17 – перимедулярная зона; 18 – основная паренхима (17, 18 – сердцевина, 7-18 – центральный цилиндр)

Они рассечены поперек прослойками склеренхимы,

окрасившейся под действием реактива в розовый цвет. Между участками флоэмы видны участки паренхимы треугольной формы, обращенные вершиной к середине, а основанием – к периферии. От первичной [illegible] ряд клеток с [illegible] содержимым. Это [illegible] слой. [illegible] представлен одним рядом клеток.

Участки флоэмы, паренхимы сердцевинных лучей, разделяющие участки флоэмы и [illegible] сердцевиной, составляют вместе [illegible]. С наружной стороны от нее находится первичная кора, в состав которой входят эндодерма, паренхима и пластинчатая колленхима. У древесных растений [illegible] по форме [illegible] более или менее растянутые в [illegible] направлении крупные клетки, в которых нередко откладываются друзы оксалата кальция. Снаружи от паренхимы видна колленхима [illegible] – [illegible]. Снаружи стебель покрыт [illegible], которая [illegible] благодаря темно-коричневой окраске клеточных стенок.

Когда общий план строения стебля хорошо усвоен, переходят к более детальному изучению отдельных его блоков. Их рассматривают [illegible] от периферии к центру, [illegible] при большом увеличении. [illegible] ткани, из которых они состоят.

Перидерма стебля. Самая наружная часть среза наиболее [illegible]. [illegible] пробки, состоящий из плотно сомкнутых радиальных рядов клеток. Иногда на поверхности пробки сохраняются остатки отмершей первичной покровной ткани – эпидермы.

Первичная кора. [illegible] стенками. Обращают внимание на то, что тангентальные стенки утолщены. Это живые клетки [illegible]. [illegible]. Наиболее глубокий слой клеток первичной коры – эндодерма, выражен слабо. Зарисовывают

рядов с соответствующими участками [illegible] по нескольку клеток колленхимы и паренхимы.

Вторичная кора. Это [illegible] объединяет морфологически и [illegible] функционирующую часть [illegible]. Вторичная кора представляет собой один из трех крупных слоев, формирующих центральный цилиндр.

Наружный слой вторичной коры, расположенный под [illegible]. К центру от [illegible] зоны хорошо заметны участки флоэмы. На поперечном срезе [illegible] состоит из плотно примыкающих друг к другу клеток склеренхимы — лубяных волокон. Стенки этих клеток настолько утолщены, что [illegible].

Между [illegible] лубяных волокон, называемых твердым лубом, или толстостенным лубом, расположены остальные элементы флоэмы, называемые все вместе мягким, или тонкостенным, лубом. К мягкому лубу относят также паренхиму сердцевинных лучей. [illegible] Их отрезки можно заметить только в виде темных пятен. Ситовидные трубки легко узнать по их относительно крупным размерам и [illegible] сопровождающие клетки с темным густым содержимым. Лубяная паренхима состоит из мелких клеток, похожих на сопровождающие клетки, также с густым содержимым. Она лежит более или менее [illegible] рядами вокруг ситовидных трубок.

Камбий. [illegible] камбий — латеральная меристема. Он состоит из [illegible] мелких тонкостенных клеток, крупноядерных, заполненных цитоплазмой, [illegible]. К осени деятельность камбия приостанавливается, а с началом весеннего роста возобновляется.

Древесина. Древесина — второй крупный блок осевого цилиндра. Вторичная древесина, как и у осевых представителей голосеменных, состоит из трахеид, сосудов, древесинных волокон и паренхимы. Функциональное назначение трахеид и сосудов такое же, как и у древесины стебля. Основная масса древесины состоит преимущественно из толстых по диаметру сосудов. Прочность осевого цилиндра обеспечивается в основном прозенхимными элементами древесины. Паренхима древесины представлена сердцевинными лучами. Они проходят через всю толщу вторичной древесины в радиальном направлении. Клетки сердцевинных лучей живые, тонкостенные, с простыми порами. Они обеспечивают радиальный транспорт веществ. Древесина, как и у голосеменных, состоит из годичных слоев. Границы между ними хорошо видны на поперечном срезе. Они образованы более крупными и толстостенными клетками поздней древесины.

Сердцевина. В центре стебля размещается основная паренхимная ткань — сердцевина. Она состоит из неодинаковых клеток, различающихся по величине и форме. Некоторые из них служат для запасания питательных веществ. Вокруг них расположены еще живые клетки, по-видимому, с тонкими оболочками, богатыми дубильными веществами. Кроме паренхимных клеток, в сердцевине имеются и склереиды, которые придают ей прочность. Это как механическая поддерживающая ткань.

В заключение отмечаем, что при переходе от вторичного строения первичное тело у стебля сохраняется. В центре лежит основная паренхима, составляющая сердцевину. У некоторых растений клетки сердцевины могут погибать, образуя полость. У корня же при переходе от вторичного строения первичное строение сохраняется, а в центре сохраняется основная паренхима (первичная и вторичная).

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы особенности структуры флоэмы и ксилемы у хвойных растений?
2. По каким элементам можно отличить стебель голосеменного растения от стебля древесного покрытосеменного?

3. Какой тип кровяного давления называется артериальным? Как он отличается от венозного?

4. Что такое пульс?

5. Какие различия в пульсации артерий и вен? Почему?

6. Почему измеряют артериальное давление?

7. Какие существуют способы измерения артериального давления?

8. Почему давление измеряют на плечевой артерии? Почему не на запястье?

9. Какую функцию выполняют кровеносные капилляры? Какие изменения происходят в капиллярах при воспалении?

10. Что такое гипертония?

11. Что такое гипотония? Какой бывает?

12. Почему при гипертонии больной испытывает головную боль и головокружение? Как снизить артериальное давление?

13. Что такое гипертонический криз?

14. В каких случаях больному делают кровопускание?

Работа 21. Микроскопическое строение стебля травянистых двудольных растений

Цель работы: изучить особенности анатомического строения стебля травянистых растений, а также двудольных.

Материалы и оборудование: микропрепараты, живые растения, микроскопы, препаровальные иглы, предметные стекла, покровные стекла, бритвы, фильтровальная бумага, красители (йод-калий-йодистый раствор, раствор Судана III).

Проводящие пучки в стебле травянистых двудольных расположены по кругу. У одних растений (например, у подсолнечника) они образуют замкнутое кольцо, в котором можно различить отдельные элементы: пучковый и межпучковый камбий, первичную и вторичную флоэму и ксилему. В этом случае первичное строение стебля будет сочетаться с вторичным. У других растений (например, у гвоздики) пучки не образуют замкнутого кольца, они отделены друг от друга участками паренхимы. В этом случае первичное строение стебля будет сочетаться с вторичным либо сохраняться. Пучковое строение будет в том случае, если межпучковый камбий либо не образуется совсем, либо образуется поздно и не успевает замкнуть пучки в кольцо. Межпучковый камбий, как и пучковый, образует элементы флоэмы и ксилемы. Лишь у немногих травянистых двудольных не образуется настоящий камбиальный цилиндр, а клетки остаются только между пучками, между которыми расположена паренхима. У таких растений стебли не увеличиваются в толщину.

При пучковом строении стебля у двудольных растений пучки расположены в один ряд по окружности перпендикулярно поверхности стебля. Разнообразно строение стеблей двудольных травянистых растений. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся типы строения.

Задания

1. Изучить поперечный срез стебля льна и ознакомиться с его пучковым строением. Зарисовать и описать поперечный срез стебля льна.

2. Ознакомиться с первичным строением стебля подсолнечника.

3. Изучить пучковое строение стебля гвоздики.

1. [illegible]

2. [illegible]

Порядок работы

1. [illegible] Приготовьте [illegible] на листовой чашечной части [illegible], элементы которого расположены [illegible] (см. рисунок 21.1).

Рис. 21. [illegible]

В центре от основания [illegible], как правило, с большой плотностью. Плоские [illegible], расположенные [illegible].

Основание [illegible]

пространственным расположением и составом всех отдельных элементов, отличающихся наиболее тонкой структурой и отчетливой дифференцировкой.

У покрытых волосками органов, принимающих участие в экскреции, покрытые желтоватой кутикулой. Эпидермой делит небольшой слой мелких клеток хлорофиллоносной паренхимы зеленого цвета. Полость кожи значительным размером более крупных клеток эпидермы, имеющей иногда красноватый цвет. Эпидермис будет видно лучше, если потренировать на срезах растений в водных солях.

Под эпидермой расположены мелкие, округлые по очертанию клетки, крупные клетки округлые и неправильные, причем в более молодых органах они плотно прилегают друг к другу, а в старых местах прилегания клеток появляются межклетники. Это любимое местопребывание хлорофилловых зерен, придающих растению зеленый цвет. Некоторые клетки содержат кристаллы щавелевокислого кальция. Внутри от этих клеток расположен тонкий слой флоэмы и ситовидных трубок.

Рассматривая волосок при большом увеличении, замечают, что около основания крупных клеток без резких границ расположены продолговатые клетки, более плотные, чем клетки эпидермы. Они имеют более темный цвет. Это сердцевинные лучи, состоящие из живых паренхимных клеток с хлорофилловыми зернами. Ряд удлиненных клеток, к центру мелких, причем четыре клетки имеют по одному ядрышку. Определить, из каких элементов состоит система, можно только при исследовании продольных срезов стебля. Первичная кожица состоит из клеток, а вторичная – пробковых, таких же, как и эпидермы. Ниже кожицы расположена кругом паренхима коры.

Микрохимический анализ потерянных срезов стеблей лучше осуществлять при определении качества волокна в селекционной работе. Плотные группы зубчатых клеток с толстыми стенками и маленькими полостями придают волокну высокое качество, а рыхлые, разрозненные зубчатые клетки с относительно тонкими стенками и большими полостями дают льняное волокно низкого качества.

2. Способ подземной (скважинной) сейсморазведки. Применяется при изучении строения верхней части разреза (ВЧР) и глубинных исследованиях. Взрывные скважины бурят на глубину 20–50 м. Для получения высокой кратности наблюдений используют несколько (до 5–6) пунктов возбуждения. Это позволяет перекрывать на временных разрезах ОГТ участки, которые расположены между пунктами возбуждения (рис. 21.7).

Рис. 21.7. Схема расположения пунктов возбуждения (ПВ) и приемных расстановок при сейсморазведке методом ОГТ с переменным удалением (приема)
а – для изучения верхней части разреза; *б* – для глубинных исследований; 1 – пункты возбуждения; 2 – приемные расстановки; 3 – отражающие горизонты; 4 – границы ВЧР; 5 – скважины; 6 – сейсмостанция; 7 – сейсмограммы; 8 – годограммы преломленных волн; 9 – годограммы отраженных волн; 10 – линия наблюдений; 11 – профили наблюдений; 12 – линия наблюдений; 13 – годограммы отраженных волн; 14 – профили наблюдений; *в* – пункты возбуждения; *г* – приемные расстановки

Этим способом можно изучать строение верхней части разреза до глубины 1–2 км. Для возбуждения упругих колебаний применяются взрывные работы. Скважины бурят на глубину 10–30 м. В качестве взрывчатого вещества используется аммонит. Вокруг скважины размещаются в виде звезды 4–6 лучей. Вдоль каждого луча от скважины на расстоянии 50–100 м друг от друга закладываются заряды ВВ. Взрывная волна возбуждает упругие колебания, которые регистрируются сейсмостанцией. Обработка

вещества за то, что клетки колосковых листьев живые эпидермальные, в том числе ядро и хлоропласты.

Под эпидермисом цветковой чешуи расположены паренхимные клетки, ограничивающие полость цветка снаружи, прилегающие к участкам склеренхимы. Это мезофилл. Он также состоит из клеток ряда: шаровидных фотосинтезирующих клеток, на которых воздействовали раствором соли в йодных клетках. В основной паренхимной ткани, в средней паренхимной части листа, находятся проводящие пучки. Такие образования паренхимной ткани называются основной паренхимой, эпидермой.

Среди всех из первичной коры расположен центральный цилиндр. Он имеет форму сплошного цилиндра, состоящего из паренхимных клеток, окруженных по периферии (на периферии) одним рядом из прилегающих слабо утолщенных клеток — перицикла. Отмечается, что у стебля подсолнечника, как и у стеблей других растений, сердцевинная зона состоит из крупных округлых паренхимных клеток, окруженных по кругу с паренхимой (вместе с ней образуют первичную сердцевинную ткань).

Важно отметить, что такие элементы разрушены не полностью, а в комплексе с коллатеральными пучками всегда прилегают к флоэмной части пучка. Пучки открытые, различаются по строению на снабжение.

Несколько поодаль от центральной камбиальной пластинки за пределы почки формирует выпуклую дугу межпучкового камбия. Широкая камбиальная зона — свидетельство активной деятельности камбия. В дальнейшем слабо выраженная утолщается в 8–10 раз. Межпучковый слой камбия и сердцевинных лучей образует, после того как из прокамбия сформируются проводящие пучки и полностью деятельность пучкового слоя. Межпучковый слой обходит вокруг всего пучка: кольцом внутри от камбия, снаружи от него. Периферия имеет строение пучка разрастается и снаружи. В поперечном сечении межпучкового камбия в виде части стебля образуется сплошной слой клеток в острием выступами, направленными в сторону. Снаружи эти клетки, граничащие по периферии с первичной корой, образуют

С внутренней стороны от пучков видно крупные паренхимные клетки. Они в виде Клетки паренхимные, имеют эллипсоидные стенки и открытые поры.

5. Способы нарушения функции склеивания. При анализе участков хромосом, в которых происходит образование двухцентровых хромосом, можно выделить три основных типа склеивания двух центромерных районов (рис. 2.30). Описанные ранее случаи разрыва и воссоединения хромосом представляют собой простейшие случаи, при которых в результате разрыва образуются два центромерных района, которые затем воссоединяются. Однако в ряде случаев центромерные районы могут оставаться разделенными, но при этом они могут быть связаны между собой нитями, состоящими из ДНК и белка. Такие нити могут быть растянуты, но они не порываются.

Рис. 2.30. Типы склеивания центромерных районов двухцентровых хромосом при анафазе митоза (по Маккленток)

А — полное слияние центромерных районов; Б — частичное слияние; В — центромерные районы разделены, но связаны между собой нитями; Г — центромерные районы разделены, нити отсутствуют

Частота нарушения функции центромерного комплекса зависит также от того, как был получен двухцентровый

тельностями паренхимы. Обращает внимание на то, что проводящие пучки расположены в один ряд по кругу. Это коллатеральные пучки. Каждый пучок состоит из ситовидных и кольчатых сосудов, окруженных склеренхимными клетками. Пучки разделены паренхимой сердцевинных лучей. В центре стебля расположена большая полость, окруженная паренхимой.

Почка имеет конусовидную форму и покрыта несколькими рядами чешуек. Конус нарастания плоский. Зачаточный лист состоит из прямоугольных, плотно сомкнутых клеток. Первичная кора состоит из нескольких рядов более крупных клеток. Эпидермис покрыт одним рядом клеток. Под эпидермисом видны один-два ряда клеток с утолщенными стенками. При основании почки расположены несколько чешуек, которые образуют покрывало. Далее расположен слой проводящей тканевой паренхимы. В некоторых клетках имеются кристаллы оксалата кальция в виде друз. Самый внутренний слой первичной коры более узкий и плотный. Это эндодерма. Ее называют крахмальной корой.

Клетки первого слоя центрального цилиндра — перицикла — на поперечном разрезе многоугольные, плотно прилегают друг к другу, имеют толстые одревесневшие боковые стенки. На продольном разрезе они имеют удлиненную призматическую форму. Предположительно, это древесинные волокна.

Далее следует структура проводящих пучков. Первый ряд клеток окружает их границу с первичной и вторичной частью флоэмы — ситовидные трубки с клетками спутницами и паренхимой. Вторичная флоэма образована клетками большого диаметра (ситовидными), древесинными волокнами и древесинными паренхимой. Вторичную флоэму образуют ситовидные трубки с клетками спутницами. Первые — крупные, вторые — мелкие с густой цитоплазмой. Кроме того, во флоэме имеются тонкостенные лубяные паренхимы. Первичная флоэма расположена в наружной части пучка и состоит из Деспереживающих клеток.

Между ксилемой и флоэмой имеется камбий в виде узкой полоски из тонкостенных плоских клеток, без видимых границ между ними. Сердцевинные лучи. Они состоят из клеток трех слоев клеток и их срединных, которые отличаются от остальных своим строением и видом. Участок

клибит между фазовой и клеевой оказался пустым. На более поздних фазах развития в пространстве, ограниченном пучком, гиперплазия клибита может становиться очень значительной. Участки пучкового клибита граничат с пучковым клибитом, образуя сплошной клеточный массив. Межпучковый клибит дифференцируется в паренхиму коровых пучков.

Отдельные пучки имеют свой клеевой вход, ориентированный к периферии стебля. Клеевой вход пучка

Клибит пучка имеет различное происхождение. Изучение общего плана строения показало, что клибит пучка и паренхима коры развиваются из одной и той же меристемы, и граница между ними условна.

Даже при беглом взгляде на препарат при малом увеличении заметно, что структуры стебля, у которых камбиальная природа, имеют окраску. Основная масса клеток — паренхимные ткани коровой и сердцевинной. Они не окрашены или окрашены в красный или розовый цвета. Эти клетки, паренхимные, плохо сохраняются, быстро разрушаются. Сплошного слоя клибита не осталось, поэтому клибит в основном представлен отдельными пучками.

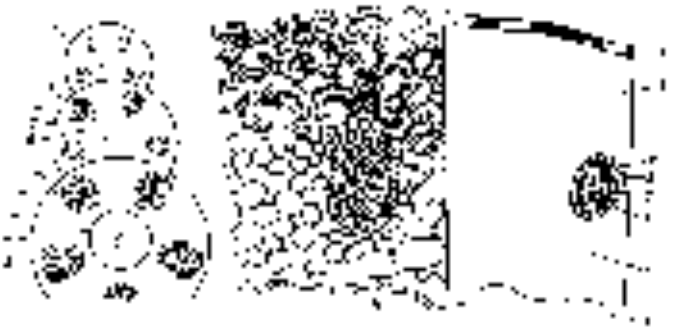


Рис. 21. Схема строения стебля: а — двудольного растения; б — однодольного растения; в — строение пучка

А — проводящий пучок открытого типа: 1 — флоэма; 2 — камбий; 3 — ксилема; 4 — паренхима коры; 5 — эпидермис; Б — проводящий пучок закрытого типа: 1 — флоэма; 2 — ксилема; 3 — паренхима коры; 4 — эпидермис; В — строение пучка: 1 — флоэма; 2 — ксилема; 3 — паренхима коры; 4 — склеренхима

При большом увеличении рассматривают хорошо гистологическую картину каждой зоны. Обращают внимание на то, что между отдельными участками образующей ткани, клетками, тканями, органами и системами органов существуют тесные взаимосвязи и взаимодействия. Граница между первичной корой и центральным цилиндром выражена слабо, а местами даже условна.

При изучении структуры проводящих пучков видно, что каждый пучок окружен пучковым влагалищем. Одни из клеток этого влагалища имеют хлоропласты, другие не содержат их совсем и называются обкладочными. Некоторые из лежат по кругу, окружаясь в углах. По краям пучка видны сосуды от оказавшейся под действием осмоса в кровеносных сосудах, давление сока которых, следовательно, пучки хорошо открыты, но ресничек они не имеют. Механическая клетка слабо выражена. Поэтому стебли этого растения характеризуются хорошо выраженной структурой первичного строения и имеют.

Вопросы для самоконтроля

1. В какой части стебля начинается ростовой участок первичное строение, а какой — вторичное?
2. Чем обусловлено образование постоянного, переходного и вторичного типов вторичного строения стебля?
3. Как изменяется проводящий при постоянном, переходном и вторичном типах строения стебля?
4. Как дифференцируется камбий при первичном, переходном и вторичном типах строения стебля?
5. Как расположены проводящие ткани в стебле покрытосеменных при первичном и переходном типах строения?
6. Какова особенность структуры стебля злаков?
7. В чем различие между структурой травянистого стебля и древесного?
8. Какие различия имеются между отделом и корнем при переходе от первичного строения ко вторичному?
9. Какова разница между расположением механических и проводящих тканей в стебле и корне?
10. По каким признакам микроскопической структуры можно отличить стебель от корня?

Работа 22. Микроскопическое строение стебля однодольных растений

Цель работы: изучить анатомическое строение стебля однодольных растений, выявить особенности.

Материалы и оборудование: микропрепараты поперечного среза стебля ириса (*Iris germanica*), ландыша (*Convallaria majalis*), лилии (*Lilium*) или другого однодольного растения; микроскоп, лупа, препаровальная игла, предметное и покровное стекла, пипетка, вода.

Стебли однодольных растений в основном цилиндрические. Пучки расположены по всему поперечному сечению стебля беспорядочно. Такое расположение пучков называется центральным, оно связано с тем, что все они представляют собой листовые следы и эти прикрепляются по всей окружности стебля.

Наиболее удобны для изучения пучкового строения стебли ириса – с четко выраженной первичной корой – и кукурузы – с отчетливо видимой центральной зоной. Пучки ириса открытые, коллатеральные, замкнутых имеют только первичную кору и центральный цилиндр. В стеблях большинства однодольных они не могут образовать камбий, поэтому они не имеют вторичного строения. Можно только отличить стебли ячменя, пшеницы, овса и других злаков по открытым пучкам и отсутствию паренхимы.

У большинства однодольных в основном происходит вторичное утолщение стебля вследствие образования паренхимы, которая, как правило, – основа урожая. Но и у дифференцированных стеблей обычно наблюдается увеличение числа и размеров проводящих пучков.

Задания

1. Изучить при малом увеличении общий вид стебля ириса на продольном и поперечном срезах, отличить кору стебля от центрального цилиндра.

2. На срезе стебля или листовой пластинки изучить строение отдельных пучков – открытых – с плохо выраженной первичной корой и без нее, с хорошо выраженной центральной зоной.

3. Изучить строение пучков стебля кукурузы.

4. Сделать рисунки изученных срезов и обозначить названия их частей.

Порядок работы

Рис. 23.1. Особенности строения эпидермиса и устьичного аппарата листьев злаковых растений.
1 – нижняя эпидермальная клетка; 2 – верхняя; 3 – устьичная щель; 4 – замыкающая клетка; 5 – побочная клетка; 6 – устьичная щель; 7 – замыкающая клетка; 8 – побочная клетка

Клетки эпидермиса с наружной стороны от листа покрыты плотной кутикулой. Снаружи от кутикулы расположен слой восковых веществ, называемый налетом. Кутикула и налет предохраняют растение от испарения.

Устьица состоят из двух замыкающих клеток и двух побочных клеток. Замыкающие клетки имеют почковидную форму. Они граничат с побочными клетками. Между замыкающими клетками имеется щель, через которую происходит испарение воды и газообмен.

Устьица располагаются в эпидермисе листа. Они представляют собой щели, ограниченные с обеих сторон замыкающими клетками. Замыкающие клетки имеют почковидную форму. Они граничат с побочными клетками. Между замыкающими клетками имеется щель, через которую происходит испарение воды и газообмен.

Рис. 2. Схема образования [illegible]
[illegible]
1 – [illegible]; 2 – [illegible]; 3 – [illegible]

[illegible]

[illegible] пучка. Они окружены склеренхимой. Между пучками [illegible]

В центре стебля [illegible]. Центральные клетки ее разрываются, и образуется полость, свойственная стеблям большинства мятликовых. Поэтому у растений этого семейства [illegible]

3. Стебель кукурузы. При малом увеличении отмечают, что стебель не имеет полости. Центральная его часть заполнена основной паренхимой. Проводящие пучки [illegible] эпидермы [illegible] тонкий слой клеток под эпидермой. В более старых стеблях стенки ее клеток одревесневают (рис. 22.5). Первичная кора, как и у ржи, не выражена.

Рис. 22.5. Стебель кукурузы (Zea mays) на поперечном срезе [illegible]:
[illegible] эпидерма; 2 – механическая ткань; 3 – [illegible];
4 – [illegible] паренхима

Рассматривают при большом увеличении препарата [illegible] Отмечают, что по флоэме отсутствует лубяная паренхима.

Ситовидные трубки и сопровождающие их клетки живут лишь несколько недель. Клеточная оболочка ситовидных элементов в значительной степени утолщена за счет каллозы. Ядра ситовидных элементов в зрелом состоянии отсутствуют. Пучок окружает слабо развитая обкладка.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы особенности структуры стебля однодольных растений?
2. Почему стебель большинства однодольных не утолщается?
3. С чем связано ограничение ветвления некоторых древовидных однодольных?
4. С какой целью осуществляется расположение листьев в спирали, свойственной большинству однодольных?
5. Какие два типа пучкового строения стебля наиболее распространены у однодольных?
6. Что такое соломина?
7. Каково отличие по строению стебля однодольных от стебля древесных двудольных?
8. В чем разница между первичным строением стебля и вторичным строением корня?

Работа 23. Морфология и анатомия листа

Цель работы: изучить морфологическое и анатомическое строение листа, научиться определять тип листовой пластинки.

Материалы и оборудование: микроскопы, лупы, гербарий, [illegible] листьев клена (р. [illegible]), фиалки трехцветной (Viola tricolor), [illegible] (р. [illegible]), [illegible] (р. [illegible]), [illegible] (р. [illegible]), [illegible] (Convallaria majalis), [illegible] (р. [illegible]), [illegible] (р. Salix), [illegible] (р. [illegible]), подорожника (Plantago major), [illegible] (Lupinus luteus), [illegible] (р. Syringa), [illegible], стрелолиста (р. Sagittaria), настурции (р. Tropaeolum), дуба (р. Quercus), [illegible], [illegible] (Ricinus communis), [illegible] (р. [illegible]), тысячелистника (Achillea millefolium), [illegible] (р. [illegible]), [illegible], [illegible] (Citrus limon), [illegible] (р. Pelargonium), бука (р. Fagus).

Лист — это боковой орган ограниченного роста, нарастающий у однодольных растений у основания путем вставочного роста, у двудольных — [illegible]. Основные функции листа — фотосинтез, транспирация и газообмен. В листьях могут откладываться запасные продукты, иногда этот орган служит для вегетативного размножения.

Перечисленными функциями определяется внешнее и внутреннее строение листа. У большинства растений он состоит из более или менее широкой пластинки, прикрепленной к стеблю при помощи гибкого черешка.

Черешок может и отсутствовать, тогда лист называют сидячим. Если основание сидячего листа прирастает к стеблю на некотором протяжении, образуется низбегающий лист. Часто у основания черешка (по бокам его) имеются прилистники, зеленые или пленчатые. Они [illegible], у некоторых растений могут превращаться в колючки. Иногда основание черешка расширяется и охватывает стебель. У злаковых лист состоит из длинного трубчатого влагалища и узкой пластинки. У основания пластинки есть пленчатый

прилистников, у гречихи они срастаются в бокал ушко. (рис. 29.1)

Рис. 29. Типы листьев
А – черешковый с прилистниками; Б – сидячий; В – влагалищный; Г – побегообразующий; Д – колючковый; Е – членистый; Ж – рассеченный; З – перистый; И – пальчатый; К – тройчатый; Л – сложный пальчатый; М – сложный перистый

Листья бывают простые и сложные. Простые листья состоят из одной пластинки, цельной или рассеченной более или менее глубоко на лопасти. У сложных рассечение пластинки достигает основания жилки и черешка, и тогда листья состоят из отдельных листочков, прикрепленных к общему черешку – черешочки. образующиеся основания. Количество таких отдельных листочков может служить признаком для определения растения. Форма сложных листьев чрезвычайно разнообразна. Мы будем рассматривать лишь наиболее распространенные листья.

Листья цельные бывают перистые или сердцевидные, пальчатые (Cannabis sativa), округлые (Tilia cordata), почковидные (Ribes grossularia)

Задания

1. Изучить строение листьев, определить их форму, и рисунок, и зарисовать

2. Изучить жилкование листьев.

3. Ознакомиться с наиболее распространенными формами листовой пластинки простых цельных листьев.

4. Ознакомиться с наиболее распространенными формами листовой пластинки простых, расчлененных выемками листьев.

5. Ознакомиться с формами сложных листьев.

6. Ознакомиться с формами прилистников листовой пластинки

7. Изучить строение простого листа, листовой пластинки и черешка листьев, простые листья разной формы с цельной и расчлененной выемками пластинкой, сложные листья разной формы, типы жилкования листовой пластинки и способы соединения

8. Изучить микроскопическое строение листа (кожица, устьица, хлоренхима, проводящие пучки)

9. Изучить строение листа кукурузы.

10. Изучить строение листа сосны – хвои

11. Сделать обозначения на отпечатках с рисунка в рабочей тетради

Порядок работы

1. Рассматривают строение типичного листа – простого (обозначают основные части листа: пластинку, черешок, прилистники, у сложного – разные, простые, сложные). Зарисовывают такой листовой лист (лист). У вегетативного листа (почки, кукурузы) надписывают верхушку, основание листа, верхушку и основание пластинки и основание черешка. Зарисовывают и делают обозначения

2. Далее рассматривают и зарисовывают листья с простым цельным (злаки, злаки, листья параллельным (кукуруза, лилия), дуговым (ландыш), сетчатым перистым (яблоня) и сетчатым пальчатым жилкованием (см. рис. 232)

3. Затем переходят к изучению форм листовой пластинки простого цельного листа (рис. 233): продолговатой (осина), линейной (пшеница, злаки), ланцетной (ива, сирень, подорожник), округлой (листья), яйцевидной (ландыш), сердцевидной (липа), клиновидной (вяз), обратно-яйцевидной, эллиптической, почковидной. Зарисовывают все и делают обозначения.

пальчаторассеченный (листья). Сложноперисторассеченный (перо, шитик, черешок).

Рис. 3.4. Некоторые листья с различными видами членения пластинки:
а – лопастной; б – пальчатый; в – тройчатый;
г – перистый; д – перисто-лопастной; е – перисто-рассеченный

5. Изучают форму сложных листьев (рис. 3.5). Перистосложный (может быть непарноперистым и парноперистым, оканчивающимся усиком); тройчатый (тройчатосложный); пальчатый (пальчатосложный).

6. Рассматривают и зарисовывают формы краев листовой пластинки: цельную (ровный, выемчатый, зубчатый, пильчатый, городчатый) (рис. 3.6).

7. Изучают жилкование. Рассматривают венчик при помощи увеличительного стекла, отмечают, что снаружи лист покрыт эпидермой. Между верхней и нижней эпидермой находится ткань, которая состоит из клеток, содержащих хлорофилл. Это основная ткань листа – мезофилл. Между клетками мезофилла и эпидермой расположены проводящие пучки, образующие жилкование листа (рис. 3.7).

Затем переходят к детальному изучению тканей листовой пластинки, для чего делают поперечный срез. Срез листа рассматривают при большом увеличении микроскопа и зарисовывают его внешний вид (рис.

Отличается по клеткам верхней эпидермы более толстыми наружными и внутренними стенками. Устьица расположены на нижней стороне листа. Они окружены тремя околоустьичными клетками, одна из которых значительно меньше двух других. Устьичный аппарат

Рис. [illegible]

Рис. 210. Перо [illegible]

Цветок пятичленный, обоеполый. Отличается от типа тем, что верхняя эпидермальная клетка имеет длинную шейку, состоящую из нескольких клеток, расположенных одна над другой. Это особенно [illegible]

столбчатая. У нижней эпидермы расположены более округлые клетки с крупными [illegible] — губчатая паренхима. Листья, у которых мезофилл дифференцирован на столбчатую и губчатую паренхиму, называют дорсивентральными. Главная [illegible] [illegible] листа [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] механические ткани — [illegible], выполняющие опорную функцию.

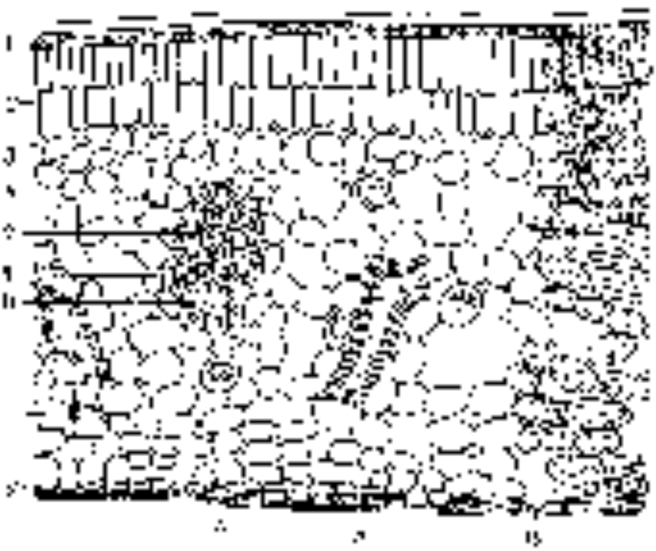


Рис. 25.7. Лист [illegible] в разрезе.
1 — верхняя эпидерма, 2 — столбчатая паренхима, 3 — губчатая паренхима, 4 — [illegible], 5 — [illegible], 6 — [illegible], 7 — [illegible], 8 — [illegible], 9 — [illegible], 10 — [illegible]

Строение сосудисто-волокнистого пучка лучше изучать на главной [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] частью [illegible] флоэмы части, и пучок становится простым. Главная жилка занимает почти всю толщину листа от верхней до нижней эпидермы. При малом увеличении хорошо видны [illegible] [illegible]. Они состоят из [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

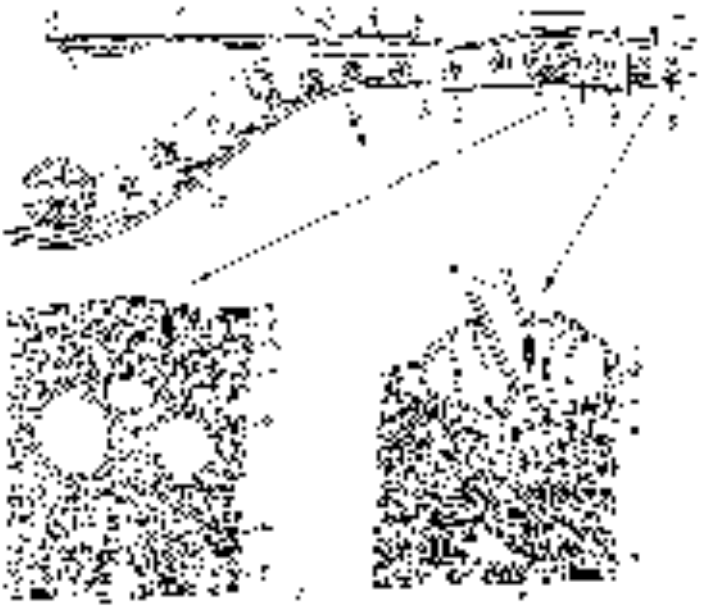


Рис. 2.58. Лист *Asarum europaeum*
а — поперечный срез; б — часть кроющей ткани с устьицем и волоском
I — эпидермис; II — мезофилл; III — проводящий пучок; 1 — кроющая ткань; 2 — устьице; 3 — волосок; 4 — столбчатая паренхима; 5 — губчатая паренхима; 6 — проводящий пучок; 7 — ксилема; 8 — флоэма

При малом увеличении на поперечном препарате видно, что кожа эпидермы верхней его стороны образует простые волосковидные выросты, которые в нижней части имеют по одной ветви. У основания главных волосков и на нижней стороне листа видны многочисленные клетки, выступающие над поверхностью листа. Эпидермис покрыт кутикулой. Устьичные аппараты есть в эпидермисе верхней и нижней сторон листа. Проводящие пучки закрытые, коллатеральные, концами обращены к верхней стороне листа. Они окружены в нижней части одним рядом крупных паренхимных клеток, содержащих хлоропласты. Предполагают, что они играют роль фильтрующего аппарата, регулирующего передвижение воды в подземные вегетативные органы.

Мезофилл состоит из бесцветных, тонкостенных клеток, расположенных по ночи вокруг пучков. В средней части пластинки мезофилл есть лишь у нижней стороны листа, остальную протяженную часть занимают крупные клетки, не содержащие хлоропластов. В этой зоне пластинки клетки мезофилла образуют выступающие в полость листа пластинки, которые на нижней стороне пластинки образуют листочки, доходящие до пучков. В остальной части пластинки субэпидермальные ткани непосредственно прилегают с обеих сторон к крупным проводящим пучкам. Лист кутрука, как и многие виды, имеет

Проводящая система. Стебель кутрука имеет относительно крупные размеры (рис. 2.5.9). Механические ткани развиты слабо. Центральная часть стебля образована сердцевиной, расположенной вокруг пучков (рис. 2.5.9). Механические ткани

Защитный покров состоит из двух слоев клеток: эпидермы и перидермы. Эпидермис покрыт толстым слоем кутикулы. Клетки эпидермы в основном почти правильной формы. Все стенки клеток одинаково утолщены, в углах есть воздух. Периферические клетки округлой формы. В клубнях на участке эпидермы развиваются устьичные аппараты, под которыми тканью большие воздушные полости. У старых листьев стенки клеток эпидермы одревеснели. Гиподерма состоит из одного, в углах — из двух-трех слоев клеток с очень утолщенными оболочками и полостями.

Под эпидермой находится феллема — многочисленный ряд мертвых клеток. Образуют феллему те же клетки, которые стенки клеток местами врастают в их полость, образуя складки. Оболочки пробковых

Это значительно увеличивает площадь прилегания к стенке кишки, а значит и эффективность, с которой она всасывает питательные вещества. Каждый ворсинка имеет

Рис. 25.3. Хилезия (Rhinoderma)
А – поперечный разрез; Б – часть продольного разреза.
1 – покров; 2 – кровеносный сосуд; 3 – лимфатический сосуд; 4 – соединительная ткань; 5 – мышцы; 6 – покров; 7 – кровь; 8 – печень; 9 – желудок; 10 – кишечник; 11 – поджелудочная железа; 12 – селезенка; 13 – печеночная вена; 14 – брюшная аорта; 15 – спинная аорта; 16 – легкие; 17 – сердце; 18 – печеночная вена; 19 – брюшная аорта

Питательные вещества, которые всасываются кишечником, попадают в кровеносные сосуды и лимфатические капилляры, расположенные внутри ворсинки. Стенки кишечника состоят из толстостенных клеток. Это клетки специального предназначения. Особенно интересно внутреннее строение. На противоположных сторонах каждой клетки имеются отростки.

Внутренний край клетки покрыт тонкой каймой. Каждый отросток называется плоской стороной листа, фасеткой и выступом. Они имеют форму, и каждая сторона клетки имеет форму, как пустота –

шиной. Между проводящими слоями расположена механическая опора – сердечник. Основным конструктивным элементом печатной платы является изоляционный материал, на поверхности которого имеются проводящие участки – печатные проводники.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие основные характеристики листа Вы знаете?
2. Что такое коробление листа?
3. Каковы основные требования, предъявляемые к фольгированным материалам?
4. Какие типы диэлектриков бывают в листах?
5. В чем отличие простого листа от сложного?
6. Как классифицируют простые листы с медной фольгой?
7. Какие две группы положены в основу классификации простых листов с растворимой медной фольгой?
8. В чем отличие гетероструктурного листа от однородного?
9. Чем отличается негорючий лист от самозатухающего?
10. Чем отличается по механическим свойствам армированный лист от неармированного?
11. Что называют диэлектрической проницаемостью диэлектрика?
12. В чем различие между стеклотекстолитом и гетинаксовым листом?
13. Чем обусловлено их расположение?
14. Каково строение проводящего слоя листа?
15. Чем отличаются двусторонние платы от односторонних?
16. Почему медную фольгу называют электролитической?
17. Каковы преимущества полиимидных плат?
18. Какую функцию выполняет оболочковое покрытие?
19. В чем особенность строения металлического листа?
20. Как по электрическим свойствам определить верхнюю сторону листа?
21. Какие процессы в многослойной структуре могут существенно ухудшить ее электрические свойства?

Работа 24. Цветок. Строение околоцветника

Цель работы: изучить [illegible] строения цветка покрытосеменных растений [illegible] и функциональное значение [illegible].

Материалы и оборудование: бинокуляры, [illegible] [illegible] и фиксированные [illegible] цветки [illegible] (Malus domestica) [illegible] (Pisum sativum) [illegible] (Solanum [illegible]) [illegible] (Primula [illegible]) [illegible] (Viola [illegible] vulgaris), [illegible]

Репродуктивные, или генеративные, органы растений предназначены для [illegible] [illegible] размножения. У [illegible] [illegible] – [illegible]

Цветок (flos) – это видоизменённый укороченный побег, при[illegible] к образованию [illegible] для полового процесса [illegible]

[illegible] (рис. 24.1). Цветоложе может иметь разнообразную форму – от [illegible] до [illegible] в виде бокала (рис. 24.2). [illegible] [illegible] [illegible] разнообразной [illegible] называют [illegible]

Рис. 24.1. Схема строения цветка:
1 – [illegible]; 2 – [illegible]; 3 – [illegible]; 4 – [illegible]; 5 – [illegible]; 6 – [illegible]

Рис. 24.2. Схемы цветков:
А – [illegible] ([illegible]); Б – [illegible]; В – [illegible]

В большинстве случаев цветок [illegible], где четыре кру-
га: чашелистики – один круг (чашечка), лепестки – один круг
(венчик), тычинки – два круга или один (андроцей), пестики –
один круг (гинецей). У некоторых групп растений, например у бо-
бовых, [illegible] кру-
гов [illegible] цветков.

При спиральном расположении цветолистиков цветок назы-
вают ациклическим. В таком цветке [illegible] каждой из зо-
н [illegible]. [illegible]
[illegible], у которых [illegible] расположение
одних цветолистиков сочетается со спиральным других. В этом
случае цветок, например, может иметь три круга околоцветника и
многочисленные тычинки и пестики, расположенные по спирали. [illegible]
[illegible] околоцветник, [illegible]
[illegible] дифференцированный [illegible]
ные чашечку и венчик, называют двойным, а [illegible] одина-
ково – простым (рис. 24.3). Простой [illegible] околоцветник
[illegible]. Простой [illegible]
[illegible].

Цветки, не имеющие околоцветника, называют голыми
([illegible], рис. 24.4).

Чашечка (calyx) [illegible]
[illegible]
[illegible]. В [illegible]
случае она выполняет [illegible] и привлечения
насекомых – опылителей.

Рис. 24.3. Прицветники.
А – [illegible]; Б – [illegible]

Рис. 24.4. [illegible]
А – [illegible]; Б – [illegible]

[illegible]

[illegible]

лубяные – остаются свободными только вершины ткацелистников.

Рис. 34.7. Чашечка обоеполого (*Lonicera tatarica*) и тычинки

Чашечка выполняет защитную функцию, она предохраняет цветок от механических повреждений и от потери влаги.

Венчик (corolla) состоит из более или менее окрашенных лепестков (petal, m), которые образуют венцы: внешний и внутренний. Наружные лепестки обычно окрашены в яркие цвета (например, у василька синего). У некоторых видов растений околоцветник может состоять из одного круга. Так, у некоторых видов рогоза (*Typha*) околоцветник состоит из волосков, которые после опадения пыльцы и созревания семян разрастаются и образуют пушок, облегчающий распространение семян ветром. Их различают как по цвету и интенсивности окраски, так и по числу лепестков, по форме, величине, взаимному расположению, типам срастания. Неправильности в строении венчика бывают двух типов: симметричные (правильные) и несимметричные (неправильные). Срастание лепестков между собой в нижней части цветка, образуют элементы, образующие трубку, называется сростнолепестным, не срастающиеся между собой – свободнолепестным.

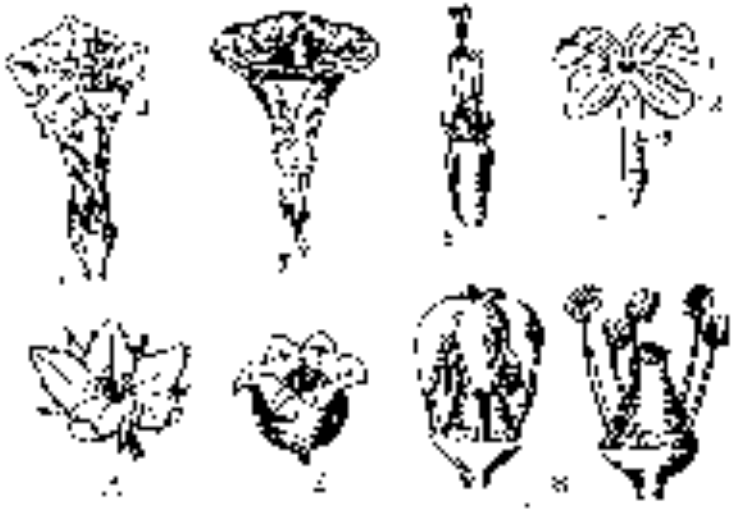
При исследовании разнообразного состава животных занимательно рассматривать строение отдельных органов. Определяют, чем питаются животные, какие у них органы передвижения, дыхания, размножения, какие они имеют покровы, скелет, нервную систему, органы чувств и т. д. Если основание широкое, округлое, лепестки сильно скатаны (плотные, большие и др.). Начинают исследование с прикорневых (нижних) листьев. Исследование начинают с определения типа листорасположения (очередное, супротивное или мутовчатое). Для этого срезают несколько листьев с одного стебля, начиная с нижних, и раскладывают их на столе или на листе бумаги в том порядке, в каком они расположены на стебле. Затем определяют, какой тип листорасположения имеет данное растение (рис. 24, б).

а б

Рис. 24. Листорасположение
а — очередное; б — супротивное; в — мутовчатое
(по Шмальгаузену)

У некоторых растений (например, у одуванчика лекарственного, рис. 24, а) все листья прикорневые (они отходят прямо из толстого вертикального, погруженного в почву корня и почти не видны).

У многих растений (например, у ромашки аптечной, рис. 24, б) на стебле имеются и прикорневые листья, и стеблевые. Прикорневая часть стебля обычно очень короткая, междоузлия почти не видны, поэтому листья расположены тесно друг к другу. Стеблевые листья (рис. 24, в) отходят от стебля.



По типу симметрии венчики, как и чашечки, можно разделить на две группы: актиноморфные (правильные, через них можно провести несколько плоскостей симметрии) и зигоморфные (неправильные, рис. 24.9), когда через них можно провести только одну плоскость симметрии.

Актиноморфные спайнолепестные венчики [illegible] по форме трубки, отгиба и другим признакам.

Рис. 24.9. [illegible]
[illegible]
[illegible]

Актиноморфные спайнолепестные венчики классифицируют в зависимости от [illegible] трубки и формы отгиба (рис. 24.8):

✓ колесовидный – трубка мала или отсутствует, а отгиб расположен почти в одной плоскости (незабудка, вероника);

✓ воронковидный – трубка длинная воронковидная, [illegible] (табак, дурман);

✓ колокольчатый – трубка [illegible] постепенно переходящая в [illegible] отгиб (колокольчик);

✓ трубчатый – трубка цилиндрическая с [illegible] (василёк и другие астровые);

✓ блюдцевидный – [illegible] трубка [illegible] широкий отгиб, придающий цветку блюдцевидную форму (сирень);

✓ колпачковидный – лепестки срастаются верхушками (виноград).

- _ленточный_ – лепестки образуют полый цилиндрический венчик (подсолнух).

Типы цветков можно определить по признакам, которые будут положены в основу при составлении таблицы. Признаки будут различаться, в данном случае, по количеству лепестков.

Предложите возможные признаки для составления таблицы:

- _двугубый_ – венчик состоит из двух частей: верхней и нижней губ (колокольчик, мята, норичниковые);
- _мотыльковый_ – отличается строением венчика, состоит из пяти лепестков (горох);
- _ленточный_ – лепестки образуют длинную трубку (одуванчик).

Рассмотрите цветки растений, которые вы принесли на урок. Определите тип венчика (мотыльковый, ленточный, двугубый).

Рис. 2. Зависимость между строением венчика и способом опыления (Анонимный)

Задания

1. Составьте определительную таблицу для растений, которые вы принесли на урок. Для этого выпишите названия растений, цветки которых вы рассматривали, в первый столбец таблицы, а признаки, по которым будете определять растения, – в первую строку.

2. Определите, между собой ли скрещиваются растения, перечисленные в задании 1. Для этого выясните, какой тип опыления характерен для каждого растения (самоопыление, перекрестное опыление).

3. Обозначить на рисунке части простого венчика: трубку, зев, отгиб (кубок).

4. Описать цветок по следующей схеме: симметрия, число членов и срастание в околоцветнике, его отличия, венчик или чашечка, свободный или сросшийся, форма, число членов.

Порядок работы

1. К началу... (текст отсутствует) ...цветка (рис. 21.1). Отмечают, что через цветок можно провести две и более плоскостей (зависит от... (текст отсутствует) ...симметрии).

Рис. 21.1. Цветок капусты (*Brassica oleracea*):
А – вертикальный разрез; Б – открытый; В – закрытый; 1 – чашелистик; 2 – лепесток

2. Рассмотреть чашелистики и лепестки, установить, что лепестки свободные, расположены в два круга, причем у чашелистиков круга они меньшие и чаще отличаются от листочков вегетативного органа. Посредством совершаемого опыления, что осуществляется (текст отсутствует) ...ся пыльца, и семена, убедиться, что они (текст отсутствует) ...ся по одному элементу: чашечка и венчик свободные. Зарисовывают чашелистик и лепесток. Особое внимание уделяют форме лепестка, отмечают, что он имеет ноготок, суженную часть – пластинку – и широкую часть – пластинку.

3. Итак, околоцветник капусты актиноморфный, двойной, так (текст отсутствует) ...ка свободное, четырехчленное, лепестки с ноготком, опыляемым (текст отсутствует) ...ой цветок пригоден для изучения и опыления насекомыми.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое цветок?
2. Какие части цветка относятся к [illegible]
3. Какие типы соцветий вы знаете?
4. В чем различие между [illegible]
5. Какие основные признаки [illegible]
6. В чем отличие [illegible]
7. Как различают простой [illegible]
8. Какие плоды называют [illegible]
9. Что такое опыление?
10. В чем различие между [illegible]
11. Что такое гибель [illegible]
12. Что такое [illegible]
13. Какие растения называют [illegible]
14. Какова основная [illegible]

Работа 25. Андроцей

Цель работы: [illegible] ... [illegible] **фонин** [illegible]

Материалы и оборудование: [illegible] (р. *Ranunculus*) [illegible] (р. *Rosa*) [illegible] (р. *Tulipa*) [illegible] (р. *Lilium*) [illegible] (р. *Sinapis*) [illegible] (р. *Pisum*) [illegible] (р. *Ricinus*) [illegible] (р. *Tilia*) [illegible]

Тычинки (микроспорофиллы) служат для образования микроспор [illegible] ([illegible]) [illegible] (androecium).

Нередко число тычинок [illegible] числу [illegible]. В других случаях число тычинок в [illegible] более раз превышает число лепестков или долей околоцветника [illegible] ... [illegible]

Часто цветки имеют не сросшиеся между собой тычинки — свободный андроцей (рис. 25.1).

Рис. 25.1. Типы андроцея

[illegible]

Для рассматриваемой экосферы такого типа можно установить все же ни так давно занимаемой долины. У вертикальных и некоторых наклонных тычинок мужского цветка (иногда средняя тычинка редуцирована, причем две из них очень короткие) длинные пыльники. Это двухгнездный андроцей. У капустных соотношение длинных и более коротких тычинок другое: обычно число тычинок шесть, из них четыре длинные и две короткие. Такой андроцей называют четырехсильным. Все тычинки одинаковой величины называют равными (рис. 25.1, б). Реже найдем двубратственный андроцей, у которого срастаются все тычинки (частично, верблюжья); двубратственный, у которого одна тычинка остается свободной (фиалка, бобовые), многобратственный, у которого тычинки срастаются в несколько групп (зверобой).

В типичном случае каждая тычинка состоит из тычиночной нити и пыльника (рис. 25.2). Тычиночные нити имеют разнообразную форму. Так, у шиповника тычиночная нить длинная и тонкая, достигает 10–15 мм в длину. У других растений она бывает не прямая, а согнутая, у колокольной формы (рис. вьюнка) белая, более длинной или более короткой. Иногда тычиночная нить почти отсутствует, тогда тычинка сидячая (фиалка). У большинства растений тычиночные нити при основании срастаются. Однако у некоторых видов (рис. крапивы двудомной) они остаются свободными почти до основания. Иногда тычиночные нити ветвятся (рис. ятрышника пятнистого). Функция тычиночной нити – приподнять пыльник на высоту, увеличивая вероятность опыления. Реже она выполняет и другие функции, например участвует в образовании сложных тычинок (см. раздел «Цветок»).

У большинства растений тычинок столько же, сколько лепестков околоцветника. Каждая из них в своем развитии проходит две стадии (образование пыльников, двух гнезд). Двухгнездный пыльник состоит из двух половинок, которые называются створками, и перемычки. Разделяющие створки тычинки выросты называются связником. Так как они служат только одну тычинку. Иногда из-за простого пыльника образуется только два гнезда (барбарис). Реже бывает число гнезд – 3 (перец), 4 (тычинка), 6 (лилия).

Некоторые биологи – морфологи и систематики полагают, что тычинка состоит из двух половинок, каждая из которых состоит из двух половинок. Иногда считают, что тычинка состоит из трех частей, каждая из которых состоит из двух половинок.

Рис. 25.2. Органы зрения
А – скопление пигментных клеток (пигментная бокаловидная); Б – сложный глаз; В – глаз позвоночного животного; Г – глаз головоногого моллюска; Д – глаз членистоногого; 1 – пигментная клетка; 2 – зрительный нерв; 3 – светочувствительные клетки (фоторецепторы); 4 – хрусталик; 5 – сетчатка; 6 – роговица

По строению органы зрения могут отличаться по структуре их поверхности. Например, у одних видов большая роговица (рис. 25.2). Однородительные щетинковые черви обычно имеют у основания, противоположных отверстиям (ротовым), органы зрения, которые воспринимают преимущественно двухцветные изображения. У земляных червей и большинства обитающих в почве, существует, что органы зрения могут отсутствовать – у слепых.

У некоторых видов часть тычинок не имеет пальцевидных и представляет собой щетинки. Такие щетинки называются (рис. 25.3). Они могут выполнять функции опоры, защиты, а также служить органами чувств.

Задания

1. Какова роль в жизни червей органов зрения? Какие органы зрения имеются у червей? Какие органы зрения имеются у червей?

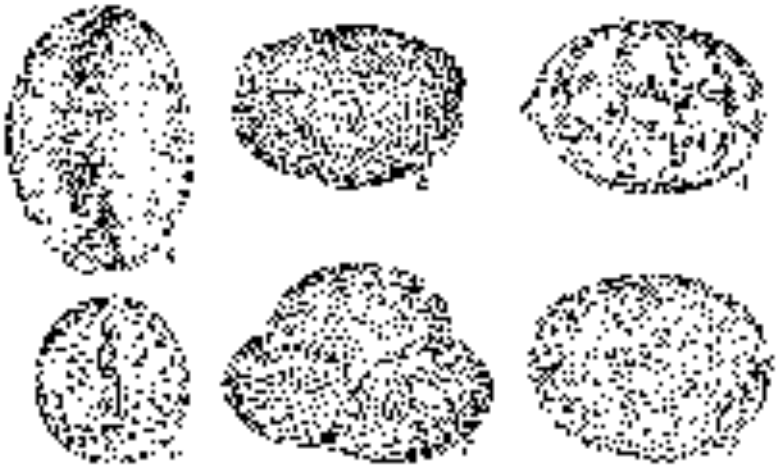


Рис. 27.1. Типы плацентации:
А – центральная; Б – пристеночная; В – апикальная; Г – базальная; Д – париетальная; Е – колончатая

Учащимся предлагается определить тип плаценты у растений, изображенных на рисунке. Затем учащиеся должны назвать семейства растений, к которым принадлежат данные растения. Для этого учащиеся используют определитель растений.

Задание

1. Рассмотрите и дайте краткую характеристику строения цветка растений семейств пасленовых и крестоцветных, используя определитель растений. Обратите внимание на число и срастание частей, а также на плацентацию и их взаимное расположение. Какие из признаков являются наиболее важными для определения принадлежности растения к семейству?

2. Препарировать и зарисовать одну из личинок шестой возрастной группы, отметив основные отличительные признаки. Обратить внимание на строение дыхательного аппарата и головной капсулы личинки.

3. Рассмотреть и зарисовать куколку комара-звонца (Chironomus plumosus).

Порядок работы

1. Из пробирки с личинками осторожно пинцетом извлечь личинку и поместить в чашку Петри с водой. Рассмотреть личинку под бинокулярной лупой при слабом увеличении. Обратить внимание на окраску тела личинки. Отметить особенности расположения в двух кругах и строение ротовых органов личинки. Определить принадлежность личинки к одной из возрастных групп. Для этого измерить длину головной капсулы личинки и сравнить ее с данными, приведенными в таблице 1. Зарисовать личинку, обозначив основные части ее тела.

2. Приготовить временный препарат головной капсулы личинки. Для этого личинку поместить в каплю воды на предметное стекло, отделить головную капсулу от тела и накрыть покровным стеклом (рис. 23.4).

Рис. 23.4. Препарирование личинки:
А – личинка: 1 – головная капсула; 2 – грудной отдел; 3 – брюшко; 4 – анальные сосочки; Б – головная капсула личинки: 1 – глаза; 2 – усики; 3 – верхняя губа; 4 – нижняя губа; 5 – челюсти

При малом увеличении просматривают контуры пищевода и отмечают два типа складчатых образований. Четыре типа клеток пищевода

3. Цель работы: изучить строение пищевода на срезе при большом увеличении. Покровный слой пищевода — это эпидермис. Субэпителиальный слой состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани. Он состоит из клеток, которые образуют мышечную пластинку. Мышечный слой состоит из гладкой мышечной ткани. Самый внутренний слой пищевода — слизистый, тип эпителия. Клетки эпителия с густой цитоплазмой и с ядрами. Подслизистый слой состоит из рыхлой соединительной ткани, в которой находятся железы пищевода. Железы пищевода состоят из концевых отделов и выводных протоков. Концевые отделы состоят из железистых клеток, которые вырабатывают слизь. Выводные протоки выстланы эпителием

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое эпителий? Какие типы эпителия?
2. Какой эпителий называют однослойным, многослойным?
3. В чем различие между железистым, однослойным и многослойным эпителием?
4. Из каких частей состоит железа?
5. Какой формы может быть концевой отдел?
6. Что такое строма?
7. Что такое паренхима?
8. Из каких тканей состоит строма железы пищевода?
9. По какой теории и в результате какого движения образуется мышечная трубка?
10. Как образуется пищевод, из каких эмбриональных листков?
11. Где начинается и заканчивается пищевод?
12. Какова длина пищевода?
13. Какие анатомические сужения пищевода?

Цель работы: изучить типы и строение гинецея, а также покрытосеменных растений, отличающихся у гинецея

Материалы и оборудование: гинецеи растений, препарировальная игла, скальпель, пинцеты, препаровальная доска, лупа, бритва, подставка, бумага, ручка, карандаш, линейка

Подготовка: гинецеи растений, принесенных студентами

Гинецеем (пестиком) называют совокупность плодолистиков (мегаспорофиллов) одного цветка, образующих один или несколько внутренних полостей — гнезд, в которых развиваются семязачатки. Гинецеи двух и более плодолистиков называются ценокарпными, одного плодолистика — апокарпными. Апокарпный гинецей может быть образован, если плодолистики не срастаются между собой и образуют отдельные пестики, и ценокарпный, если они срастаются в один пестик (рис. 26.1).

Рис. 26.1. Типы гинецея
А – апокарпный гинецей [Ranunculus]; Б – ценокарпный гинецей [Papaver]; В – ценокарпный гинецей [Hyacinthus]; Г – ценокарпный гинецей [Lilium]. В – поперечный разрез [Nicotiana]; 1 – завязь, 2 – столбик, 3 – рыльце

В зависимости от того, открыты или закрыты семязачатки, гинецеи

Рис. 3.3. [illegible]

[illegible]

Для исследования эпидермиса можно использовать и кожно-мышечный лоскут. Можно с перпендикулярного разреза [illegible] Для этого [illegible] Для [illegible] Для [illegible]

Для исследования эпидермиса можно использовать и кожно-мышечный лоскут. Можно с перпендикулярного разреза [illegible] Для этого [illegible] Для [illegible] Для [illegible]

Для исследования эпидермиса можно использовать и кожно-мышечный лоскут. Можно с перпендикулярного разреза [illegible] Для этого [illegible] Для [illegible] Для [illegible]

Рис. 36.2. Схема положений
А, Б — вспомогательные; В — основное; Г — готовое звено

гаметы тех или иных особей могут между собой сливаться с образованием зиготы, а затем зародыша. Различают два типа оплодотворения: наружное, при котором сперматозоиды, обладающие способностью к активному движению, проникают в яйцеклетку, и внутреннее, при котором сперматозоиды, лишенные способности к активному движению, попадают в половые пути самки и проникают в яйцеклетку.

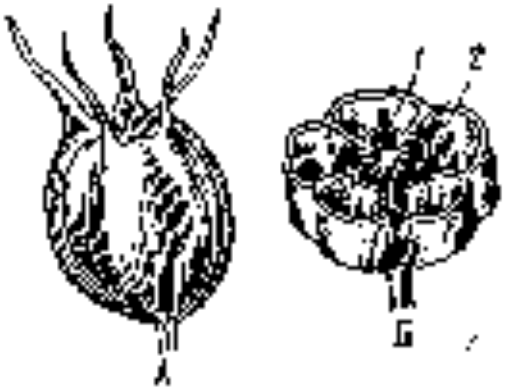


Рис. 20.1. Внешний вид самцов и самок *Nigella arvensis*:
А – самец, Б – самка, 1 – рыльце, 2 – завязь

Место прикрепления семязачатков к стенке завязи называется плацентой. Способ расположения семязачатков получил определенные закономерности, которые также отражают сходство или различие растений. Различают следующие типы плацентации, или расположения семязачатков (рис. 20.2):

париетальная (пристенная) – плаценты располагаются двумя рядами по всей внутренней поверхности стенки завязи апокарпного пестика (*магнолия, орхидные*).

осевая – в апокарпном или паракарпном пестике срастаются края плодолистиков и углы апокарпного пестика (*гвоздичные*) или паракарпного пестика (*маковые*).

центральная – плаценты располагаются на центральной перегородке, делящей завязь на два гнезда, или срастаются края

плавательный пузырь (физиостомный);

Рис. 3.5. Схема строения костистых
А – схема строения плавательного пузыря: 1 – сосуды; 2 – эпителий; 3 – соединительная ткань; 4 – мышцы; 5 – нервы; Б – схема строения кишечника: 1 – пищевод; 2 – желудок; 3 – кишечник; 4 – прямая кишка

Сегментальное прикрепляется к плавнике вентральных, а с

Рис. 3.6. Вопрос прикрепления
А – брюшные; Б – грудные; В – спинные; Г – анальные; 1 – ...; 2 – ...; 3 – ...; 4 – ...; 5 – ...; 6 – ...; 7 – ...; 8 – ...; 9 – ...; 10 – ...; 11 – ...; 12 – ...; 13 – ...; 14 – ...; 15 – ...; 16 – ...; 17 – ...

Спорангий сапрофитных грибов (рис. 24, 6) состоит из ножки и головки. Ножка, или спорангиеносец, представляет собой длинную, прозрачную, неветвящуюся гифу. Головка спорангия имеет шаровидную форму. Внутри головки расположен многоклеточный колумелла, являющийся производным мицелия. В нем из мицелия формируется многоядерный мешок, состоящий спорангий. По мере развития мешка образуются споры, которые на рисунке не показаны. Споры, попадая в почву, прорастают в мицелий. Часть спорангиеносца, прилегающая к колумелле, также называется апофизой. В центре размещается вторичное ядро центральной клетки, которое образуется в результате слияния двух гаплоидных ядер и называется диплоидным. Вокруг ножки спорангия имеется чашеобразное вздутие.

Задание

1. Зарисовать пластинки плесневых грибов, которые имеют плодовое тело из мицелия, и подписать: гифы мицелия, их перегородки, ризоиды, спорангиеносцы, спорангии, колумеллу, апофизу.

2. Зарисовать строение разных зрелых спорангиев плесневых грибов, гифы или пластинки, использовать лупу, бинокуляр, микроскоп.

3. На препаровальной рабочей линейкой измерить длину спорангиеносца и диаметр спорангия. Установить пределы изменения этих величин у разных экземпляров.

4. Рассмотреть и зарисовать препарат конидиального спороношения плесневого гриба пенициллиума и подписать: конидии, конидиеносцы.

Порядок работы

1. Обрезать ассимилирующие гифовые цветка ирландца (рис. 24, б). Наружный и внутренний спорангиеносцы, отличающиеся друг от друга по толщине. Один спорангиеносец, как правило, с головкой, а другой с головкой и гипанием остальные части спорангия. Обращают внимание на то, что цветоложе не расширено и остаток прикрепляется к нему своим основанием. Перед зарисовкой препарат помещают в каплю воды, накрывают покровным стеклом. Сначала зарисовывают препарат при малом увеличении.

2. Далее отделяют от цветка при помощи препаровальных принадлежностей пластинку и рассматривают его под

атеросклеротических изменений. Отмечают, что он состоит из плоских довольно длинных стеблей и листьев неправильного рисунка.

3. Надземная часть трилистника. Сырьем служит верхушка побега. Надземная часть растения состоит из прямостоячего ветвистого стебля с тройчатыми листьями и одиночных цветков с белыми лепестками.

4. Описать внешний признак сырья. Сырье имеет специфический запах и горьковатый вкус.

5. Какой набор биологически активных веществ содержит сырье и какой эффект оказывает его при длительном применении. Настой оказывает противовоспалительное, антисклеротическое, желчегонное, мочегонное действие.

6. Назвать основные группы веществ, содержащихся в листьях земляники. Листья земляники содержат дубильные вещества, органические кислоты, эфирное масло, витамины, флавоноиды, минеральные соли, сапонины, горечи, каротин, аскорбиновую кислоту.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое лекарственное растительное сырье?
2. Какие из трех частей листа (черешок, стебель, листовая пластинка) может отсутствовать?
3. Какие растения можно отнести к многолетним травам?
4. Как определить, является ли данный однолетник или многолетник пока не зацвел, как установить такое сходство его плодами?
5. Какой тип имеет цветок?
6. В чем различие между венчиком, листьями и чашелистиками?
7. Какой цветок называют правильным и какой – неправильным?
8. Какие бывают типы соцветий сложных?
9. Как часто семена теряют всхожесть при правильном хранении?
10. Как хорошо семена?
11. Что такое зародышевый мешок, из чего он формируется, и какие клетки он состоит?

Работа 27. Формула и диаграмма цветка

Цель работы: научиться давать характеристику цветка в виде диаграммы и формулы.

Материалы и оборудование: [illegible] препараты, [illegible] или фиксированные в спирту цветки [illegible] (Ranunculus), [illegible] (Raphanus raphanistrum), [illegible] (Malus [illegible]), [illegible] (Salix [illegible]), [illegible].

Характеристику цветка можно дать сокращенно в виде формулы, при составлении которой пользуются следующими обозначениями частей цветка:

Ca – чашечка (calyx), Co – венчик (corolla), P – простой околоцветник (perigonium), A – андроцей (androeceum), G – гинецей (gynoeceum).

Типы цветков также имеют условные обозначения: [illegible] – обоеполый цветок [illegible], [illegible] – [illegible] цветок, [illegible] – [illegible] цветок, * – актиноморфный цветок, ↑ – зигоморфный цветок, [illegible] – асимметричный цветок.

Число членов отдельных частей цветка обозначают цифрами (количественный состав: [illegible] андроцей – [illegible]). В том случае, когда число членов неопределенно, обычно больше 12, для их обозначения используют значок ∞ (многотычинковый андроцей – A_{∞}). Очень редко число членов [illegible] бывает непостоянным в пределах 12 ([illegible]). В таких случаях число членов также показывают знаком бесконечности.

В случае срастания членов цветка между собой цифру, указывающую на их число, заключают в скобки ([illegible] – [illegible]).

Если члены чашечки, венчика или простого околоцветника расположены несколькими кругами, то цифры, указывающие на число их в каждом круге, соединяют знаком + ([illegible] околоцветник [illegible] – [illegible]).

Формула должна отражать число плодолистиков, из которых образовался гинецей, срослись ли они между собой в один пестик ([illegible]) или каждый из них образует свой пестик ([illegible]), а также какая завязь –

верхней или нижней. Например, вспомогательная связь с верхней частью в процессе работы в форму не укладывается. Ее можно использовать для некоторой облегчения процесса извлечения из формы нижней части. В верхней опоке — верхней части — вырезают чаши для литниковой системы и выпоры.

Еще более сложно изготавливаются отливки типа двутавровой балки, которые имеют несколько плоскостей разъема. Для таких отливок характерно расположение частей опоки и их число относительно друг друга. Один наиболее простой способ изготовления двутавровой балки — изготовление модели, состоящей из трех частей. Средняя часть модели обозначена жирной штрихпунктирной линией. Она должна быть изготовлена отдельно, так как при формовке ее вынимают после верхней части. Нижняя часть модели имеет выступы — знаки, которые образуют в форме углубления для установки стержней. Стержни служат для получения отверстий в отливке. Внутри такой двутавровой балки можно разместить несколько стержней. На рисунке 27 б показана форма для изготовления такой отливки. Она состоит из трех частей: нижней, средней и верхней.

Рис. 27 б. Изготовление двутавровой балки

Двутавровые балки, как и фонтаны, большой протяженности, когда показывают только внешнюю часть балки, а вырезанную

колы обыкновенной полевой и редьки дикой частично или полностью [illegible]

Задание

1. Подробно проанализировать строение цветка лилии или [illegible] колокольчика, [illegible]

2. Составить [illegible]

Порядок работы

1. В начале [illegible] цветка [illegible] (рис. 23.2). Что отличает [illegible] Вторую [illegible] Зарисовать [illegible]

Рис. 23.2. Цветок [illegible]
а – [illegible]; б – [illegible]; в – [illegible]; г – [illegible]; д – [illegible]; е – [illegible]

2. Пользуясь [illegible] микроскопом, внимательно рассматривают [illegible] цветка и определяют [illegible]

[illegible]

каково взаиморасположение чашек цветка: лепестков по отношению к чашелистикам, тычинок по отношению к лепесткам. Устанавливают также, кратны ли между собой их числа (одинаковы или другие числа).

4. Один из цветков можно отпрепарировать на предметном стекле. Начинают с описания чашечки. Она состоит из пяти чашелистиков, расположенных в один круг и прилегающих друг к другу. С помощью острого скальпеля и пинцета можно обнажить завязь.

5. Венчик состоит из пяти лепестков цветка, которые перемежаются с чашелистиками. Лепестки имеют асимметричную форму (одной группы [одного] изогнуты вправо, другой — влево, но обычно имеют очертание правильного — или почти правильного — пятиугольника, вершины которого обращены к центру цветка). В основании венчика лепестки срастаются между собой своими краями в трубку. Иногда лепестки в различающихся цветках расположены в один круг, их обозначают в формуле так: Co_5. Одно из необходимых отличий, которое нужно знать для успешного распознавания цветков и почек, — это наличие у последних чешуек. Они у распустившихся цветков отсутствуют. При внимательном рассмотрении цветочной почки хорошо видно, что лепестки расположены в три круга: первый образуют всегда 5 — зеленые чашелистики, второй и третий круги составляют венчик, причем 5 — наружу, а другие 5 — внутрь. Каждый лепесток второго круга имеет по бокам по одному лепестку третьего круга. В распустившемся цветке венчик отвалился, его части сморщились и как будто образуют как бы один круг. У этих цветков венчик состоит из двух кругов: Co_{5+5}.

6. Для определения числа тычинок в цветке нужно знать, сколько тычинок образуют венчик. Обращают внимание на то, что делать из них сразу нельзя: между собой тычинки в трубку, а одна свободна — двубратственный андроцей. При исследовании всякого сформировавшегося цветка раскрывают цветок, отделяют венчик, чтобы хорошо различить тычинки, расположенные близко к нему, и определяют их число: A_{5+5}. Определяя наблюдая за процессом образования андроцея, можно установить, что сначала тычинки закладываются в трех кругах (иногда в двух) и отходят как можно дальше друг от друга. Позднее внутренние тычинки, прилегающие к трубке, образуются только в одном круге. Во внешнем круге одна тычинка свободная, остальные девять срастаются в двух кругах: во втором круге (считая путь

лепесток, во внутреннем — тестер. С учетом описанного выражение можно обозначить так: $A_{\cos\phi}$.

7. Гипотеза состоит в том, что красный и красный. Обращаем внимание на то, что у красных цветков пыльники и рыльце находятся на одинаковом расстоянии на одном уровне как на этом тестере. Во втором случае хорошо видно, что цветок совершенно свободный, не сросшийся ни с тычинками, ни с околоцветником, с цветоложем — только внизу чашки. Чтобы прийти к нему, нужно скрестить первое. Следующее и четвертое формулой G_1 быть обозначены так: G_1.

8. В целом формула цветка гороха должна быть такой вид: $\uparrow Ca_5Co_{(1+2+2)}A_{(9)+1}G_{(1)}$ (суммированная формула). При этом гипотеза будет называться $Ca_5Co_{1+2+2}A_{9+1}G_1$ (полная формула).

Зная число и взаимное расположение частей цветка, легко составить его диаграмму (рис. 27.2).

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое «цветок» и какие представления о строении цветка — формула или диаграмма?
2. Какие элементы обозначаются буквой «А» в формуле и на диаграмме?
3. Как отражаются в формуле и на диаграмме срастания частей цветка?
4. Как с помощью формулы описать симметрию — асимметрию?

Работа 28. Классификация соцветий

Цель работы: ознакомиться с разнообразием соцветий и научиться их классифицировать.

Материалы и оборудование: гербарные экземпляры растений с различными типами соцветий (кисть, щиток, зонтик, сложный зонтик, головка, корзинка, початок, сережка, простой колос, сложный колос, метелка, сложная метелка, завиток, плотный завиток, рассеянный завиток, двойной завиток, цимоид, дихазий, монохазий, плеохазий, верхоцветник, соцветие-головка, соцветие-початок, соцветие-корзинка).

Цветки, как правило, собраны в соцветия, хотя у некоторых растений цветки и одиночные (тюльпан, лилия). Количество цветков в соцветии может варьировать от одного до нескольких тысяч. Они состоят из цветоножки и цветоложа, на котором расположены все остальные части цветка. Длина цветоножки может существенно варьировать в зависимости от условий произрастания растения. Цветоножки могут отсутствовать (сидячие цветки).

Соцветие (inflorescentia) — это побег или система побегов, несущих цветки. К генеративным органам относятся все те части растения, которые участвуют в половом размножении. Цветки могут располагаться либо на вегетативной части побега (простые соцветия), либо на специализированных, утративших способность к фотосинтезу, — прицветниках (образованных листьями) или даже листьях — прицветниках.

Различают два типа соцветий: сложные, когда цветки расположены на ответвлениях главной оси, и простые, когда цветки сидят непосредственно на оси без прицветников (или с очень маленькими, слабыми прицветниками).

Сложные соцветия в зависимости от способа ветвления делят на: смешанные (цимозные, верхоцветные, определенные) — если ось заканчивается цветком, а ответвления цветков дают боковые побеги, которые также заканчиваются цветками; монохазий, дихазий, плеохазий, завиток, плотный завиток, рассеянный завиток, двойной завиток; неопределенные (открытые, симподиальные) — ось растет неопределенно долго, ответвления цветков тоже неограниченно, и на концах побегов находятся вегетативные почки; кисть, щиток, зонтик, сложный зонтик, головка, корзинка, початок, сережка, простой колос, сложный колос, метелка, сложная метелка, завиток, плотный завиток, рассеянный завиток, двойной завиток.

Наиболее часто встречаются следующие цимоидальные соцветия (рис. 75 Б).

Монохазий ([illegible]) — [illegible] ков, под ним образуется ось второго порядка, также увенчанная цветком, [illegible] в одну сторону, то образуется [illegible] [illegible] [illegible] образуется [illegible] ([illegible] бурачник), [illegible] которого боковые разветвления [illegible] называют [illegible] [illegible].

[illegible] — [illegible] [illegible] [illegible] которые также заканчиваются цветком. От этих осей также отходят по две [illegible] [illegible] и т. д. [illegible].

[illegible] — [illegible] верхушечный [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Рис. [illegible] [illegible]

[illegible]

[illegible] на главной оси располагается [illegible]

[illegible]

[illegible] соцветиям относят следующие (рис. 28.2)

[illegible]

[illegible] цветки располагаются в одной плоскости [illegible]

[illegible]

[illegible] соцветие, у которого [illegible] осей второго порядка [illegible] осей второго порядка [illegible]

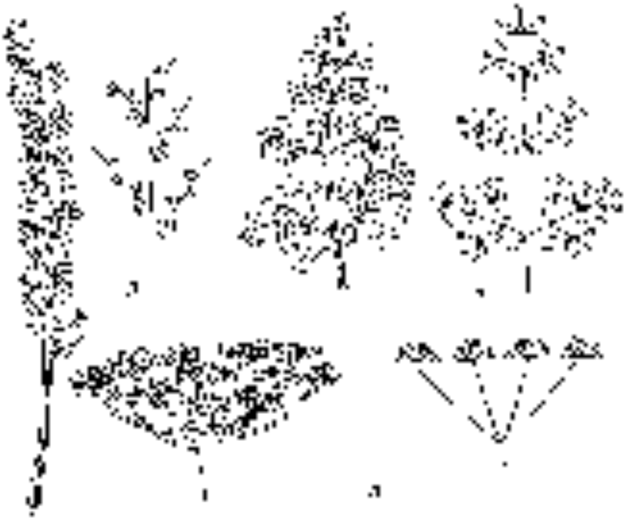


Рис. 28.2. [illegible]

[illegible]

Рис. 253. Простые соцветия с удлиненной осью и их схемы:
А – колос; Б – кисть; В – початок; Г – сережка; Д – головка; Е – простой зонтик; Ж – простой щиток; З – простая метелка

В простом соцветии с укороченной осью от оси второго порядка (рис. 78-1).

колос (spica) — удлиненная ось, к которой плотно прижаты сидячие цветки, отходящие от верхушки оси, расположенной более или менее перпендикулярно к оси соцветия;

початок (spadix) — колос, у которого цветки не без прицветников и часто окружены покрывалом (кукуруза);

корзинка (capitulum) — верхушка оси укороченной, сильно расширенной и плоской, к ней прикрепляются плотно сидячие цветки, окруженные общей обверткой (подсолнечник, василек, ромашка, одуванчик).

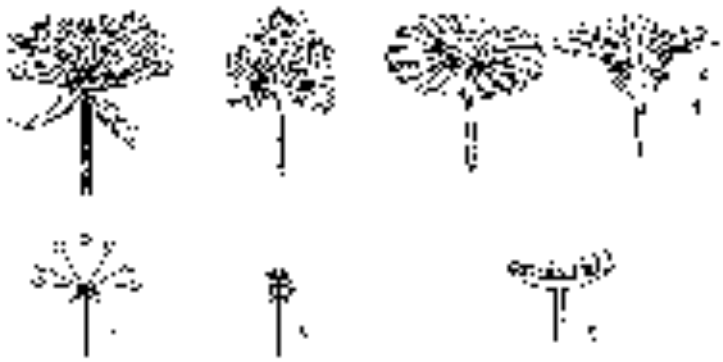


Рис. 78-1. Простые соцветия с укороченной осью и их схемы:
А — початок кукурузы; Б — початок аронника; В — корзинка (1 — подсолнечника, 2 — ромашки, 3 — одуванчика)

Задания

1. Изучить описание, данное в определителе. Зарисовать в альбом и привести пример.

2. Изучить строение и жизненную форму растения, произрастающего в школьном дворике.

3. Изучить признаки семейства, указанного в задании преподавателя. Зарисовать в альбом и привести пример.

4. Рассмотреть и определить типы соцветий следующих растений: подсолнечник, василек, ромашка, одуванчик, кукуруза, аронник, ландыш, ясменник, ясенец, ольха, ива, береза, лещина, тополь, осина, дуб, каштан, клен, липа, вяз, бук, граб, орешник, ольха, ива, береза, тополь, осина, дуб, каштан, клен, липа, вяз, бук, граб, орешник.

соцветия: початок, корзинка, колосок, сложный колос, сложный зонтик. Зарисовать схемы этих соцветий.

Порядок работы

1. В качестве образца исследуют соцветие моркови. Сначала определяют, какое это соцветие: сложное или простое.

2. Обращают внимание на то, что цветки сидят на осях второго порядка. Расстояния между осями второго порядка укорочены, поэтому они образуют как бы зонтик первого порядка. Расстояния между цветоножками также укорочены, и они отходят от верхушек осей второго порядка. Оси второго порядка, как и цветоножки, примерно равны между собой. При основании осей второго порядка есть прицветники, совокупность которых образует общую обертку, а при основании цветоножек – прицветнички, совокупность которых составляет частную обертку. Таким образом, соцветие моркови можно отнести к сложным, оно представляет собой сложный зонтик.

3. Затем определяют, как распускаются цветки, и изучают расположение цветков. Все они лежат в одной плоскости. Нетрудно обнаружить, что распускание цветков происходит в центростремительном направлении (от периферии к центру). Следовательно, соцветие является моноподиальным.

4. Итак, после морфологического анализа можно сделать вывод, что у моркови соцветие сложное, моноподиальное, представляет собой сложный зонтик с хорошо выраженными общей и частными обертками.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое соцветие?
2. Каких типов у растений бывают соцветия?
3. В чем разница между соцветиями, представленными у которых цветки на ножках?
4. Какие вы знаете простые моноподиальные соцветия?
5. Какие типы сложных моноподиальных соцветий вы знаете?
6. На примере каких растений можно рассмотреть простые соцветия?
7. Каковы характерные признаки каждого из рассмотренных простых соцветий?

Цель работы: изучить [illegible]

Материалы и оборудование: [illegible]

Семена (semen) служат для размножения и распространения растений (рис. 91). Они состоят из зародыша и запасающей ткани, окружены покровами (кожурой). Семена развиваются из семязачатка в результате процесса [illegible] оплодотворения. Зрелые семена [illegible] представляют собой [illegible] развившуюся семязачаток (ovulum).

Рис. 91. [illegible]

А – [illegible]; Б – [illegible]; В – [illegible]; Г – [illegible]; Д – [illegible]; Е – [illegible]; I – [illegible]; II – [illegible]; 1 – [illegible]; 2 – [illegible]; 3 – [illegible]; 4 – [illegible]; 5 – [illegible]; 6 – [illegible]; 7 – [illegible]; 8 – [illegible]

Эластосекция ткань эпидермиса результат делевая эластика, образовавшейся от слияния второго эпидермиса с центральной клеткой генеративной зиготы. Оперкулярная полость ткани и эпидермиса обычно расположена в эпидермальной клетке. Синтез цис и энантиомеров обычно регулируется на уровне эпидермиса. Эпидермальная клетка эпидермиса растений выполняется эпидермисом в процессе его формирования, реже эпидермис превращается в эпидермальную ткань – эпидермис.

Сосуществование клеток эпидермиса с другими, наиболее приспособленными для фотосинтеза, позволяет эпидермальной ткани оставаться в состоянии покоя. С поступлением благоприятных условий температуры и влажности семена начинают поглощать воду и прорастают, выпуская корень и проросток.

Классификация эпидермиса. Различают эпидермис с одним и несколькими слоями клеток. К первому относятся однослойный эпидермис, эпидермис, образующий в эпидермисе и прилегающие к эпидермису ткани.

Задания

1. Провести анализ структуры семян любых видов растений, имеющихся в гербарии кафедры, описать. Указать, к какому типу эпидермиса относятся.

2. Зарисовать общий вид проросших семян и их внутреннее строение, сделать обозначения.

Порядок работы

1. Строение эпидермиса. Строение семян с эпидермисом рассматривают на готовом экземпляре семян фасоли (рис. 292). Освободив кожуру от остатков мякоти, можно увидеть, что снаружи она покрыта тонким плотным слоем, который трудно отделить от внутренней части перикарпия. Этот слой представляет собой эпидермис, состоящий из эпидермальной ткани – однослойный плоский. Эпидермис хорошо заметен на продольном срезе семени, перпендикулярном к поверхности. Наружная стенка его клеток толще, чем другие части эпидермиса и покрыта кутикулой. Обращают внимание на то, что размеры зародыша не соответствуют по сравнению с размерами эпидермиса. Это объясняется тем, что в семени растущие ткани не испытывают давления.

Рис. 292. Зародышевый (эмбриональный)
мешок (продольный разрез):
1 — яйцеклетка; 2 — синергиды; 3 — центральная клетка; 4 — зародышевый мешок; 5 — халаза; 6 — халазальный конец; 7 — пыльцевход; 8 — микропиле; 9 — оболочка семязачатка; 10 — интегумент; 11 — нуцеллус; 12 — оболочка зародышевого мешка

Затем рассматривают зрелый зародышевый мешок. При описании его рисунка отмечают, что он состоит из первичной зрелой клетки — будущего зародышевого мешка, с ядром, окруженным слизистой оболочкой, и двух синергид, расположенных у микропилярного конца. В центре клетки хорошо заметен крупный полостной сок, разделенный тонкими тяжами цитоплазмы. Ядро клетки — шаровидное, с ядрышком. Синергиды — клетки грушевидной формы, с ядрышком, расположенным в верхней части. Их цитоплазма — густая, с ядрышком. Яйцеклетка — крупная, грушевидная, с ядрышком. У некоторых растений зародышевый мешок имеет более сложное строение.

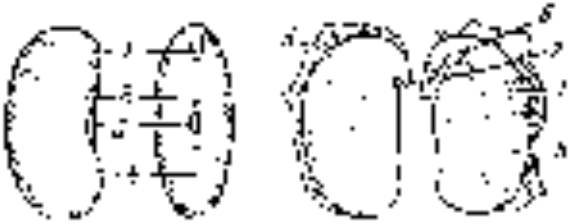
Затем переходят к изучению семязачатка. Прежде всего отмечают его форму, размеры, характер поверхности, цвет. Это очень важный этап. Кратко его суть: берут зрелую клетку под электронным микроскопом, определяют ее размеры, строение и химический состав.

ложки. Семя имеет три сложные части: спермодерм, спинной и спинно-брюшной зародышевые валики.

У бобов зародышевые органы развиваются из двух клеток, расположенных в зародышевом мешке. Первая из этих клеток, называемая яйцевой, делится поперек на две. Нижняя из них, ближайшая к халазе, называется основной, или базальной (рис. 29.3). Она не принимает участия в образовании зародыша. Верхняя клетка, называемая апикальной, делится сначала продольно, а затем поперечно. Образуется четырехклеточный зародыш. Две клетки, расположенные ближе к халазе, называются суспензорными. Они служат для питания зародыша. Две клетки, расположенные ближе к микропиле, называются эмбриональными. Из них развивается зародыш.

Зародышевый мешок, кроме яйцевого аппарата, содержит еще две центральные клетки, которые сливаются с образованием диплоидного ядра. Одна из спермиев сливается с ядром яйцеклетки, а другая — с диплоидным ядром центральных клеток. Такое оплодотворение называется двойным.

Зародышевый мешок растет быстрее, чем нуцеллус. Поэтому он вскоре оказывается окруженным только внутренним интегументом. Наружный интегумент образует семенную кожуру. Внутренний интегумент разрушается, и его клетки используются зародышевым мешком для питания.



А Б

Рис. 29.3. Семя фасоли: А — продольный разрез; Б — внешний вид; 1 — семенная кожура; 2 — зародышевый корешок; 3 — семядоли; 4 — зародышевая почечка; 5 — рубчик; 6 — семенной шов; 7 — халаза; 8 — микропиле

Таким образом, семя фасоли можно отнести к семенам без эндосперма, у которых запасные вещества откладываются в семядолях. Оно состоит из двух частей: зародыша и зародышевого

В более упрощенном виде строение семени рассмотрим на примере зерновки пшеницы. Это

Вопросы для самоконтроля

1. Как называется семя, в какой процесс превращается его формирование?
2. Из каких частей семени состоит зародыш семян. Функции зародышевого?
3. По какому признаку классифицируют семена?
4. Из чего состоит зародыш, чем он отличается от эндосперма?
5. Что представляют собой однодольные, семенной кожурой?
6. Как устроено строение фасоли и овса?
7. Когда функцию запасающей ткани семени фасоли и злаков — овса?
8. Что такое семенная кожура, эндосперм?

Работа 30. Строение и классификация плодов

Цель работы: ознакомиться с особенностями строения плодов и изучить их классификацию.

Материалы и оборудование: микроскопы, лупы, препаровальные иглы, пинцеты, лезвия, сухие или консервированные (заспиртованные, фиксированные) плоды [illegible].

Плод (fructus) предназначен для защиты семян, а нередко и для их распространения и свойствен только покрытосеменным. Плод формируется из цветка в результате оплодотворения, происходящего после двойного оплодотворения [illegible]. В образовании плода главную роль играет гинецей. Однако в этом процессе часто принимают участие и другие части цветка – цветоложе, основания [illegible]. У некоторых растений [illegible] плоды образуются без оплодотворения и не содержат семян. Такие плоды называются партенокарпическими.

Плод состоит из околоплодника (перикарпия) и семян. Околоплодник формируется из стенки завязи, а нередко и других частей цветка и состоит из трех слоев: экзокарпия (наружный слой), мезокарпия (средний слой) и эндокарпия (внутренний слой).

Разнообразие плодов очень велико, что создает сложность [illegible]. Это разнообразие очень усложняет создание [illegible] классификации, связанной с общей [illegible]. В настоящее время филогенетическая классификация плодов основана на типе гинецея. Плоды, образованные из примитивного апокарпного гинецея, называют апокарпиями, а из усовершенствованных более прогрессивных – ценокарпиями [illegible].

Дальнейшая классификация [illegible] не [illegible] определ[illegible] [illegible]. Поэтому [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Плод называют простым, если в его образовании принимает участие только один пестик (гинецей). Иногда простые плоды могут [illegible] [illegible] [illegible] — мерикарпии [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. Если простые плоды [illegible]ются по поперечным перегородкам на односемянные частицы, их называют членистыми [illegible] [illegible]. Плод, образованный [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] (малина, [illegible]), называют сборным (рис. 40.1).

Рис. 40.1. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
А — [illegible] [illegible]; Б — [illegible]; В — [illegible]
Г — [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. В образовании соплодий, кроме цветков, могут принимать участие и оси соцветий.

В [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], покрывание [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Отдел покрытосеменные растения

Класс двудольные растения

Характеристика класса — травянистые растения, кустарники, деревья, реже лианы (рис. 30.1)

Листья простые или сложные, черешковые, сидячие или влагалищные, покрывающие стебель полностью или частично, с цельной или рассеченной пластинкой, с сетчатым или дуговым жилкованием

Рис. 30.1. Разнообразие листьев
А — простые; Б — сложные; 1 — черешок; 2 — прилистники; 3 — влагалище; 4 — пластинка; 5 — жилки; 6 — основание; 7 — верхушка; 8 — край; 9 — перистосетчатое жилкование; 10 — пальчатосетчатое жилкование; 11 — дуговое жилкование; 12 — параллельное жилкование

Лист (*folium*) — это вегетативный орган, образующийся сбоку от верхушки стебля, имеющий ограниченный рост и выполняющий функцию фотосинтеза. Лист состоит из пластинки, черешка и влагалища. Листья, имеющие все эти части, называются полными (рис. 30.1).

Сидячие листья имеют пластинку, но не имеют черешка, поэтому пластинка прикрепляется к

Рис. 90. Основные типы

Ложка рабочая – окольцовывающее устройство в виде ложки с длинной ручкой, служащее для подачи в кольцевой желобок кольца с крючком и ворсом на конце (рис. 6)

Ложка разжимная – двухлопастное плоскостное приспособление

Ложка-щипцы хирургические – инструмент, предназначенный для захватывания и удерживания, а иногда и рассечения, сжатия или раздавливания тканей

Ложка-щипцы акушерские – инструмент для извлечения плода из матки при тазовом предлежании (рис. 7)

Ложка-щипцы Фоменко – инструмент для извлечения плода из матки при тазовом предлежании (рис. 8)

Рис. 6. Ложка рабочая.
а – общий вид; б – ложка в разрезе; в – ложка с кольцом и крючком в разрезе; г – ложка с кольцом и крючком.

Ложка-ширма – инструмент, предназначенный для защиты органов брюшной полости от повреждения при операции

Ложка-щипцы Фоменко – инструмент для извлечения плода из матки при тазовом предлежании, применяется при ручном пособии (рис. 9)

Ложка-щипцы Фоменко – инструмент для извлечения плода из матки, состоящий

Рис. [illegible]. Кистеперая рыба
[illegible]

Материал работы — [illegible]

Задание

1. Просмотреть [illegible]

2. Зарисовать [illegible]

Порядок работы

1. Для [illegible]

Рассматривая плод сапиро, нетрудно заметить, что он простой, так как образован из одного пестика с верхней околоплодником. По форме плод напоминает шар, кроющийся семени кругом. Кожица плодовой стенки имеет небольшие выпуклости от семян. Плод раскрывается полностью при помощи створок. При этом обнаруживают, что перегородок внутри нет. Следовательно, плод однокамерный. Исходя из этого, по цветковой характеристике плодов сапиро относят к группе тыквенных и определяют, что это шиповка.

2. При изображении плода картофеля вначале нужно обнаружить на нем плодоножку и чашечку, а затем приступить к изучению внутреннего строения. Сначала делают поперечный разрез плода и рассматривают его строение. Анализ плода довольно тонкий. В центре всего почти плода видно семяносец и семяпочки. В нижней части плода видны семена. Плод ягода, как и у помидора. Наличие двух плодолистиков и однокамерного строения плодовой стенки. Отмечают его части, описывают форму плода, семян. Плод всех этих характеристик: простой, многосемянный, с сочным околоплодником, неразрывающийся, двухстворчатый, образован двумя плодолистиками. Исходя из этих характеристик плода картофеля определяют, что это ягода.

3. Плод тыквы отличается от тех рассмотренных тем, что ягодами из многочисленных сочных плодов, каждый из которых имеет плодолистиков. Поперечный разрез показывает, что плод многокамерный, образован от семян, формируется из многочленного апокарпного гинецея. Рассмотрев плод, определяют, что он плод сочный.

околоплодник с перепончатым эндокарпом. Разбивают плодокарп и вынутые плоды ссыпают в сито. Итак, каждый плодик представляет собой костянку. На поперечном продольном срезе можно различить кожицу, мякоть, косточку и ядро — собственно плод.

Вопросы для самоконтроля

1. Почему абрикосовое плодо? Какой это орган?
2. Почему плодо абрикосовое называют?
3. В чем разница между сухими плодами и сборными плодами?
4. Что такое соплодие?
5. По каким признакам классифицируют простые плоды?
6. В чем сходство и в чем различие между листовкой бобом, стручком, коробочкой?
7. В чем сходство и в чем различие между орехом, желудем, семянкой, крылаткой, зерновкой?
8. В чем сходство и в чем различие между ягодой, яблоком, тыквиной, гесперидием?
9. Каковы характерные признаки костянки?
10. Какие плоды называются дробными, а какие — членистыми?
11. Как классифицируют сборные плоды?

Работа 31. Отдел Мохообразные (Bryophyta)

Цель работы: научиться определять и описывать разных представителей высших споровых растений; изучить особенности строения гаметофита и спорофита.

Материалы и оборудование: гербарии, фиксаторы, препараты, таблицы, отдельные части, зеленые и бурые водоросли, отдельные таксоны, отдельные части спорофитов, отдельные

В жизненном цикле мохообразных, как и у других высших растений, чередуются две фазы: гаметофитная и спорофитная. Они образуются поочередно друг из другового поколения и чередуются. Гаметофит — это половое поколение, которое образует гаметы. Гаметофит представляет собой растение, имеющее листостебельную или листостебельную форму. Спорофит — это бесполое поколение, которое образует споры. Спорофит состоит из ножки и коробочки. Ножка — это часть спорофита, которая соединяет коробочку с гаметофитом. Коробочка — это часть спорофита, которая образует споры. Спорофит состоит из ножки и коробочки. Ножка — это часть спорофита, которая соединяет коробочку с гаметофитом. Коробочка — это часть спорофита, которая образует споры.

Отдел Мохообразные (Bryophyta) включает около 10 000 видов. Они подразделяются на три класса: Антоцеротовые (Anthocerotopsida), Печеночники (Hepaticopsida) и Листостебельные мхи (Bryopsida).

Класс Листостебельные мхи включает два подкласса: Андреевые мхи (Andreaeidae), Сфагновые мхи (Sphagnidae), Бриевые мхи (Bryidae).

Класс Печеночники (Hepaticopsida) представлен маршанциевыми (Marchantiidae) и печеночными (Jungermanniidae). Слоевище простое, плоское, состоит из паренхимных клеток. Тонкие ризоиды находятся на брюшной стороне. Нижняя поверхность с порами, ведущими в воздушные камеры. Коробочка открывается четырьмя створками. Спорогон прикрепляется к субстрату с помощью многоклеточных ризоидов.

С верхней части слоевище покрыто своеобразными покровными клетками. Под ними располагается невысокая воздушная камера, в которой с её дна к покровному слою клеток поднимаются ряды зеленых клеток. Это клетки – ассимиляторы. Нижняя часть таллома содержит слои бесцветных клеток. Они выполняют транспортную функцию и обеспечивают связь между ризоидами и ассимилирующими клетками, также выполняют запасающую функцию.

На верхней стороне слоевища образуются особые выводковые корзиночки, где формируются выводковые почки. Почки отрываются каплями дождевой воды и ею распространяются.

Маршанция – растение двудомное (рис. 31.1). На слоевищах появляются особые выросты – подставки, где и формируются антеридии и архегоний (рис. 31.2).

Архегоний имеет колбообразную форму (рис. 31.3). Широкой частью, брюшком, он прикрепляется к подставке, удлиненная часть – шейка свешивается вниз. Стенка брюшка и шейки состоит из одного слоя одинаковых клеток. Яйцеклетка занимает почти всю полость брюшка. Канал шейки занят канальцевыми клетками. При созревании архегония канальцевые клетки превращаются в слизь. Оплодотворенная яйцеклетка превращается в зиготу, которая дает начало спорофиту. Сначала формируется многоклеточное образование, расчлененное на широкую шарообразную часть и короткую ножку. Таким образом, зрелый спорогон состоит из шарообразной коробочки со спорами и ножки. Споры одноклеточные, гаплоидные.

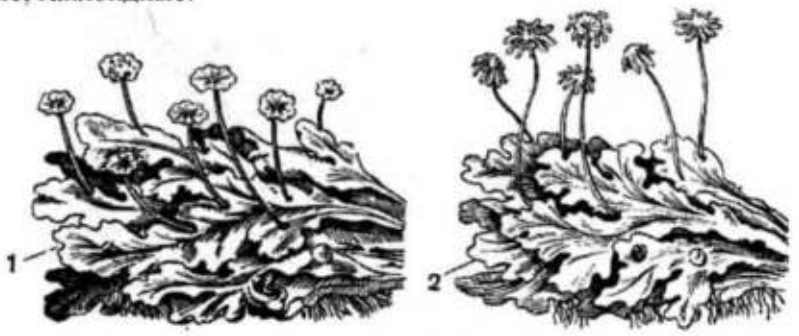


Рис. 31.1. Маршанция (Marchantia polimorha) внешний вид:
1 – таллом с мужскими подставками; 2 – таллом с женскими подставками

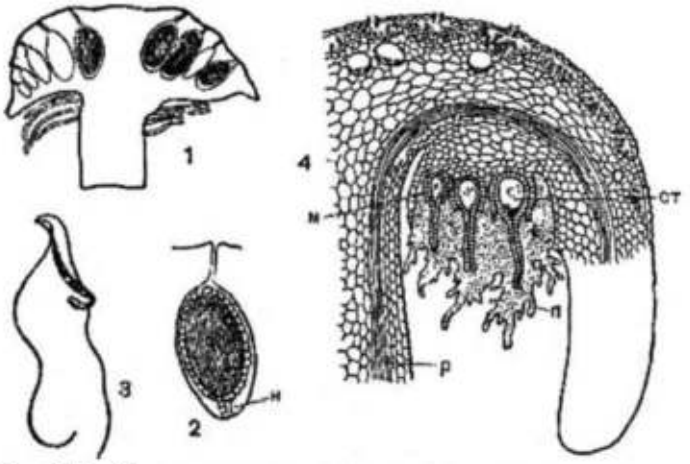


Рис. 31.2. Строение органов спороношения маршанции:
1 – вертикальный разрез через мужскую подставку (в некоторых антеридиальных полостях находятся антеридии); 2 – антеридий в антеридиальной полости (н – ножка антеридия); 3 – двужгутиковый сперматозоид; 4 – вертикальный разрез через женскую подставку (п – перихеций, р – пучок ризоидов, м – молодой архегоний, ст – старый, оплодотворенный, с увядающей шейкой. Вокруг каждого архегония возвышается перианций)

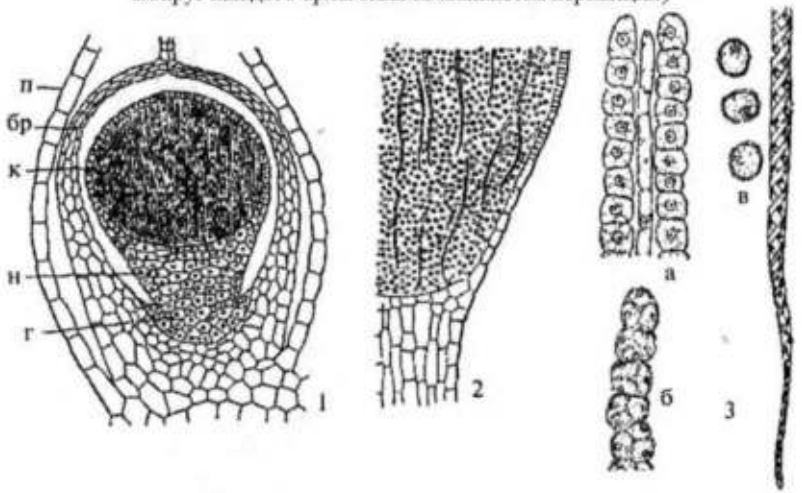


Рис. 31.3. Строение архегония маршанции:
1 – молодой спорогон (к – коробочка, н – короткая ножка, г – гаустория, бр – брюшко архегония, п – разросшийся перианций); 2 – часть более старого спорогона (видны споры и пружинки); 3 – материнские клетки спор: а – два ряда материнских клеток спор и часть пружинки (удлиненная клетка); б – материнские клетки спор делятся с образованием тетрад; в – споры и пружинка

Класс Листостебельные мхи (Briopsida или Musci). Подкласс Бриевые – Зеленые или Настоящие мхи (Bryidae)

Зеленые мхи широко распространены. Одним из самых обычных видов нашей флоры является мох – кукушкин лен (Polytrichum commune) (рис. 31.4).

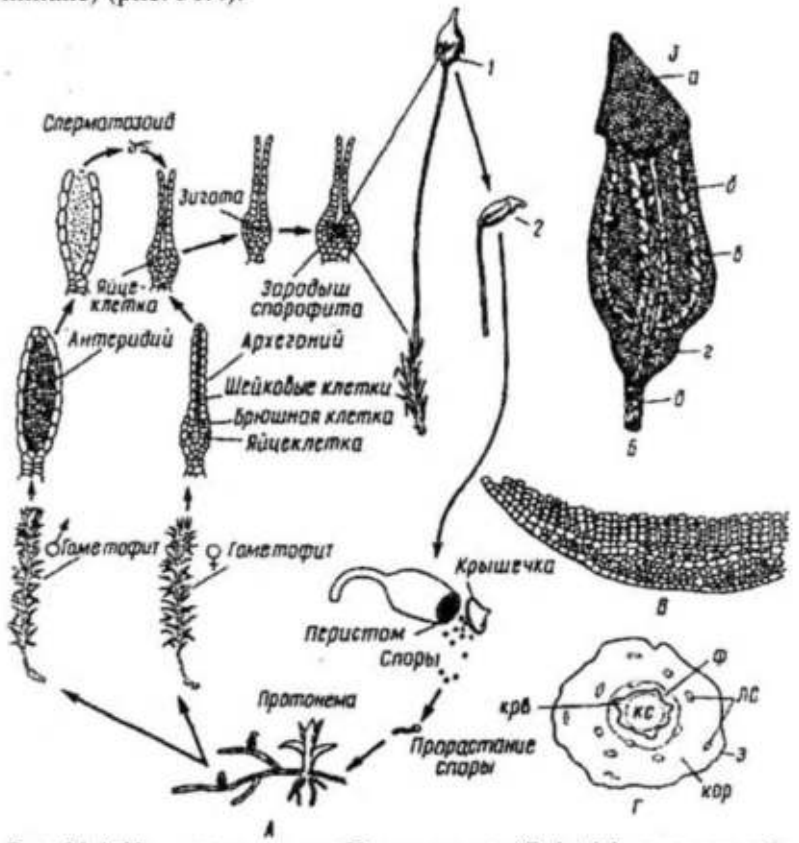


Рис. 31.4. Цикл развития мха Кукушкин лен (Polytrichum commune):
А – цикл развития мха; Б – коробочка; 1 – с колпачком; 2 – без колпачка; 3 – в разрезе (а – крышечка, б – урночка, в – спорангий, г – апофиза, д – ножка); В – поперечный разрез листа с ассимиляторами; Г – поперечный разрез стебля (ф – флоэма, крв – крахмалоносное влагалище, кор – кора, э – эпидерма, лс – листовые следы)

Он представляет собой стебель с отходящими от него выростами – филлоидами, в некоторых пособиях их обозначают понятием «листья», но это не совсем точно. Прикрепляется организм

к субстрату ризоидами. Листовидные выросты имеют по краям небольшие острые шипики. Снизу они покрыты тонкими покровными клетками. В середине стебля и филлоидов имеется проводящий пучок. Ассимиляционные клетки лежат открыто. Зрелый спорогон состоит из коробочки и длинной ножки. Коробочка сверху прикрыта колпачком, являющимся остатком архегония, т.е. гаметофита.

Подкласс Сфагновые мхи (Sphagnidae). Сфагнум широко распространен. Он образует огромные массивы в тундре, на верховых болотах, в таежных лесах и т. д. Мох дифференцирован на основной стебель и боковые ветви, которые покрыты очень мелкими выростами – своеобразными листочками (выше мы указывали, что обозначать филлоиды мхов термином листья не совсем правильно). Филлоиды однослойные, без жилок, имеют равномерное строение. Они состоят из длинных узких хлорофиллоносных клеток, между которыми помещаются мертвые бесцветные водоносные клетки. Такие клетки имеют кольчатое утолщение и поры на поверхности (рис. 31.5). У сфагнума доминирует гаметофит. Антеридии и архегонии образуются на вершине растения. Спорогон шарообразный, темно-коричневого цвета.

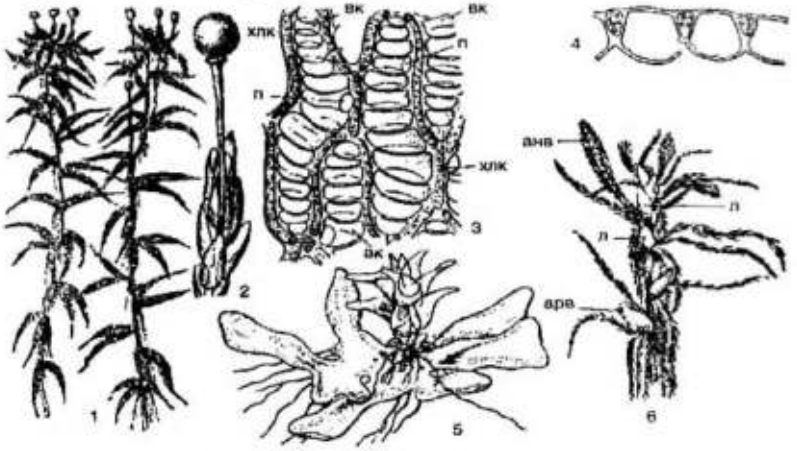


Рис. 31.5. Сфагнум (Sphagnum):
1 – внешний вид; 2 – верхушка ветви со спорогоном; 3 – часть (увеличено) веточного листа (хлк – хлорофиллоносные клетки, вк – водоносные клетки, п – поры); 4 – поперечный разрез листа; 5 – протонема; 6 – часть стебля (анв – антеридиальные веточки, арв – архегониальные веточки, л – стеблевые листья)

Задания

1. Определите, представителем какого класса вы были. Изучите описание наблюдаемого, отметьте признаки, дающие возможность отнести его к данному виду и к тем, которые вы не наблюдали.

2. Сделайте временный препарат из кусочка талома или рассмотрите его строение. Найдите хлорофилловые клетки, бесцветные клетки зоры, определите, какие клетки имеются в данном растении.

3. Изучите особенности строения и размножения (половое). Сделайте его рисунок.

4. Определите строение спороносных коробочек. Как они образуются — из спорофита или гаметофита? Изучите особенности образования спор у этих растений. Зарисуйте в виде схем.

5. Изучите, как устроены ризоиды.

6. Изучите и зарисуйте особенности строения сегмента.

7. Изучите и зарисуйте полный цикл развития исследованных растений.

Порядок работы

1. Познакомьтесь с приготовленными препаратами. Коробочку различных и скальпелем разрезают вдоль, кладут при этом отпавшую ножку. Изучение коробочек начинают на предварительно готовых, чтобы на готовых было удобнее работать с двумя стеклами, и покрывают покровным стеклом. На таком препарате будет видно строение как внешнего, так и внутреннего слоя ее стенки. Чтобы спора не чесалась, ее нужно вынуть.

2. Чтобы приготовить временный препарат, на предметное стекло и покрывают покровным. При небольшом увеличении микроскопа видны спороносные ветви с листьями, похожими на булавки с узкой бумагой. В случае, если ветви сгруппированы, их предварительно разделяют.

3. Имея перед собой растение и препараты, можно приступить к описанию, а затем и определению. Отмечают, что не все побеги имеют одинаковую конфигурацию. Следует помнить, что двудомное растение. Подземная часть слабо дифференцирована и имеет ограниченный, нуждающийся прикрепления, и высоту 30 см. Листья расположены по спирали. Они состоят из влагалища и влагалища, почковидного стебля

В) Хорда состоит из двух слоев: 1) наружного — плотного соединительнотканного, 2) внутреннего — рыхлого, состоящего из крупных клеток, напоминающих клетки хрящевой ткани. Между этими слоями проходит тонкая эластическая мембрана.

Г) Спинной мозг состоит из серого вещества, расположенного в центре, и белого вещества, расположенного по периферии. Серое вещество имеет форму бабочки. Оно состоит из нервных клеток и нервных волокон. Белое вещество состоит только из нервных волокон.

Д) Кишечник состоит из трех слоев: 1) наружного — соединительнотканного, 2) среднего — мышечного, 3) внутреннего — эпителиального. Эпителий однослойный, цилиндрический. Между железистыми клетками встречаются бокаловидные клетки, вырабатывающие слизь.

Е) Кровеносная система замкнутая. Кровь движется по артериям, капиллярам и венам. Артерии имеют толстые стенки, состоящие из трех слоев: 1) наружного — соединительнотканного, 2) среднего — мышечного, 3) внутреннего — эпителиального. Вены имеют тонкие стенки, состоящие из трех слоев: 1) наружного — соединительнотканного, 2) среднего — мышечного, 3) внутреннего — эпителиального. Капилляры имеют очень тонкие стенки, состоящие из одного слоя эпителиальных клеток.

Ж) Выделительная система состоит из двух выделительных канальцев, открывающихся наружными отверстиями. Выделительные канальцы имеют извитой ход. Они состоят из одного слоя эпителиальных клеток.

З) Половая система состоит из семенников, семяпроводов и полового отверстия. Семенники имеют дольчатое строение. Они состоят из соединительнотканных перегородок и сперматогенной ткани. Сперматогенная ткань состоит из сперматогоний, сперматоцитов, сперматид и сперматозоидов.

3. В заключение составляют схему дифференциального диагноза полученного вида и определяют его

Вопросы для самоконтроля

1. Какие черты, признаки и свойства личности выявляются при помощи данной методики?
2. Можно ли использовать результаты данной методики для оценки уровня интеллектуального развития?
3. На какие признаки личности влияет акцентуация характера?
4. Какие акцентуации характера вы знаете?
5. Как отразится на акцентуации характера психическое заболевание?
6. Какие особенности характера проявляются при неправильном воспитании?
7. Какие психические процессы определяются при данной методике?

Работа 32. Отдел Плауновидные (Lycopodiophyta)

Цель работы: изучить вегетативные и репродуктивные органы плауновидных, их анатомическое строение, отличительные особенности отдела, систематику и филогению.

Материалы и оборудование: гербарные образцы и влажные препараты плаунов и спорофитов.

Характерной чертой строения плауновидных — наличие, кроме обычных листьев (микрофиллов), больших листьев (мегафиллов). Листья расположены друг к другу. Проводящий пучок листа сливается со стелой стебля. Почвенные листья хорошо выраженные слабо тканевые, или редуцированные, с одним нервом. Ветвление, слабое, с ложной вершиной.

Особенности строения плауновидных рассмотрим на примере строения Плауна булавовидного (рис. 32.1) и Селагинеллы селагинелловой (рис. 32.2).

Плауны (*Lycopodium*) — многолетники, споры, куст обоих, которые густо сидят на листьях. Листья расположены по спирали. Листья спорофиллы, узкие, мелкозубчатые. В центре есть древняя щель. Имеются тесные придаточные корни. Споры образуются в спорангиях. Это спороносные видоизмененные укороченные побеги. Спорофиллы в пазухах чешуевидных и ланцетных листьев. Они отличаются от обычных листьев более широкой и плоской верхушкой и шиловидно вытянутой вершиной. Спорангий сидит на короткой ножке в пазухе спорофилла. Зрелые споры все одинаковые. Мужские гаметофиты (заростки) развиваются из спор спорофита, имеют яйцеклетки и антеридии с многочисленными сперматозоидами. Оплодотворение происходит в воде. Развивается зигота. Молодое растение живет 12–15 лет.

Селагинелла селагинелловая — это разноспоровое растение. В мегаспорангиях 1 мегаспора, а в микроспорангиях множество микроспор. Мегаспорангии и микроспорангии развиваются в пазухах спорофиллов, имеющих прозрачный край.

Спорофиллы несут язычки, которые никогда не отпадают. Освобождаясь от спорангиев, макро- и микроспоры в благоприятных условиях прорастают. Мужской и женский гаметофиты развиваются внутри спор и остаются в них.

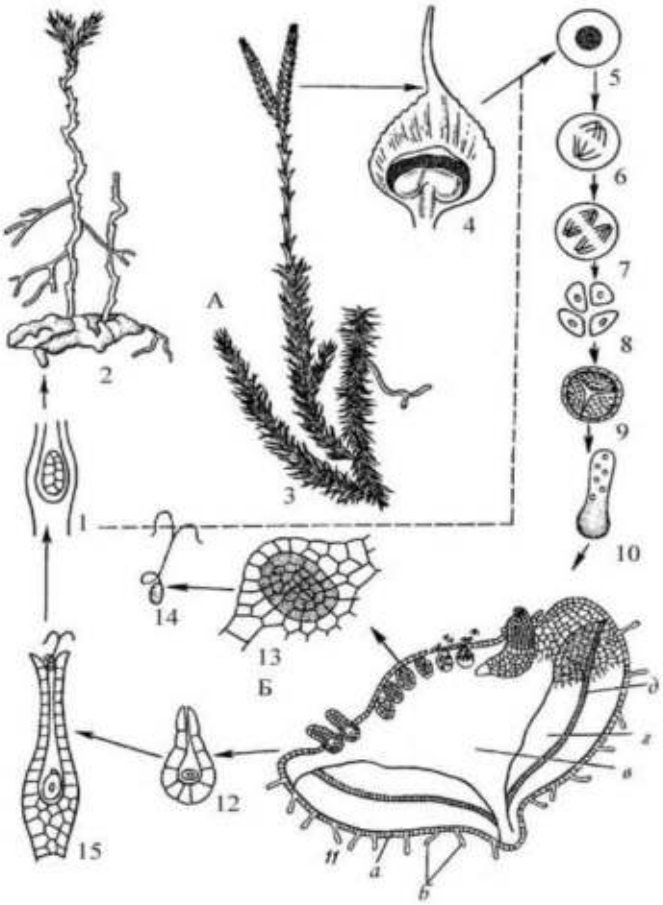


Рис. 32.1. Цикл развития Плауна булавовидного (Lycopodium clavatum):
А – диплоидная фаза; Б – гаплоидная фаза; 1 – развитие зиготы; 2 – новый спорофит; 3 – спорофит; 4 – спорофилл со спорангием; 5-8 развитие четырех спор путем мейоза из спорогенной клетки; 9 – спора; 10 – прорастание споры; 11 – гаметофит с архегониями и антеридиями; 12 – архегоний с яйцеклеткой; 13 – антеридий; 14 – сперматозоид; 15 – половой процесс (слияние яйцеклетки и сперматозоида)

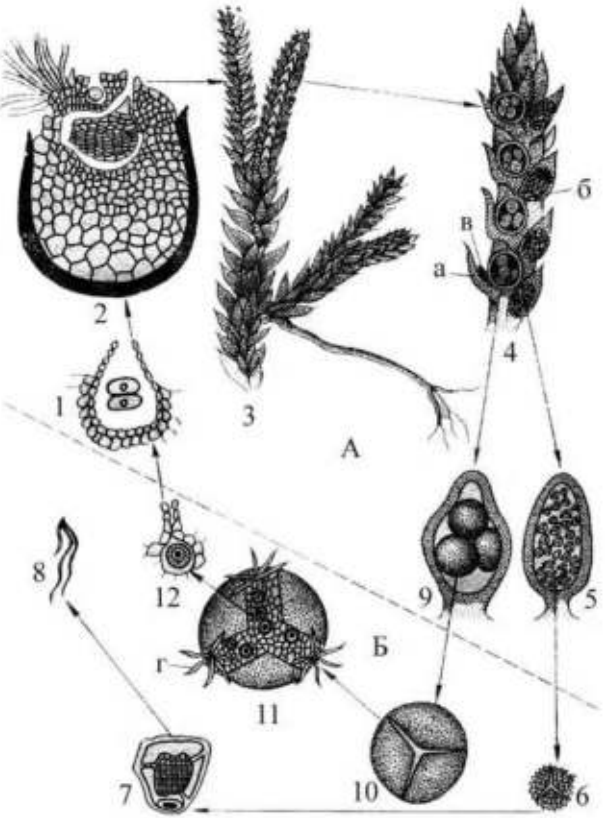


Рис. 32.2. Цикл развития Селягинеллы селягинелловидной (Selaginella selaginelloides):
А – спорофаза; Б – гаметофаза; 1 – деление зиготы; 2 – зародыш спорофита; 3 – общий вид; 4 – спороносный колосок в продольном разрезе (а – мегаспорофилл; б – микроспорофилл; в – язычок); 5 – микроспорангий; 6 – микроспора; 7 – мужской гаметофит; 8 – сперматозоид; 9 – мегаспорангий; 10 – мегаспора; 11 – женский гаметофит (г – ризоиды); 12 – архегоний с яйцеклеткой

Лишь небольшие лопасти заростка выдвинуты наружу. На этой лопасти женского заростка можно обнаружить архегонии. Из оплодотворенной яйцеклетки развивается зародыш.

Задание

1. Изучить отдел Плауновидные (Lycopodiophita).

2. Определить, к какому классу Плауновидные – полушниковидный.

3. Зарисовать спорофилл, указать его основные части, спорангий со спорангием, дать характеристику спорам.

4. Описать один из видов р. Селягинелла – сравнительную характеристику.

5. Составить схему чередования поколений в жизненном цикле папоротниковидных.

Порядок работы

1. С помощью учителя и групповых консультантов на примере одного растения изучить внешнее строение. Рассмотреть стебель, корневище, придаточные корни, листья, их расположение на стебле, а также почки, а также корни, отходящие от горизонтального стебля. Как стебель, так и корни имеют верхушечное нарастание. Стебель спиральный. Листья крупные, с черешками.

2. Определить тип и разновидность листа, изучить строение спорофилла с помощью учителя. Листовая пластинка цельная, закончилась дихотомическим делением, жилка неветвящаяся. Зарисовать один лист.

3. Изучить строение спорангия колоска, включающего несколько спорангиев. Они расположены на нижней стороне спорофилла по два ряда по три пять. Колосок шиповидной формы, состоит из оси, на которой плотно расположены спорофиллы. Определить по форме и структуре покровной ткани спорангия, что он многоклеточный, с многочисленными спорами внутри коробочки. Вскрывают один спорофилл и рассматривают на верхней стороне все сопровождающие спорангий, сидящий на короткой ножке. Спорангий колоска можно также изучить, используя постоянный препарат или предложенную схему.

4. Зарисовать спорангий с группой спор. Рассматривая скопление спор на предметном стекле, рассматривают споры под микроскопом. Обращают внимание на то, что все споры одинаковые, желтого цвета, трехгранной формы. Определяют размер спор.

5. Вывод: из всего изученного материала по данной группе растений выделить основные признаки, характеризующие данный класс.

6. В заключение характеризуют и сопоставляют изученные виды хвощевидных и плауновидных растений.

Вопросы для самоконтроля

1. Какой элемент в семье у хищных млекопитающих? Какой отдел головного мозга у них развит сильнее?
2. Какой отдел головного мозга у хищных развит сильнее, чем у других млекопитающих?
3. Какие органы чувств развиты у хищных?
4. Какие у хищных зубы? Как они приспособлены к добыванию и разрыванию пищи?
5. По какому признаку можно отличить самку от самца? Назовите их.
6. В чем заключается значение хищных в природе и жизни человека?

Работа 33. Отдел Хвощевидные (Equisetophyta)

Цель работы: научиться определять и описывать разных представителей класса спороносных растений; изучить особенности строения спорангиев и спор.

Материалы и оборудование: гербарии, влажные препараты, отпечатки, коллекции спорангиев хвощей, постоянные препараты поперечного среза стебля и листа, спорангиеносного колоска.

Хвощи – многолетние корневищные травы (рис. 33.1). Побег у хвощей имеет членистое строение. Листья мелкие, чешуевидные, собраны в мутовки. Боковые побеги отходят от узлов. Междоузлия ребристые, стебли из спорангиеносных побегов отмирают в конце весны и вегетируют летом. На корневищах под эпидермой имеется слой клеток механической ткани, особенно сильно развитый в ребрах. Проводящие пучки коллатеральные типа. Они образуют кольцо. Такой тип расположения пучков характерен для голосеменных. Флоэма снаружи и ксилема изнутри, между ними камбий, в результате деятельности которого пучки утолщаются. Стебель хвощей в междоузлиях имеет крупную центральную полость, окруженную кольцом более тонких карпидальных полостей, разделенных между собой пластинками первичной древесины. По наружному периметру их окружают 5–10 крупных воздухоносных полостей. Между ними – узкие пластинки ассимиляционной паренхимы. Ближе к центру стебля их окружает плотное серое кольцо склеренхимы.

Хвощи – раздельнополые растения. Споры образуются в спорангиях, которые собраны в спорангиеносные колоски. У других видов хвощей они образуются на ассимилирующих побегах. В этих колосках находятся спорангиофоры, в виде щитиков, 5–10 спорангиев, в которых образуются споры. Споры с одной стороны покрыты тонкой пленкой – эластерами. При прорастании спор образуются мужские и женские заростки. На теневой поверхности женских заростков закладываются антеридии. На обоеполых заростках архегонии растут раньше антеридиев, что предотвращает самоопыление. Оплодотворение, без смены поколений, развивается

зародыш, а затем спорофит.

Рис. 33.1. Цикл развития хвоща полевого (Equisetum arvense):
А – общий вид растения; Б – спорангиеносец со спорангиями; В – споры с элатерами; Г – заростки; 1 – спороносный побег; 2 – вегетирующий побег; 3 – корневище; 4-5 – общий вид и поперечный разрез спорангиеносца; 6 – женский заросток; 7 – мужской заросток

Хвощ полевой – злостное сорное растение, индикатор кислых почв. Отличительная особенность вида – имеются весенние бесхлорофилльные неветвящиеся спороносные побеги, на верхушках которых расположены спороносные колоски. Эти побеги после созревания спор отмирают, и на смену им от тех же корневищ образуются летние ассимилирующие побеги.

Задание

1. Определить, представители какой группы растений вам предложены. Изучите основные признаки строения данной группы растений и приступайте к изучению предложенного вам материала препарата.

2. Изучите особенности строения стебля. Способ его ветвления, строение листьев и корней.

3. Изучите анатомическое строение листа.

4. Изучите строение спорангия.

5. При микроскопии рассмотрите строение спорангиофора, спорангиев и спор. Сделайте рисунки.

6. Изучите строение и развитие различных органов спорангия.

7. Постройте жизненный цикл папоротникообразного.

8. Изучите и зарисуйте основные этапы развития заростка.

Порядок работы

В качестве объекта рассмотрим один из самых широко распространенных и легко определяемых видов плаунов.

При помощи стереоскопического микроскопа рассматривают зрелые или фиксированные в спирте спорангиевые колоски. На верхушке стебля различают спорангии обоих видов — крупные и мелкие. Найдите, зарисуйте спорангий и спору. Изучите строение колоска. Несколько спорангиев, расположенных по нижней стороне шишки. Строение колоска можно изучить и на постоянном препарате.

Чтобы получить отпечаток спор, необходимо колосок плаунов поставить на предметное стекло так, чтобы высыпалось немного спор. Не вынимая колоска, стекло с ним добавляют воды, рассматривают на малом увеличении. Хорошо развивающиеся растения. Отпрепарируйте несколько спорангиев, отделите от стебля и поместите на предметное стекло в каплю воды. Под микроскопом при созревании спор образуются две спиральные ленты, которые с помощью спирали расправляются на концах. Если наблюдать споры через несколько часов, то можно увидеть, как из споры появляется, жизнь небольшого заростка, который развивается.

В гаметангии определяют половое растение и составляют схему его жизненного цикла.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие физиологические процессы могут предшествовать [illegible]?
2. Какой механизм [illegible]?
3. Какие [illegible]?
4. Какие [illegible]?

Работа 34. Отдел Шляпочные грибы (Polyporiophita)

Цель работы: научиться определять и описывать разных представителей высших сумчатых растений; изучить особенности строения плодового тела.

Материалы и оборудование: гербарии, влажные препараты, атласы-определители, таблицы, постоянные препараты плодовых тел трутовых грибов, препараты спор, шкалу, таблицы, презентации.

Современные плодосумчатые относятся к трем из семи классов: Ушковидные (Auriculariales), Мерулиусовые (Merulius), Шляпочные (Polyporiophita). Класс Шляпочные включает в основном сапротрофов, но есть и паразиты. К числу последних относятся различные плодосумчатые. Большинство видов, которые встречаются в средней полосе России, относятся к ранневесенним (Hypogeis), осенним (Autumn) и зимним (Winter). Всего на территории России обитает около 200 видов трутовых грибов. Папоротники средней полосы России не имеют развитого плодового слоя. Например, у плодового папоротника (Dryopteris filix-mas) [4] на срезах (Pteridium aquilinum) спорофит представлен тремя основными частями: плодовой и корневищем. Плодовое тело имеет черешок. Размеры плодового тела: от 10 до 100 см. У остролиста всего достигают 1–2 мм, у дрожалистых практически весь гриб. Плод характеризуется развитием створки у основания. У одних видов плодовое тело, у других – плодовое тело с формированием плодового тела.

На плодовых спорах имеются образования спорангии, собранные в плодовые сорусы. Плодовые спорангии прикрепляются к особым выростам плода – плацентам и покрыты общим покрывалом – индузием. Покровы спорангия у некоторых видов имеют специальные клетки, которые при высыхании плода изгибаются наружу и разрывают спорангий, что обеспечивает его раскрытие при созревании спор. Внутри спорангия находятся споры. Споры спорангиев дают начало гаметофиту (заростку). Он существует самостоятельно [5], и на нем развиваются половые органы. Архегонии – женские, антеридии – мужские. На заростках происходит оплодотворение и развитие зародыша.

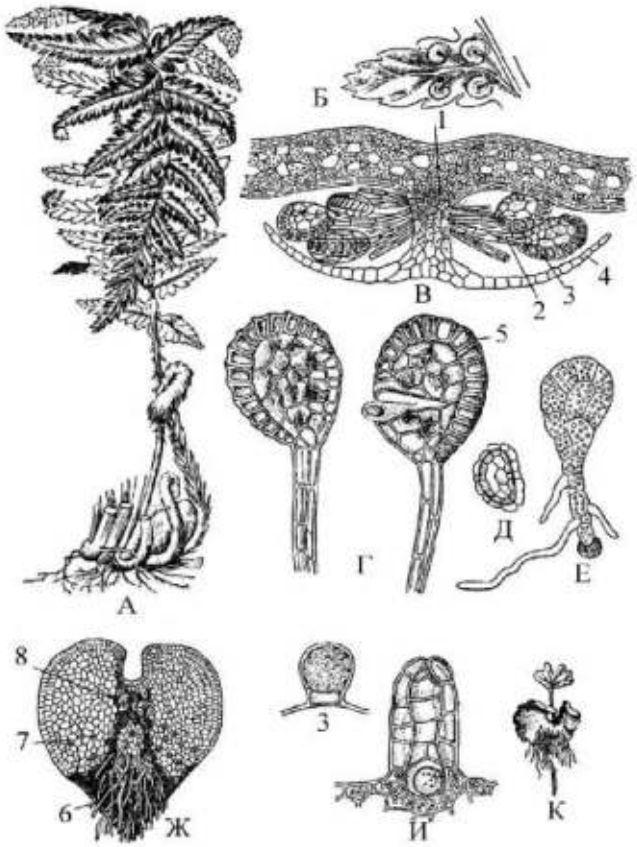


Рис. 34.1. Щитовник мужской (Dryopteris filix – mas):
А – спорофит; Б – часть вайи с сориями; В – поперечный срез вайи с сорием; Г – спорангии; Д – спора; Е – протонема; Ж – гаметофит; З – антеридий; И – архегоний; К – молодой спорофит;
1 – плацента; 2 – ножка спорангия; 3 – спорангий; 4 – индузий; 5 – кольцо утолщения; 6 – ризоиды, 7 – антеридий; 8 – архегонии

Из разноспоровых в нашей флоре встречается сальвиния плавающая (Salvinia natans) (рис. 34.2).

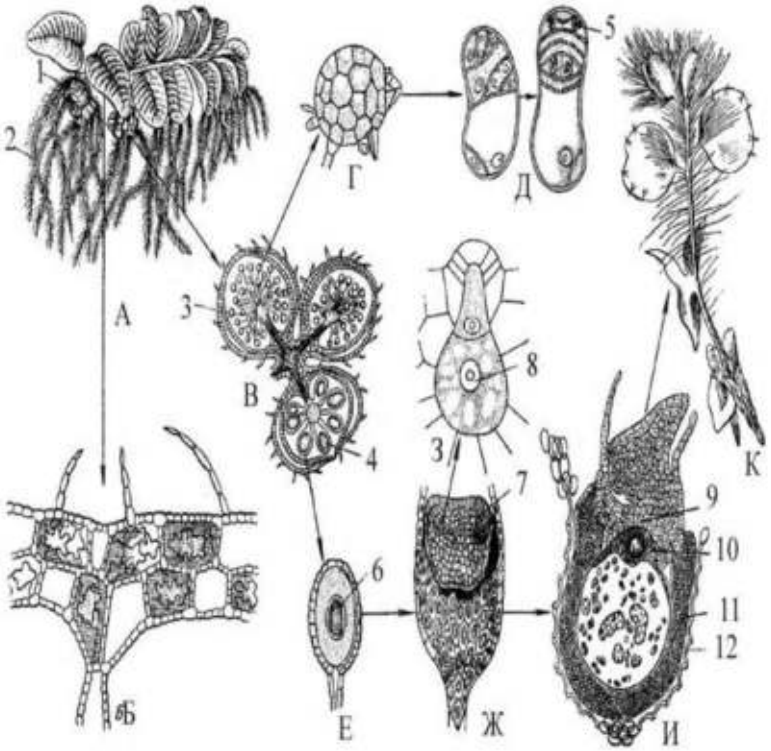


Рис. 34.2. Сальвиния плавающая (Salvinia natans):
А – спорофит; В – лист (поперечный срез); В – спорокарпии (поперечный срез); Г – микроспорангий с мужским гаметофитом; Д – завершающие стадии развития мужского гаметофита с восемью сперматозоидами; Е – мегаспорангий; Ж – мегаспорангий с женским гаметофитом; З – архегоний; И – мегаспорангий с женским зарослком и развивающимся зародышем спорофита; К – молодой спорофит; 1 – спорокарпий; 2 – подводные рассеченные листья; 3 – микроспорангий; 4 – мегаспорангий; 5 – сперматозоид; 6 – мегаспора; 7 – архегоний; 8 – яйцеклетка; 9 – тело гаметофита; 10 – зародыш спорофита; 11 – оболочка мегаспоры; 12 – остаток стенки мегаспорангия

Задания

1. Рассмотреть гербарные или живые образцы наиболее обычных видов папоротниковидных из родов: ужовник, орляк, щитовник, страусник, листовик и др. Сравнить их между собой.

2. Исследовать один из видов, например орляк обыкновенный или щитовник мужской. Составить краткое описание.

3. Рассмотреть под микроскопом поперечный срез соруса.

4. Определить исследованное растение и указать на важнейшие, [illegible] признаки.

5. Познакомиться с [illegible] представителями [illegible] по гербарным или живым образцам.

6. Составить схему жизненного цикла равноспоровых папоротников.

Порядок работы

В качестве образца рассматривают равноспоровый папоротник щитовник мужской.

Можно использовать гербарный материал, который [illegible] размоченный [illegible] при [illegible]. Рассматривают срез соруса при малом и большом увеличении. Индузий соединен с плацентой своей ножкой. К плаценте прикреплены также довольно длинные ножки спорангиев. Последние имеют форму чечевицы. [illegible] ряд клеток с неравномерным подковообразным утолщением стенок, который проходит через весь спорангий. Это кольцо. Обратите внимание, что часть кольца состоит из тонкостенных клеток. Именно здесь происходит разрыв спорангия при [illegible] клеток кольца.

Процесс разрыва спорангия и освобождения спор можно наблюдать. Для этого на предметное стекло кладут несколько спорангиев, извлеченных из соруса, и рассматривают их при малом увеличении [illegible]. [illegible] внутренние и радиальные стенки клеток кольца сильно утолщены по сравнению с наружными. При помощи фильтровальной бумаги заменяют воду 80%-м раствором спирта. В результате клетки кольца [illegible], а [illegible] разрывается и разбрасывает [illegible]. Споры имеют бобовидную форму и [illegible] спородерму. Детали строения индузия, спорангиев, кольца и спор варьируют у разных видов папоротников и учитываются при определении.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем отличие гибридизации от других общеизвестных видов операций?
2. Какие виды гибридизации вы знаете?
3. Какие особенности и отличия имеет гибридизация ДНК? Какие факторы влияют?
4. Какие стадии включает в себя гибридизация?
5. Какой гибридизационный блот вы знаете? Какие его виды?
6. Какие особенности строения спороноса и гаметофита характерны для голосеменных растений?

Работа 35. Отдел Голосеменные (Gymnospermae) или сосновые (Pinophyta)

Цель работы: изучить строение и жизненный цикл голосеменных на примере сосны обыкновенной; научиться распознавать их на гербарии.

Материалы и оборудование: гербарные листы, хвоя и шишки сосны, препаровальные принадлежности.

Голосеменные – высшие семенные растения. Semen – семя, genos – рождение, т. е. растения, у которых семена развиваются открыто. Семязачаток расположен на открытой поверхности семенной чешуи, запас питательных веществ – эндосперм. Голосеменные – главным образом ветровые растения. Сапрофиты преобладают над паразитами.

Жизненная форма подавляющего большинства – деревья и кустарники. Корень растет глубоко и имеет способность к активному утолщению. Листья у тропических и субтропических видов кожистые, вечнозеленые, у видов умеренных широт – игольчатые, мелкочешуйчатые (некоторые из них опушенные, см. ниже).

Сосна – однодомное ветроопыляемое растение. Это светолюбивое, вечнозеленое растение. Живет долгие десятилетия. Листья расположены на ограниченной части – укороченных побегах. Микроспорангии собраны в мужские шишки, мегаспорангии – в женские шишки (рис. 35.1).

Мужские шишки небольшие, живут всего несколько дней. Они состоят из оси, на которой прикреплены чешуи – микроспорофиллы. На нижней стороне их расположены микроспорангии, где формируются пыльцевые зерна (микроспоры). Они покрыты двумя воздушными мешками (рис. 35.2). Затем формируется тонкая внутренняя оболочка – интина. У спелой пыльцы отстает от интины и образует воздушные мешки (рис. 35.2). Микроспоры начинают покрываться оболочкой в микроспорангиях. Формирование пыльцы и оплодотворение у сосны весной следующего года.

Женские шишки. На центральной оси в пазухах кроющих чешуй расположены семенные чешуи. Семенная чешуя – это укороченный репродуктивный побег. У основания она срастается с кроющей чешуйкой. В пазухе каждой чешуи женских шишек

раздвигаются и пыльца, приносимая ветром, прилипает к жидкости, которую выделяет микропиле. После опыления чешуи смыкаются. У сосны семена созревают полтора года.

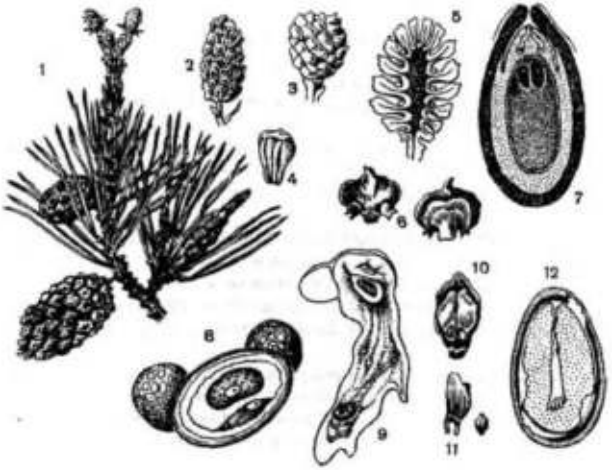


Рис. 35.1. Сосна обыкновенная (Pínus sylvéstris):
1 – ветвь с укороченными побегами; справа – группа микростробилов; на вершине побега – две женские шишки; ниже слева – развивающаяся женская шишка прошлого года, еще ниже зрелая шишка; 2 – микростробил; 3 – женская шишка; 4 – микроспорофилл с двумя микроспорангиями; 5 – женская шишка в продольном разрезе; 6 – семенная чешуя с внутренней и наружной стороны; 7 – продольный разрез семязачатка, видны: интегумент, микропиле, нуцеллус; мегагаметофит; 8 – пыльца с крупной вегетативной и маленькой генеративной клетками; 9 – пыльца, проросшая в пыльцевую трубку; 10 – семенная чешуя с двумя крылатыми семенами; 11 – семя с крылышком; 12 – разрез семени: видны интегумент, остатки нуцеллуса, эндосперм, зародыш на подвеске

Задания

1. Ознакомиться по гербарным образцам и препаратам с видами кл. Шишконосные пор. Хвойные – сосной обыкновенной, сосной сибирской, пихтой сибирской, кипарисом вечнозеленым, можжевельником обыкновенным, елью обыкновенной, лиственницей сибирской.

2. Составить краткое описание этих видов по схеме.

3. Определить некоторые из них.

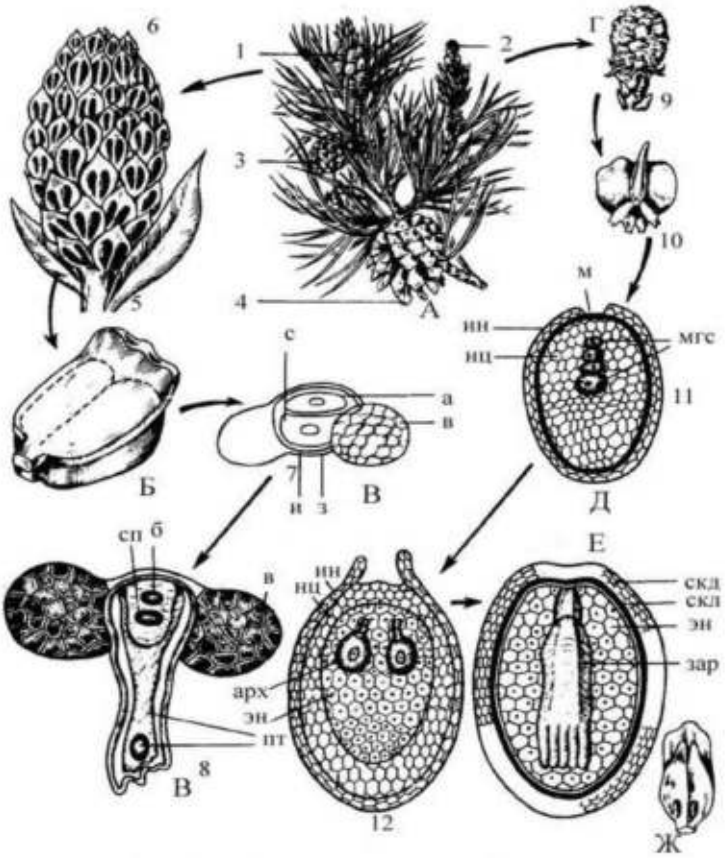


Рис. 35.2. Семенное размножение Сосны лесной:
А – ветка сосны с мужскими (1) и женскими шишками: 2 – первого года жизни; 3 – второго года жизни после опыления; 4 – зрелая с высыпавшимися семенами; Б – мужская шишка: 5 – общий вид; 6 – микроспорофилл с двумя микроспорангиями; В – пыльника мужской гаметофит: 7 – строение; 8 – прорастание (э – экзина, и – интина, в – воздушные мешки, а – антеридиальная клетка, с – сифоногенная клетка трубки, б – ядро базальной клетки, сп – ядро спермагенной клетки, пт – пыльцевая трубка); Г – женская шишка: 9 – общий вид; 10 – семенная чешуя с двумя семязачатками; Д – семязачаток: 11 – после образования мегаспор (ин – интегумент, м – микропиле, нц – нуцеллус, мгс – мегаспоры); 12 – после развития женского гаметофита (эн – эндосперм, арх – архегонии); Е – семя (скд – семенная кожура деревянистая, скп – семенная кожура пленчатая, зар – зародыш); Ж – семенная чешуя с семенами

Порядок работы

В качестве образца рассматривают строение мужской и обыкновенной кочедыжников, папоротника.

Рассматривают папоротник. Он имеет мощную бурую корневищу, покрытую чешуйками. Длина листа 2–3 см. Делают его поперечный разрез и рассматривают при помощи стереоскопического микроскопа. В основании листа имеют вокруг четырехугольника два проводящих пучка.

Затем переходят к изучению строения шишек. Мужские и женские шишки находятся на одном растении, следовательно, растение однодомное. Мужские шишки эллипсовидные, расположены на длинных ножках и образуют верхушечные пучки. Шишка состоит из оси и чешуек. Синангий черешковый, имеет кольцо из одного ряда клеток. При зрелости шишки синангии открываются и высыпаются многочисленные споры. При помощи микроскопа и препаровальной иглы рассматривают строение чешуйки шишки. Под увеличением видны многие клетки, среди которых преобладают крупные клетки.

Рассматривают микроскопический препарат спорангия, готовят препарат и изучают его при большом увеличении. Полный спорангий состоит из ножки, головки, покрышки и спорангиальной стенки. В двух местах головки спорангия находятся сердцевидные утолщения. Головка состоит из покровительной клетки, клетки трубки и нескольких промежуточных клеток. При созревании спорангия разрушаются верхние клетки покровительной клетки.

Женские шишки в молодом возрасте прижимаются друг к другу зеленого цвета, сидят по одной-две на основании верхушечных побегов. Покрывает одну шишку вилок. На боковой стороне каждого основания чешуйки. Продолговатый плод, открывающийся с брюшной стороны. На верхней стороне у основания чешуйки находятся два семязачатка. С внешней стороны к ней прилегает маленькая чешуйка, называемая кроющей.

Затем переходят к изучению женской шишки. Она состоит из оси и чешуек, имеющих овальную форму с закругленной верхушкой, полупрозрачная. Семенные чешуйки одревеневшие, плоские, блестящие.

Плотност только согласны и противопоставлен одно из них. Семь имеют врыхляющий вариант. Сохранение согласной у них происходит основу этого слова, что и сильнее. Шипящие [ш] и [ж] произносятся всегда твердо. К исключениям относятся только заимствованные слова типа [ж]ираф.

Вопросы для самоконтроля

1. Какова система гласных звуков русского языка? Какие признаки согласных звуков вы знаете?
2. Какие признаки объединяют согласные с другими звуками речи?
3. Как классифицируются согласные? В чем заключается различие между твердыми и мягкими согласными, парными и непарными по твердости-мягкости?
4. Какое значение имеет согласных на правило слова согласования?
5. Каково строение звуковой цепи слова?
6. Как определяется и что представляет собой звуковой анализ слова?
7. Сколько открытых и закрытых слогов в слове *кошка*?
8. Чему равняется количество звуков в слове *ручей*?
9. Сколько открытых и закрытых слогов в слове *ручей*?
10. Как определяется и что представляет собой звуковой транскрипт слова?
11. Как определяется ударение? В каких случаях?
12. В чем заключается различие ударения в русском и других языках?

Работа 36. Отдел Покрытосеменные (Angiospermatophyta, Magnoliophyta)

Цель работы: изучить особенности растений отдела Покрытосеменные (Angiospermatophyta, Magnoliophyta). Освоить методику их описания и определения.

Материалы и оборудование: гербарные образцы, препарированные цветки, гербарные экземпляры растений.

Для покрытосеменных растений характерны цветок и плод. Обязательным признаком цветка является околоцветник, состоящий из чашечки и венчика. Андроцей образован тычинками, состоящими из тычиночных нитей и пыльников. Гинецей – из плодолистиков, образующих пестик. Пыльца попадает на рыльце пестика. Споры прорастают в гаметофиты внутри органов. Мужской гаметофит – пыльцевое зерно, состоящее из двух клеток: вегетативной и генеративной. В результате полового процесса из семязачатка образуется семя с зародышем, имеющим триплоидный набор хромосом. Плод – из завязи и других частей цветка – плодолистиков (рис. 36.1).

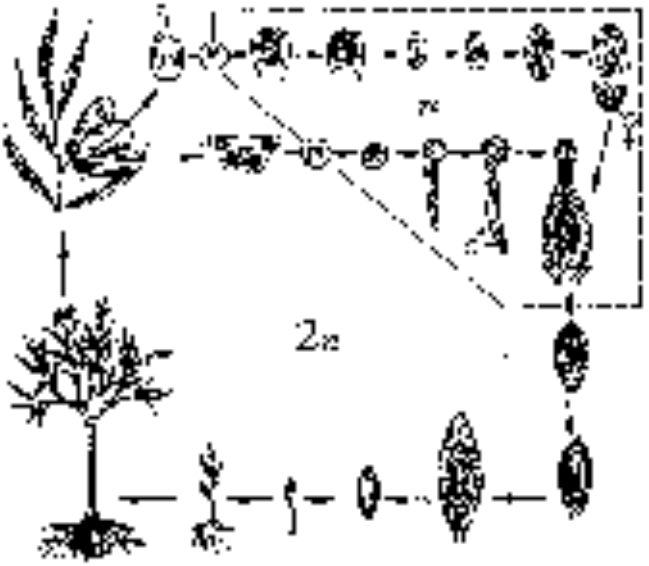


Рис. 36.1. Жизненный цикл типичного представителя отдела Покрытосеменные

Жизненный цикл некоторых [illegible]

У некоторых появились зачатки образования [illegible]

[illegible]

[illegible]

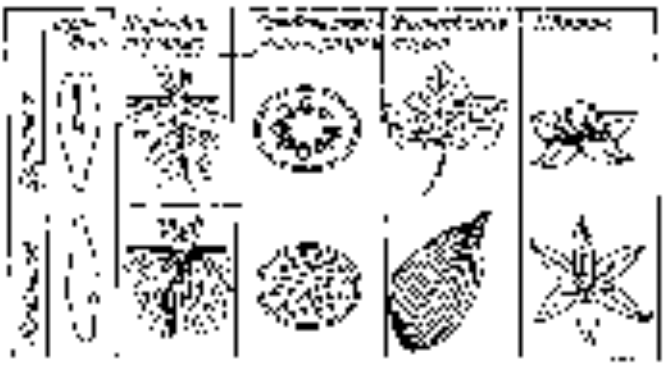


Рис. 36. [illegible]

Группа [illegible]

В связи с этим перечисленные признаки имеют относительное значение, и для отнесения животных к той или иной систематической группе, нельзя ограничиваться лишь одним-двумя признаками, а надо брать их в совокупности.

Таблица 1

Отличительные признаки двудольных (класс Dicotyledoneae) и однодольных (класс Monocotyledoneae) растений

Двудольные	Однодольные
Зародыш имеет две семядоли	Зародыш имеет одну семядолю
Корневая система стержневая, в почве хорошо развита, состоит из главного корня, дающего боковые и придаточные корни	Корневая система мочковатая, в почве развита слабо, состоит из придаточных корней, отходящих от стеблевого зачатка
Стебель по мере роста растения утолщается за счет деятельности камбия и прочной древесины	Стебель утолщается очень редко, за счет деятельности камбия и слабой древесины
Листья сетчатое жилкование	Листья параллельное или дуговое жилкование
Цветок имеет пятичленный тип строения	Цветок трехчленного типа строения

Авторы приводят группы, систематизированные по разным структурам цветков и соцветиям (порядок Гвоздичные, семейство Гвоздичные и Бобовые, порядок Зонтичные, семейство Зонтичные). Отдельно выделяют метод обзора покрытосеменных по группам признаков.

В гербарную коллекцию входят высушенные, спрессованные и специально наклеенные растения и их фрагменты. Однако те, что находятся здесь, могут служить эталоном при сравнительном изучении особей других семейств своей флоры.

Помимо того, что учащиеся получают знания, необходимые для дальнейшего изучения биологии, они приобретают навыки работы с определителями растений.

Описан путеводитель, по которому можно описать представителя любого семейства покрытосеменных.

Составлен план проведения экскурсии

растение:

а) древесное, кустарниковое, травянистое (многолетнее, двулетнее, однолетнее);

б) с преобладанием ... органов:

корневая система:

а) происхождение — система главного корня, придаточных корней, смешанная и др.;

б) форма — направление элементов системы

в) поверхность — глубина, форма, окраска, опушение.

стебель:

а) прямостоячий, лежащий, вьющийся, цепляющийся, ползучий, стелющийся и др.;

б) ... (многолетний)

в) опушение (...),

г) форма поперечного сечения — округлая, четырехгранная, трехгранная и др.;

д) по прочности стебля:

соломина — (...) полый, пустотелый, ... (тонкое, толстое,

плодоножка — плотная, тонкая

плодовая — поперечно-, ...;

усы, колючки и др.

листья

а) простые:

черешковые, сидячие, влагалищные, влагалищно-, без прилистников, с прилистниками, с ... (...),

форма листовой пластинки — округлая, овальная, продолговатая, широкоэллиптическая, обратнояйцевидная, обратноланцетная и др.;

форма края — цельный, ... (...), зубчатый, городчатый

... (...) — пальчато-, перисто-, ... (...), ... и др.

б) сложные

без ... с ...

форма листа — тройчатый, перистосложный, ... (...), непарноперистый

форма ... — ... (...), зубчатый, ... (...):

типы листьев.

а) многораспложенные – отсевные, супротивное, мутовчатое, прикорневая розетка.

б) в зависимости – кольчик, усики, филлодии и др.

вегетативное

растения – моноподиальный (стеблевой, плавающий), симподиальный плейоподиальный тип;

монокарпик, виноград – однолетний монокарпик, многолетний монокарпик;

вегетативное – усатость листьев, усатость коротких, шипов, побегов, листьев, корневых, побегов корневищ;

б) по

в зависимости – многолетний, однолетний, почвенный и укореняющийся;

цветок:

а) актиноморфный, зигоморфный.

б) по расположению – верхний, нижний (одновременный, завязь полностью, часть полностью);

в) чашечка – свободная, сросшаяся

форма чашечки – трубчатая, колокольчатая, воронковидная;

число долей;

г) венчик – свободный, сростный

форма венчика – чашевидный, колесовидный, колокольчатый, воронковидный, ложноязычковый, ложноязычковый, ягодный, и др.

число долей;

цветок;

венчик – венчик, венчик, венчик

д) андроцей:

свободный – тычинки одинаковой длины, двусильные, четырехсильные и др.;

срастание – с венчиком, с пестиком, между собой;

число тычинок:

е) гинецей

одновременный, многочленный (апокарпный, ценокарпный);

число и срастание плодолистиков,

ж) завязь

гинецей – верхняя, нижняя, полунижняя;

число отделений.

з) формула цветка

плод:

а) простой

сухой односемянной – семянка, боб, стручок, стручочек, коробочка;

сухой односемянной – орех, орешек, желудь, крылатка, зерновка, костянка;

сочный многосемянной – ягода, яблоко, тыквина, померанец;

сочный односемянной – костянка, друпа;

б) сборный – сборная листовка, сборная семянка, сборный орешек, сборная костянка.

в) соплодие

Задание

1. Прописать соцветие, цветок и его части, плод, месторасположение и другие органы определенного растения

2. Сделать рисунок

3. Написать описание

4. Записать результаты определения

Порядок работы

1. Сделать рисунки

2. Написать работу по плану и зарисовкой схем

3. Определить растение, пользуясь ниже приведенными терминами ботаники и определительными таблицами

Перед началом работы необходимо подобрать определитель, соответствующий году издания и району произрастания растений.

Правила работы с определительными таблицами

Определение начинают с первой пары признаков, решают, какой из них соответствует данному растению. Это значит, что каждая степень обозначается цифрой (1, 2, 3 и т. д.) имеет свое название (тезис, антитезис, синтезис). Определение идет парами: в первой паре признаков отыскивают и читают признаки, отмеченные цифрой 1, в другой – признаки, отмеченные цифрой 2. Выбирают признаки определяемого растения. Напротив выбранной тезы или антитезы стоит цифра второй пары признаков. Определение надо вести дальше и искать в отмеченных номером которой и указывают

цифр. Так переходят от ступени к ступени до тех пор, пока в конце выбранной ветви дихотомии не будет указано искомое семейство.

Перед началом работы с каталогом по семействам найти страницу, на которой находится таблица для определения рода. Определение рода цветкового растения всегда следует начинать с листьев.

Перед началом работы с каталогом рекомендуется обязательно ознакомиться с его структурой, внимательно прочитать вводную часть. После знакомства с каталогом переходить к работе с ним.

В результате определения каждый изучаемый растительный организм должен быть отнесен к определенному семейству.

Для определения растений студенты получают цветущие растения. Все результаты записывают по следующей схеме: ход определения семейства (если в ступени получили, что, например, признаку номер 1 отвечает цифра 2, то записывают: 1 – 2; если признаку 1 отвечает цифра 3, то записывают: 1 – 3 и т. д.).

В результате запись будет выглядеть так: 1 – 2; 3 – 7; 8.

1. Записать результаты определения и использованные для работы определительные признаки.

Семейство

Ход определения семейства

Род:

Ход определения рода:

Вид:

Ход определения вида:

Определитель (автор, название, год издания).

Вопросы для самоконтроля

1. В чем состоит научное значение определительных таблиц?
2. Какие принципы классификации растений вы знаете?
3. Какие признаки приняты в основу классификации отдела покрытосеменных?
4. Какие признаки вы знаете?
5. Как классифицируют растения?
6. Какие признаки вегетативные?
7. Как классифицируют семейства?

Работа 37. Семейства Лавровые (Lauraceae) и Магнолиевые (Magnoliaceae)

Цель работы: изучить признаки семейств Лавровые (Lauraceae) и Магнолиевые (Magnoliaceae), их значение в жизни человека (Lauraceae, Magnoliaceae); навыки определения (Magnolia).

Материалы и оборудование: биноскопические лупы, препаровальные иглы, гербарные образцы видов семейства Лавровые (Lauraceae) и семейства Магнолиевые (Magnoliaceae), фотографии и отпечатки цветков и соцветий видов этих семейств.

Магнолии очень, исключительно, необходимы тем, кто хочет изучать эволюцию цветка. У представителей этого семейства сохранилось много признаков, которые были характерны для древнейших цветков с удлиненной осью, многочисленными свободными тычинками, многочисленными свободными пестиками, расположенными по спирали, и отсутствием дифференцировки околоцветника на чашечку и венчик. Отличия внутренних органов от внешних

Это центральная группа покрытосеменных, с которой связаны происхождение многих представителей ранних эволюционных ветвей цветковых растений.

К порядку Магнолиецветные (Magnoliales) относятся следующие семейства: Магнолиевые (Magnoliaceae), Лавровые (Lauraceae), Перечные (Piperaceae), Кирказоновые (Aristolochiaceae), Винтеровые (Winteraceae), Анноновые (Annonaceae), Калицантовые (Calycanthaceae) и некоторые другие. Отличительные признаки семейств

Семейство Лавровые. Семейство Лавровые объединяет около 2 тыс. видов, сосредоточенных преимущественно в тропических и субтропических зонах Южной Америки (Бразилия), Юго-Восточной Азии и Австралии. Однако среди представителей встречаются и деревья умеренной зоны. Семейство Лавровые – это очень древние растения, поэтому семейство состоит из очень древних цветковых растений, относящихся к роду Лавр (Laurus)

Наиболее широко известны роды Камфорное дерево (Camphora), Коричник (Cinnamomum), Авокадо (Persea), Лавр (Laurus)

Географическое распространение лавровых – это тропические по происхождению, яркими, сочными цветами – вот говорят об их

принципиально. Тычиночный цветок, который характеризуется типичных представителей семейства, называют за близость к самоопылению. Цветки у двудомных растений раздельнополые, обоеполые (гермафродитные) или двуполые. Иногда в пределах одного вида встречаются обоеполые и пестичные.

Древесных лавровых в естественной флоре России нет. Только в южных районах встречаются виды, интродуцированные человеком. Плоды используются как пряности, другие же — как лекарственные растения. Наиболее распространенное значение из декоративных имеет лавр благородный (Laurus nobilis). В Закавказье произрастает авокадо (аллигаторная груша) американского происхождения (Persea gratissima), которое применяется (Persea gratissima). Плоды — ягодообразные, до 25–30 см. Известно около 500 видов лавров. В культуре используют также камфорное дерево (Cinnamomum camphora) и др.

Семейство Магнолиевые (Семейство Магнолиевые) объединяет более 240 видов 20 родов. На территории нашей страны на Курильских островах растет лишь один вид — Магнолия сизолистная (Magnolia sieboldii). Это листопадное растение высотой 2–3 м. Наиболее широко распространены в культуре магнолии крупноцветковая (Magnolia grandiflora) — вечнозеленое растение с крупными (до 30 см) цветками, приятно пахнущими. Естественный ареал вида, как и других вечнозеленых магнолий, — приатлантическая часть США. Азиатские виды листопадные. У магнолиевых ценный материал представляют сорта, цветки, почки, используемые в пищевой и пищевкусовой промышленности. Растения видят в природных условиях.

Задания

1. Сравните цветок и цветок с точки зрения, какие признаки являются общими?

2. Зарисовать побег с соцветием, типичным и пестичным цветком.

3. Проведите опыт, чтобы выяснить, какие условия нужны для прорастания пыльцы у типичных и пестичных.

Порядок работы

1. В качестве примера рассматривают лавр благородный (Laurus nobilis) (рис. 37.1). При отсутствии необходимого для исследования материала ограничиваются рассмотрением гербарного экземпляра, а затем уже пользуются таблицами и рисунками. Делают описание растения по общей схеме.

2. Растение древесное или кустарниковое. Побеги с очередным листорасположением, покрытые гладкой бурой коркой. Листья с короткими черешками, широколанцетные, суживающиеся к обоим концам, без прилистников, вечнозеленые, кожистые, ароматные. Сверху они серовато-зеленые, лоснящиеся, снизу бледно-зеленые, матовые.

3. Цветки раздельнополые (растения двудомные), собранные в зонтиковидные соцветия, до цветения покрытые шаровидными обвертками. Околоцветник из четырех сросшихся листочков, простой. Тычиночный цветок имеет чаще 12 тычинок, в кругах – по четыре. Иногда тычинок восемь, в этом случае остальные тычинки превратились в стаминодии. Пыльники раскрываются клапанами. Пестичные цветки с четырьмя лепестковидными стаминодиями. Завязь верхняя, на дне бокаловидного цветоложа, одногнездная, образована ярким плодолистиком, с одним семязачатком.

Рис. 37.1. Лавр благородный (Laurus nobilis):
А – продольный разрез; Б – диаграмма пестичного цветка; В – побег с плодами; Г – поперечный разрез плода; Д – продольный разрез плода; Е – продольный разрез тычиночного цветка; Ж – диаграмма тычиночного цветка; З – побег с тычиночными цветками

4. Формулы цветков: ♂*$P_{(4)}$ $A_{8-12}G_0$; ♀*$P_{(4)}$ A_0G_1. Однако цветок лавра в целом для лавровых нетипичен. Наиболее характерный для семейства цветок имеет коричник цейлонский (Cinnamomum zeylanicum): *P_{3+3} A_{3+3+3} G_1.

5. По этой же схеме анализируют один из видов рода магнолия (рис. 37.2) и сравнивают его цветки с цветками лавра.

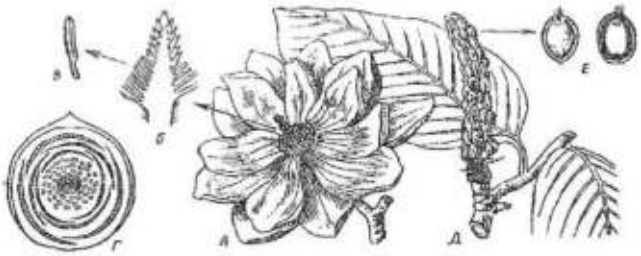


Рис. 37.2. Магнолия кемпбелла (Magnolia campbellii):
А – цветок; Б – продольный разрез цветка без околоцветника; В – тычинка; Г – диаграмма цветка; Д – побег с плодом – сборной листовкой; Е – продольный разрез семени

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Лавровые, какое место занимает оно в эволюционном ряду?
2. Каково географическое распространение представителей семейства Лавровые?
3. В каких экологических условиях встречаются представители семейства Лавровые?
4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Лавровые?
5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?
6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Лавровые?

Работа 38. Семейство Нимфейные или Кувшинковые (Nymphaeaceae)

Цель работы: изучить растения семейства Нимфейные или Кувшинковые (Nymphaeaceae) на примере видов из родов кувшинка (Nymphaea) и кубышка (Nuphar).

Материалы и оборудование: биномеры, листья, преобразованные побеги, гербарные экземпляры видов рода кувшинка (Nymphaea) и кубышка (Nuphar), спиртовые препараты цветков и плодов этих растений.

Нимфейные – одно из наиболее древних семейств покрытосеменных, подходящих под систему Кронквиста (Cronquist system, 1981), филогенетически обособленных и имеющих по-настоящему интересную историю и загадочную внешность. По-отдельности цветки нимфейных близки к магнолиевым и лютиковым. Распространены во всех континентах мира.

Задания

1. Проанализировать строение вегетативных и репродуктивных органов кувшинки и кубышки и составить описания по общей схеме.

2. Зарисовать цветок, плод и семя кувшинки, кубышки.

3. Определить экологические растения.

Порядок работы

1. В качестве примера экологических групп водных растений – кувшинку – белую (Nymphaea candida) (рис. 64.1) или кувшинку белую (N. alba).

2. Кувшинки – многолетние травянистые растения. При рассмотрении гербарного образца видно, что подземная часть представлена толстым ползучим корневищем, покрытым буровато-красным. Корневище имеет биллатеральное строение: от нижней стороны отходят придаточные корни, от верхней – черешки листьев и цветоносы. Типичный ортотропный побег не образуется. Листья крупные, плавающие на поверхности воды, длинночерешковые, с округлыми сердцевидными.

3. Цветки одиночные, диаметром 8–11 см. В околоцветнике четко дифференцированы чашечка и венчик (двойной околоцветник). Чашечка состоит из 4 сепалов, окружающих многочисленные внутренние. Количество лепестков многочисленное, крупные, бе-

лепестки постепенно уменьшающиеся в размерах от периферии к центру. Обращают внимание на то, что из внутренних лепестков (они мягкие, с острым концом) придется – второй экземпляр.

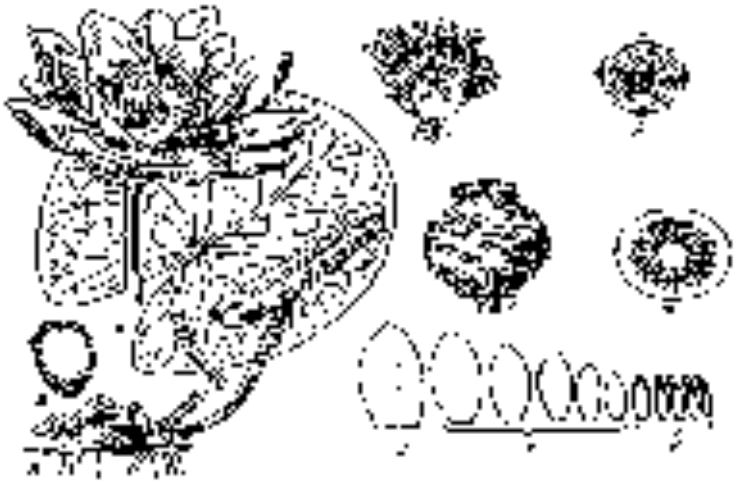


Рис. 18.1. Хризантема индийская (*Dendranthema indicum*)
А – корзинка в целом; Б – продольный разрез корзинки; В – краевой цветок; Г – срединный цветок; Д – листья; Е – стебель

4. Цветки первого типа получили название. На основании в виде чашечки расположены между собой цветки: белый венчик, трубчатый. Тычинки, или внутренние, имеют расширенные пыльники, образующие цветок. Внутри цветка – пестик.

5. Данные изучения хризантемы в лаборатории, последовательно полученные обрывают чашелистик, лепесток и тычинки и раскладывают на столе, который был накрыт предварительно с помощью трансформации – в цветок. Цветок имеет пестик, образующий из завязи и тычинок и синергид, и происходит тычинок из лепестков. Существует, однако, и противоположная точка зрения о трансформации тычинок в лепестки. Получение махровых растений в культуре связано с их искусственным. Обращают внимание на то, что трубки не прилипают к тычинкам, поэтому трубки разделяются.

6. Гинецей состоит из одного пестика. Столбик отсутствует. [illegible] расположено на [illegible].

7. [illegible]. На разрезе видно много гнезд. Число гнезд, как и число лучей рыльца [illegible] (8-15) [illegible] соответствует числу сросшихся плодолистиков. Завязь частично срослась с цветоложем. Следовательно, она полунижняя. Далее разрезают завязь поперек и рассматривают в лупу. На разрезе видно много гнезд. Число гнезд, как и число лучей рыльца, соответствует числу плодолистиков [illegible]. В каждом гнезде много семязачатков, сидящих на длинных семяножках и прикрепленных к стенкам гнезд. На основании анализа структуры рыльца и завязи делают вывод, что гинецей [illegible], с сидячим рыльцем. [illegible] формулу [illegible].

8. Если есть плоды, их изучают в разрезе. [illegible]. Особое внимание обращают на структуру семян. Они покрыты особым покрывалом – присемянником. Между спермодермой [illegible] [illegible].

9. В заключение рассматривают основную ткань цветоноса – аэренхиму. С этой целью делают поперечный и продольный разрезы. На поперечном разрезе цветоножки хорошо видны [illegible] крупные [illegible] межклетники [illegible].

10. После завершения анализа структуры растения переходят к его определению. Поскольку представители родов кувшинка и кубышка [illegible].

Вопросы для самоконтроля

1. Какое число видов семейства Нимфейные, или Кувшинковые (Nymphaeaceae)? [illegible]?

2. Каково географическое распространение представителей семейства Нимфейные, или Кувшинковые (Nymphaeaceae)?

3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?

4. Каково строение вегетативных и репродуктивных органов представителей семейства Нимфейные, или Кувшинковые (Nymphaeaceae)?

5. Сколько важнейших родов и видов входит в это семейство?

6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Нимфейные, или Кувшинковые (Nymphaeaceae)?

Работа 39. Семейство Лютиковые (Ranunculaceae)

Цель работы: изучить строение основных органов растений семейства Лютиковые на примере видов из родов Пеперомия (Peperomia), Василек (Centaurea), Калужница (Caltha), Ломонос (Clematis), Аконит (Aconitum), Купальница (Trollius), Адонис (Adonis), Ветреница (Anemone), Живокость (Delphinium), Борец (Aconitum), Чистяк (Ficaria), Водосбор (Aquilegia); с цветками актиноморфными – видов родов Шпорник (Consolida), Аконит (Aconitum); с зигоморфными цветками – видов родов Шпорник (Consolida), Аконит (Aconitum); диаграммой и формулой цветка, цветочной и плодовой диаграммой

Материалы и оборудование: гербарные экземпляры растений семейства Лютиковые: Пеперомия (Peperomia), Василек (Centaurea), Калужница (Caltha), Ломонос (Clematis), Аконит (Aconitum), Купальница (Trollius), Адонис (Adonis), Ветреница (Anemone), Живокость (Delphinium), Борец (Aconitum), Чистяк (Ficaria), Водосбор (Aquilegia); с актиноморфными цветками – видов родов Шпорник (Consolida), Аконит (Aconitum); с зигоморфными цветками – видов родов Шпорник (Consolida), Аконит (Aconitum); фиксированные в спирте цветки и плоды видов растений

В семействе Лютиковые описан богатый видовой состав (свыше 1500 видов, около 2 тыс. видов). Листья у них очень разные, встречаются простые и сложные, без прилистников.

Цветки собраны в различные по сложности соцветия. Их строение и состав элементов имеют более примитивные признаки организации простой околоцветник, многочисленные тычинки и пестики, спирально расположенные на удлиненной цветоложе (в виде конуса или столбика) – Пеперомия, Калужница – Аконит, Купальница – Ломонос (рис. 39.1).

У других – в строении цветков имеются признаки более высокой специализации в связи с приспособлением к опылению насекомыми: шпорец – Водосбор – Aquilegia, (рис. 39.2), у зигоморфных цветков один – два – три лепестка образуют шпорец (Аконит) (рис. 39.3) и сегмент – (Consolida). Нектар у некоторых видов (рис. Шпорник (Thalictrum) (рис. 39.4) содержится в специальных нектарниках, расположенных у основания тычинок, – это редуцированные лепестки. Функцию защиты нектарников от насекомых выполняют тычинки или пленчатый (у Чистяка – Ficaria) (рис.). Плод – чаще простая или сборная листовка, сборная семянка, сборный орешек.

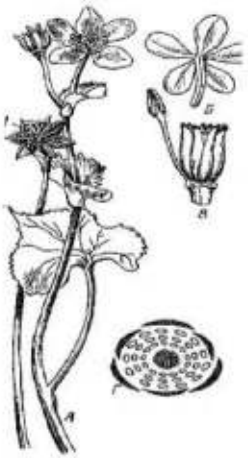


Рис. 39.1. Калужница болотная (Caltha paluslris):
А – репродуктивные побеги; Б – цветок (вид снизу); В – многочленный апокарпный гинецей и тычинка; Г – диаграмма цветка; 1 – плод – сборная листовка

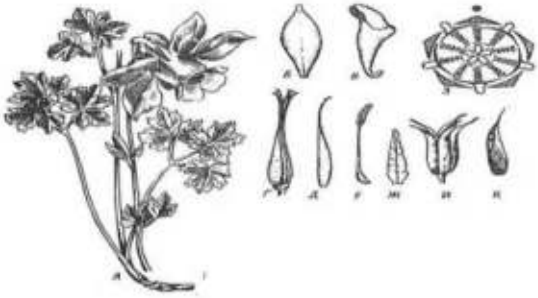


Рис. 39.2. Водосбор обыкновенный (Aquilegia vulgaris):
А – общий вид; Б – чашелистик; В – шпористый лепесток; Г – многочленный апокарпный гинецей; Д – пестик; Е – тычинка; Ж – стаминодий; З — диаграмма цветка; И – плод – сборная листовка; К – плодик – листовка

Рис. 39.3. Аконит аптечный (Aconitum napellus):
А – плод – сборная листовка; Б – репродуктивный побег; В – общий вид цветка; Г– продольный разрез цветка; Д – цветок без чашечки; Е – диаграмма цветка; Ж – гинецей; З – продольный и поперечный разрезы завязи; И – тычинка; 1 – лепестки – нектарий

Рис. 39.4. Василистник водосборолистный (Thalictrum aquilegifolium):
А – репродуктивный побег; Б – бутоны; В – цветок; Г– тычинка; Д – пестик; Е – плодик

При определении родов лютиковых важное значение имеют признаки строения цветка, корневища, а также форма и расположение листьев и т. д.

Задания

1. Ознакомиться с разнообразием цветков лютиковых.

2. Проанализировать растения, взятые для исследования, и составить их описание, руководствуясь общей схемой.

3. Зарисовать общий вид цветка; листочек простого околоцветника или чашелистик и лепесток, нектарий; тычинку; гинецей и один пестик; лист.

4. Определить исследованные растения.

Порядок работы

1. В качестве примера рассматривают лютик едкий (Ranunculus acris) (рис. 39.5), растущий повсеместно на лугах, полянах и в других местах.

2. Растение многолетнее, высотой 30-100 см, травянистое. Корневище короткое, утолщенное; придаточные корни мочковатые. Стебель ветвистый, прямостоячий, на поперечном разрезе округлый, полый. Листья расположены поочередно, простые. Нижние листья длинночерешковые, в очертании пятиугольные, пальчаторассеченные на ромбические раздельные доли. Верхние листья короткочерешковые или сидячие, рассеченные на линейные доли. Все листья без прилистников.

3. Цветки на довольно длинных цветоножках, одиночные или собраны в малоцветковом симподиальном соцветии, актиноморфные, гемициклические. Околоцветник двойной. Чашечка – из пяти свободных чашелистиков зеленого или желто-зеленого цвета, прижатых к венчику. Венчик – из пяти свободных лепестков.

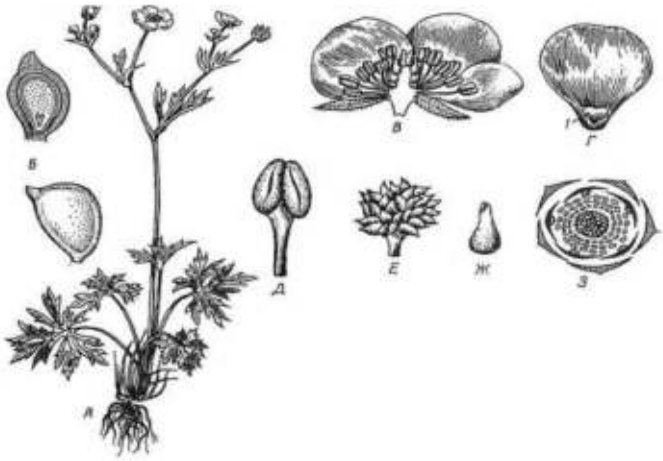


Рис. 39.5. Лютик едкий (Ranunculus acris):
А – общий вид растения; Б – общий вид и продольный разрез плодика; В – продольный разрез цветка; Г – лепесток; Д – тычинка; Е – многочленный апокарпный гинецей; Ж – пестик; З – диаграмма цветка; 1 – нектарная ямка, прикрытая чешуйкой

1. Летоцветковые обоеполые, реже однополые растения. Цветки правильные, обоеполые, реже однополые, собраны в сложные соцветия. Околоцветник простой, венчиковидный, из 6 свободных листочков, расположенных в 2 круга. Тычинок 6, они прикреплены к основанию листочков околоцветника. Завязь верхняя, одногнездная, с 3 пристенными семяпочками. Столбиков 3, рыльца головчатые. Формула цветка $*Ca_3Co_3A_3G_{(3)}$.

2. Плод – коробочка или ягода. В коробочке открывается ребрами.

Вопросы для самоконтроля

1. Какой тип жилкования характерен для семейства Лилейные (Liliaceae)? Какое соцветие характерно для представителей этого рода?
2. Какова географическая распространенность представителей семейства Лилейные (Liliaceae)?
3. В каких органах растений накапливаются запасные питательные вещества?
4. Какое строение имеют вегетативные и генеративные органы представителей семейства Лилейные (Liliaceae)?
5. Какова хозяйственная роль растений, входящих в это семейство?
6. Какова экологическая значимость представителей семейства Лилейные (Liliaceae).

Работа 40. Порядок Розоцветные (Rosales). Семейство Розовые (Rosaceae)

Цель работы: изучить представителей семейства Розовые (Rosaceae) на примере видов из родов Спирея (Spiraea), Лапчатка (Potentilla), Гравилат (Geum), Земляника (Fragaria), Малина (Rubus), Шиповник (Rosa), Манжетка (Alchemilla), Яблоня (Malus), Груша (Pyrus), Боярышник (Crataegus), Вишня (Cerasus), Черемуха (Padus), Слива (Prunus).

Материалы и оборудование: бинокулярная лупа, препаровальные иглы, гербарные образцы видов из родов Спирея (Spiraea), Лапчатка (Potentilla), Гравилат (Geum), Земляника (Fragaria), Малина (Rubus), Шиповник (Rosa), Манжетка (Alchemilla), Яблоня (Malus), Груша (Pyrus), Боярышник (Crataegus), Вишня (Cerasus), Черемуха (Padus), Слива (Prunus), фиксированные в спирте цветки этих растений.

Розоцветные — один из крупных и [illegible] порядков. Он объединяет около 16 семейств, [illegible], на разных путях эволюции. Розоцветные генетически связаны с другими порядками магнолиевидных: Магнолиецветными (Magnoliales) и Диллениецветными (Dilleniales), что подтверждается наличием у них большого числа тычинок и многочисленного апокарпного гинецея. Поскольку составляющие порядок семейства очень разнообразны, дать характеристику порядка, которая была бы не слишком общей, затруднительно.

Вместе с тем по сравнению с магнолиецветными розоцветные имеют ряд структурных признаков, указывающих на их более высокую организацию. К ним [illegible] цветоложе (вогнутое или [illegible]), наиболее совершенные приспособления к перекрестному опылению (самобесплодие) и [illegible].

Наиболее широко распространены в Северном полушарии три семейства: Толстянковые (Crassulaceae), Камнеломковые (Saxifragaceae), Розовые (Rosaceae).

Семейство Толстянковые (Crassulaceae). Семейство Толстянковые объединяет 33 рода и 1,5 тыс. видов. Для него характерны [illegible], правильные цветки с многочисленным апокарпным гинецеем. Большинство видов обитатели стран с жарким засушливым климатом, в частности африканских пустынь. На территории бывшего СССР встречается около 110 видов, относящихся к [illegible] родам. [illegible]

молодило (Sempervivum), очиток (Sedum).

Семейство Камнеломковые (Saxifragaceae). Семейство близкое к предыдущему, 700 видов. На территории бывшего СССР произрастает 150 видов из 11 родов. Виды этого семейства отличаются от родственных главным образом листьями без прилистников и семенами с эндоспермом. Виды семейства распространены в обоих полушариях, преимущественно в странах с умеренным и холодным климатом, в горах они встречаются вплоть до снеговой зоны. Некоторые виды

Камнеломка (Saxifraga), бадан (Bergenia), смородина (Ribes), гортензия (Hydrangea).

Семейство Розоцветные (Rosaceae). Семейство Розоцветные обширное, около 1500 родов, около 3 тыс. видов. Это очень полиморфное семейство. Широкий широкий распространения в Северном полушарии. Многие виды являются плодовыми или ягодными культурами, имеющими народнохозяйственное значение.

В составе семейства несколько подсемейств (трибов) и культурных растений.

Для этих представителей характерны признаки более типичной организации цветков и плодов, приближающие их к вышеописанным, например, многочленный околоцветник двойной. Другие многочисленные признаки являются более специализированными признаками, это типичные цветки. В отличие от типичных специализация цветка у розоцветных шла главным образом по пути возникновения приспособлений для перекрестного опыления.

Отличительная особенность семейства – строение цветка и цветков. Последние могут быть собраны в соцветия различного типа, от простого в многоцветковых цветоносах пучков с одиночными цветками. Можно указать крайние формы существующих соцветий. У яблони представителей семейства, кроме цветоносов, имеется большое число цветков. Цветок состоит из чашелистиков, венчика, тычинок и пестиков. В образовании пестиков, кроме цветоложа, принимают участие и другие части цветка, срастаясь с ними, образуя нижнюю завязь. Нередко в образовании плодов принимает участие и цветоложе, становясь сочным, что способствует распространению плодов и семян. Это характерно для всех родов: земляника (Fragaria), шиповник

Rosa), область Malus.

Розановые отличаются от лютиковых по следующим признакам: бутоны почти всегда хорошо выражены, цветки с типичным строением, чашечка имеет 5 чашелистиков, особенно у представителей родов, имеющих близкое к лепесткам

цветки всегда актиноморфные, двуполые, с двойным латинским периантом

с 5 (реже 4) свободными (редко сросшимися) чашелистиками.

По строению цветков, а также плодов семейство розовых подразделяют на следующие четыре подсемейства

Подсем. Spiraeoideae (Спирейные) Кустарники с простыми (редко тройчатыми) Цветки пятичленные, с пятью свободными (редко сросшимися) чашелистиками и 5 лепестками Чашелистиков пять, лепестков пять и тычинок много. В центре цветка расположен многочленный плодолистный пестик, состоящий из пяти сросшихся плодолистиков

Формула цветка: $*Ca_{(5)}Co_5A_{\infty}G_{(5)}$ Плод — сборная листовка или плодик, но иногда не образуется. Представители подсемейства — роды Спирея (Spiraea [рис. 10.1], Рябинник (Sorbaria), Вахтовник (Aruncus)

Подсем. Roseoideae (Розоидные) Кустарники и травы. Листья сложные, реже простые с прилистниками Цветки обоеполые, тычинки и пестичные. Цветоложе от конусовидного (роды Potentilla, Fragaria [рис. 10.2]), вогнутого (роды Rosa [рис. 10.3], Malus) до бокаловидного (роды Sanguisorba, Agrimonia [рис. 10.4]) Чашелистиков 5 (редко 4), они сохраняются (роды: Potentilla, Fragaria, Sanguisorba, Agrimonia) или опадают (роды: Rosa, Malus) Лепестков столько же, сколько чашелистиков, расположены спирально. Тычинки многочисленные, расположены в несколько кругов. Пестики обычно многочисленные, апокарпные, реже один. Наиболее типичные формулы цветка: $*Ca_{5}Co_5A_{\infty}G_{\infty}$ (роды розовые, земляника, лапчатка), $*Ca_5Co_5A_{\infty}G_1$ (роды розовые, Sanguisorba), $*Ca_5Co_5A_5G_{\infty}$ (роды розовые, Agrimonia), $*Ca_{(5)}Co_5A_{\infty}G_{(5)}$ (плодики собраны в сборную листовку — Potentilla erecta) или $*Ca_{(5)}Co_5A_{\infty}G_1$ (роды розовые, Malus, Sorbus). Плоды сборные (из плодиков, заключенных в мясистое цветоложе) или плодики, семянки, орешки, костянки

Подсемейство Яблоневые (Pomoideae) Деревья и кустарники с простыми или сложными с рано опадающими прилистниками Цветки пятичленные

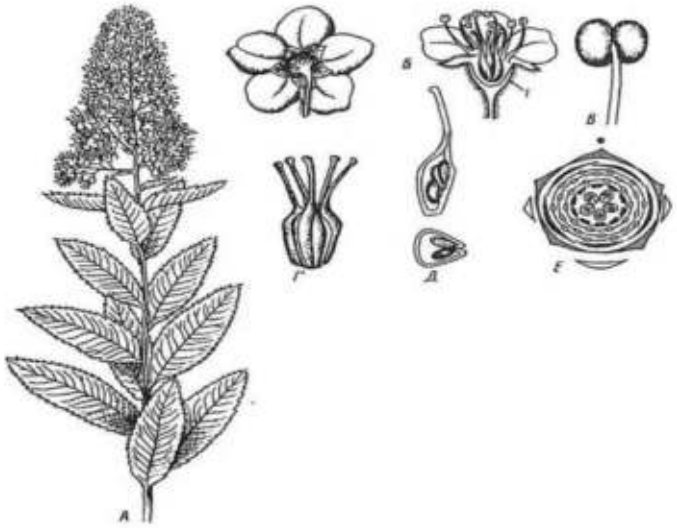


Рис. 40.1. Спирея иволистная (Spiraea salicifolia):
А – репродуктивный побег; Б – цветок (вид снизу и продольный разрез);
В – тычинка; Г – гинецей; Д – продольный и поперечный разрезы пестика;
Е – диаграмма цветка

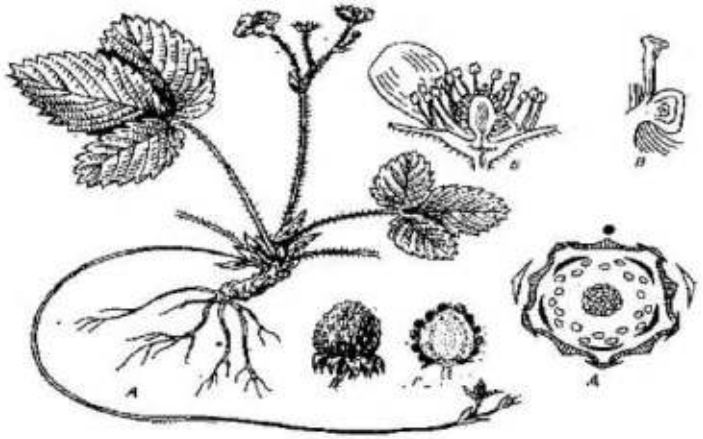


Рис. 40.2. Земляника лесная (Fragaria vesca):
А – общий вид; Б – цветок; В – пестик; Г – плод – сборный орешек;
Д – диаграмма цветка

Рис. 45. Розоцветные (Rosaceae):
А – бутон; Б – завязь; В – продольный разрез цветка; Г – поперечный разрез завязи; Д – плодолистик; Е – листорасположение; Ж – плодолистик; З – плод; И – разрез плодолистика

Плодолистиков немного. Плодолистики обычно свободные, но иногда встречается и уменьшение их числа до трех и даже одного. Гинецей апокарпный. Завязь верхняя.

Формула цветка $*Ca_5Co_5A_{\infty}G_{\infty}$. Плод многосемянный – облепиха; костянка – вишня, черемуха; многокостянка – малина, ежевика; многолистовка – земляника; многоорешек – шиповник. Семена без эндосперма. Род яблоня (Malus), груша (Pyrus) (рис. 46,А), боярышник (Crataegus), рябина (Sorbus) и др.

Подсем. Сливовые (Prunoideae). Деревья и кустарники. Листья с прилистниками, с железками на черешке или пластинке. Цветки одиночные. Чашелистиков 5, они срастаются основаниями в трубку. Плод – костянка. Семена с эндоспермом. Формула цветка $*Ca_5Co_5A_{\infty}G_1$. Плод – костянка с одной косточкой. Виды широко известные плоды. Слива (Prunus), вишня (Cerasus), абрикос (Armeniaca), персик (Persica) (рис. 46,Б), черемуха (Padus) и др. В культуре и дикорастущие виды объединяют в один род Слива (Prunus).

Для определения особое внимание обращают на листорасположение, строение цветка и плодов.

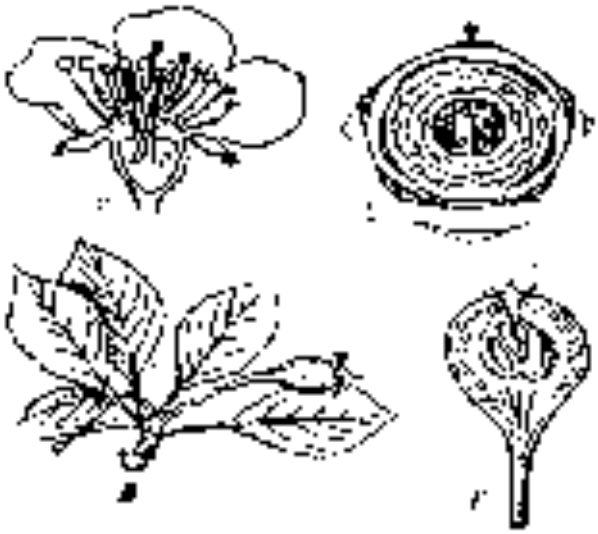


Рис. 111-1. Гусь-трубка канадская (*Rumex canadensis*):
А – пазушная закрытая цветка; Б – вид сбоку; В – развернутый цветок; Г – цветущий побег; Д – плод

Рис. 111-2. Щавель бычий (*Rumex obtusifolius*):
А – пазушная закрытая цветка; Б – вид сверху; В – развернутый цветок; Г – нижняя часть листа; Д – плоды; Е – прицветник с плодом

Задания

1. Детально проанализировать растения, относимые к разным подсемействам и родам, составить их описание.

2. Зарисовать лист, цветок в разрезе, а также чашечку с подчашием, лепесток, тычинку, гинецей, пестик, плод.

3. Определить исследованные растения.

Порядок работы

1. В качестве образца можно рассмотреть лапчатку серебристую (Potentilla argentea) (рис. 40.6). Она растет почти повсеместно на сухих холмах, склонах, у дороги и т. д.

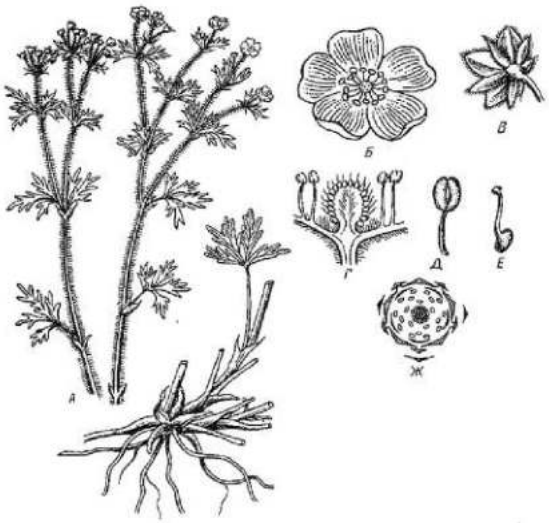


Рис. 40.6. Лапчатка серебристая (Potentilla argentea):
А – общий вид; Б – цветок; В – чашечка с подчашием; Г – продольный разрез цветка без околоцветника; Д – тычинка; Е – пестик; Ж – диаграмма цветка

2. Растение травянистое, многолетнее, высотой 15-30 см. Корневище деревянистое, разветвленное. Корни придаточные. Стебель прямостоячий или восходящий, округло-граненый, густо покрыт оттопыренными белыми волосками. Листья очередные, с двумя ланцетными прилистниками, простые, пальчаторассеченные, голые или покрыты короткими прямыми простыми волосками, снизу

Белив вафельные Krull класса с неповторяющимися субдолгоживущие. Пионы листья черешковые, верхние – сидячие.

3. Синоптик — синоптическая метеорология. Циклон и антициклон. Атмосферные явления: туман, гроза, снегопад. Простейшие прогнозы погоды. Климат и погода. Наблюдения за облаками и осадками. Чайкина и тарашкин текст по пять человек. Велик состоит из пяти свободных обратимодействующих элементов и волнолой на вершине. Многочисленные тычинки вокруг пестика прикреплены к краю венчика. Плоды — сухие или сочные ягоды, костянки, яблоки, коробочки, стручки, орехи, семянки, зерновки. Цветки собраны в простые или сложные соцветия. Околоцветник чашечка и венчик. Цветки: $*\mathrm{Ca}_{(5)}\mathrm{Co}_{5}\mathrm{A}_{5}\mathrm{G}_{(5)}$. Плод — сборный орешек, отдельные плоские сочные костянки.

Вопросы для самоконтроля

1. Сколько видов существует Ученики Корабля? Какие могут двигаться в различных ряду?

2. Какие направления развития, влияющие на состояние Ученика Костина?

3. В каких физических условиях встречаются простые и сложные системы?

4. Какие средства связи используются для передачи информации между Учениками Ученика?

5. Сколько компонентов входит в состав окружающего мира?

6. Какие особенности имеет Ученик, влияющие на развитие Ученика Ученика?

Работа 41. Порядок Бобовоцветные (Fabales). Семейство Бобовые (Fabaceae). Подсемейства Мотыльковые (Papilionoideae)

Цель работы: изучить разные подсемейства Мотыльковые (Papilionoideae) на примере видов: гороха (Pisum sativum), вероники (Veronica), арахиса (Arachis), чины (Lathyrus), вики (Vicia), люпина (Lupinus), подмаренника (Galium), клевера (Trifolium), донника (Melilotus), солодки (Glycyrrhiza).

Материалы и оборудование: гербарные образцы растений, иллюстрации растений (Pisum sativum), вероники лекарственной (Veronica officinalis), арахиса культурного (Arachis hypogaea), чины луговой (Lathyrus pratensis), вики яровой (Vicia sativa), люпина многолистного (Lupinus polyphyllus), люцерны посевной (Medicago sativa), донника лекарственного (Melilotus officinalis), клевера ползучего (Trifolium repens), фиксированные в спирте цветки этих растений.

К порядку Бобоцветные относят около 18 тыс. видов (270 родов) древесных, кустарных, полукустарниковых и травянистых растений, различающихся по многим признакам, но объединяемых в один порядок по наличию общих признаков, из которых основными являются плоды – бобы, семена. Некоторые виды представлены огромным числом особей и занимают в растительном сообществе особое положение в отношении к человеку.

Порядок включает лишь одно семейство – Бобовые (Fabaceae), которому характерны черты и семейств списка 6. Общий диагностический признак, за основание которого А. Л. Жизневский выделил это семейство, – плод – боб. Другие общие черты – это цветки с одинаковой формой венчика, строением двойственного андроцея, листья и т. п. Бобовые обогащают почву азотом с помощью клубеньковых бактерий.

По строению цветка семейство Бобовые делят на три подсемейства.

1. Подсем. Цезальпиниевые (Caesalpinioideae). К числу

...ставят 2,6 тыс. видов, 152 рода, преобладают деревья, кустарники и лианы, распространенные в тропической зоне. Цветки ... обоеполые, с двойным околоцветником и ... (рис. 41 Г). Однако в отличие от магнолиевых ... тычинок и пестиков ... центра цветоложа не тяготеют, а ... Европы растет только один вид – дерево лиана (*Cercis siliquastrum*). Разнообразны ... (*Caesalpinia*) – кампешевое дерево (*C. campechianum*), используют для получения ...

Рис. 41. Крестоцветные (*Cruciferae*):
А – ... Б – ...; В – ...; Г – ...; Д – ...

Подсем. ... (*Mimosoideae*). Они объединяют ... видов ... родов. Преимущественно ... субтропических и тропических районах Африки, Америки, Азии. Для представителей этого подсемейства характерна

актиноморфные цветки с двойным пяти- и четырехчленным околоцветником. Андроцей свободный пяти-, чаще десятичленный, иногда многочленный (рис. 41.2).

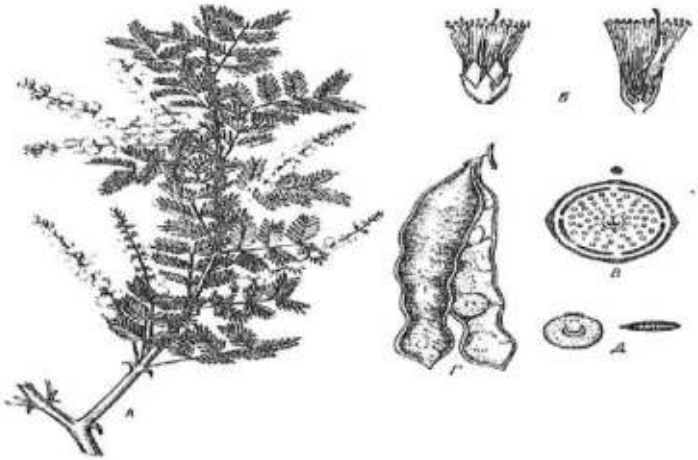


Рис. 41.2. Акация сенегальская (Acacia senegal):
А – репродуктивный побег; Б – общий вид и продольный разрез цветка;
В – диаграмма цветка; Г – плод – боб; Д – семя

Рис. 41.3. Горох посевной (Pisum sativum):
А – плод – боб; Б – разворот семени; В – репродуктивный побег; Г – общий вид цветка; Д – цветок без околоцветника; Е – венчик; Ж– продольный разрез цветка; З – гинецей; И – диаграмма цветка;
1 – почечка, 2 – корешок, 3 – семядоля, 4 – парус, 5 – весла, 6 – лодочка

Подсемейство Акации (Acacia). Он включает около 500 видов, из них 300 произрастает в Австралии (включает исключительно, кроме одного вида, который растет в Африке, Индии и Китае), Африке (исключительно) и Америке. В флоре бывшего СССР род представлен шелковой акацией (Acacia julibrissin) — на Талышских горах и низовьях Кызылагачского (Lankoranskaya faretra) на Кавказе и в Средней Азии, где часто растет как сорняк.

Цветки мелкие и мелкие, собранные в соцветия, которые в свою очередь могут быть собраны в кисти или в головки.

Подсемейство Мимозовые (Mimosoideae). Это центральное подсемейство всего порядка, включающее 12 тыс. видов (1/3 рода), отличающихся при существенно неспецифических признаках от Caesalpinioideae и Papilionoideae.

Цветки в кисти или головки — актиноморфные, обоеполые, с колоколовидной или воронковидной чашечкой и венчиком. Характерная особенность строения растений, за основными которых их объединяют в подсемейство, — актиноморфный тип цветка (рис. 41 г). Цветки красивые, пятичленные, актиноморфные, в кисти или головках (рис. 64 в). Максимальный их число всего имеет пять лепестков. Их так же, как и остальные, называют или фалс. и они белые или цветные, а при срастании образуют так называемую воронку. Но для некоторых родов характерно наличие в цветках, кроме обычных, мелких бесполых цветков, которые называют ложными. Например, у рода Кассия (Cassia) лат. Кассия и акации ложные цветки лепестков считают при определении знаки.

Для определения родов в рамках рассматриваемого подсемейства нужно знать и иметь строение венчика. У одних родов (Сафора (Sophora) Гледичия (Gleditschia), мотылькового строения венчик. У других акаций ароматных, особенно ночью, т. е. все время цветков срастаются между собой тычиночными нитями, образуя тычиночную трубку, внутри которой располагается пестик (у рода Пиптантус (Piptanthus), Дуло (Genista) и др.).

Большинство родов подсемейства имеет красивые запоминающиеся цветки: длинные тычинки срастаются тычиночными нитями в трубку, и они выглядят. Такие цветки характерны у видов рода Гарро (Pterocarya), Альбиция (Albizzia), Вики (Vicia), Чина (Lathyrus) и др. Форма тычиночной трубки также бывает разнообразной, что учитывают при определении. В одних случаях тычиночная трубка срезана прямо, тогда тычинки находятся на

одно... [illegible] рода Chara [illegible], в других случаях — [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] (рис. 11.4).

Рис. 11.4. [illegible]
А — [illegible]; Б — [illegible]

Не менее важно для определения строение плодов. Их опушенность. Они могут быть [illegible] [illegible] (рис. [illegible]) [illegible] [illegible]. При определении [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Задание

1. Изучить [illegible] различающихся строением вегетативных органов, цветков и плодов — [illegible] [illegible]. Описать [illegible].

2. [illegible]

3. Определить [illegible] растения.

Порядок работы

1. В качестве [illegible] рассматривают [illegible] (Melilotus albus) (рис. 11.5). [illegible] [illegible] 30–50 см. [illegible]

клубеньки с азотофиксирующими бактериями. Стебель ветвистый, прямостоячий, на поперечном разрезе округло-ребристый. Листья очередные, тройчатосложные, с прилистниками, цветки [illegible]

Рис. 41.5. Люцерна посевная (*Medicago sativa*).
А – верхушка растения; Б – [illegible]; В – [illegible]

2. Цветки [illegible] пазушной [illegible], правильные по типу листья, зигоморфные, мотылькового типа. Околоцветник двойной: чашечка из пяти сросшихся, двугубая; венчик из трех свободных лепестков (верхний парус, два крыла) и двух срастающихся нижних (лодочка). [illegible] Андроцей двубратственный: [illegible] и один свободный. Пестик один, завязь верхняя, одногнездная, с [illegible], отходящим от самого основания.

Формула цветка [illegible]. Плод – [illegible]

Вопросы для самоконтроля

1. Какие части входят в состав [illegible]? Какой [illegible]?

2. [illegible]

[illegible]

4. Какие операции можно выполнять с объектом класса Exception?

5. Как создать собственный класс исключения?

6. Какие операции можно выполнять с объектом класса Exception?

Работа 42. Цоршион Мальвоцветные (Malvales) Семейство Мальвовые (Malvaceae)

Цель работы: изучить признаки семейства Мальвовые (Malvaceae) на примере видов из родов: Просвирник (Malva), Хлопчатник (Gossypium), Гибискус (Hibiscus), Хлопок (Lavatera)

Материалы и оборудование: гербарные экземпляры растений с типичными признаками семейства Мальвовые (Malva sylvestris или Просвирника мускусного (M. moschata), или Просвирника пренебрежённого (M. neglecta)), хлопчатника обыкновенного (Gossypium herbaceum) или гибискуса болотного (Hibiscus moscheutos), лаватеры пурпурной (Lavatera thuringiaca), лупа, препаровальная игла, пинцет, предметное и покровное стекла, раствор йода.

Мальвоцветные объединяют около 1500 видов (24 рода, 3 триба, 3 подсемейства), имеющих такие признаки как в строении вегетативных растительных органов, так и в строении цветков. Представители большинства семейств встречаются только в тропических районах (например Баобабовые (Bombacaceae), Стеркулиевые (Sterculiaceae)). Виды Мальвовых (Malvaceae) и Липовых (Tiliaceae) распространены также и в умеренных широтах. Их нередко возделывают за красивыми крупными цветками. Применяются как пищевые и кормовые, особенно в тропических странах, растения.

Листья обычно простые, очередные, реже супротивные, цельные, пальчатые, реже перистые, с пальчатым жилкованием. Основание двойной. Прилистники свободные. Опушение звездчатое. Цветки обоеполые, актиноморфные, реже зигоморфные, пятичленные, собраны в пазушные соцветия, реже одиночные.

Чашечка срастнолистная. Сросшиеся из прицветников, которых может быть три или более, формируют вид наружной чашечки – подчашие. Листочки чашечки обычно крупные, их число равно числу лепестков, окраска редуцируется, а пятичленные бугорки внутреннего круга ветвятся. В результате образуется много тычинок с монадельфными (двухгнездными) пыльниками. Пять тычинок срастаются между собой нитями в трубку. Гинецей синкарпный, пестик несет пять рыльцевидных ветвей. Завязь верхняя.

Большое парагинэцейное значение имеют виды четырех семейств: Стеркулиевых, Баобабовых, Липовых и Мальвовых.

Семейство Стеркулиевые. В культуре наиболее распространены

Шоколадное дерево (Theobroma cacao). Родина — Бразилия. Возделывают во всех тропических странах. Семена, называемые какао-бобами, содержат — жир, алкалоид теобромин, сахар, дубильные и красящие вещества, а также эфирное масло.

Кола настоящая (Cola acuminata). Семена также богаты теобромином и кофеином.

Обе вида растут в естественных условиях на равнинах в тропических лесах.

Сомнительное применение. Не исключено применение семян в качестве тонизирующего средства.

Цейба пентандровая (Ceiba pentandra). Родина — Южная Америка. Характерная особенность — образование на внутренней поверхности ствола толстых выростов (шипов), служащих защитой от животных, которые пытаются

Благовонное древесное или шелковое дерево (Cavanillesia arborea). Растет в сухих тропических лесах Бразилии, имеет специфический запах древесины

Адансония обезьяний хлеб, или баобаб (Adansonia digitata). Родина его — Африка. Великаны его достигают 25 м в высоту, а ствол их поднимается на высоту 6 м и более. Толщина ствола достигает 15 м. Древесина мягкая, пористая, используется для изготовления посуды.

Семейство Льновые. Важнейшие представители семейства — лубяные растения, культурные и дикорастущие.

Род Лен (Linum). Лубяной (прядильный) лен (Linum usitatissimum) высотой 15 см. Лубяное волокно коры идет на изготовление тканей. Среди известных видов есть декоративные и лекарственные растения.

Род Лекус (Cochlospermum). Лекус хлопковый (Cochlospermum gossypium) и лекус древесный (Cochlospermum arboreum). Эти виды широко распространены в тропических странах, где в естественных условиях растут как деревья. Дают волокно хорошего качества, используемое для изготовления веревок и канатов.

Семейство Мальвовые. Семейство Мальвовые объединяет более 1000 родов и 30 тысяч видов. Это преимущественно древесные растения — деревья и кустарники тропической зоны. Сильно встречаются и травянистые растения — однолетние, двулетние и многолетние. Цветки как правило обоеполые, с пятью лепестками. Цветки правильные, обычно с пятью чашелистиками, а иногда более или менее срастающимися. Плодолистиков пять, они многосемянные, зачастую

полусверлящие, чаще всего при основании светло-опушенных как между собой, так и с основанием пыльцевой трубки.

На территории бывшего СССР произрастает 12 родов и 72 вида. Роды сильно различаются между собой по строению плодов – коробочек стрептокарпных или плеокарпных, часто распадающихся на двустворчатые или одностворчатые плодики; легко-определимых – у большинства представителей, по наличию или отсутствию подушки и по числу гнезд завязи (прицветники сердцевидные, любого цвета, с 5 жилками; чашечка цельная, форма венчика – воронковидная, пятилепестная, форма тычинок трубочки – пятизубчатой или пятигранной).

Наиболее ценные в культуре представители следующих родов:

Роза кампанская (*Rosa gallica*) Вид широко распространен в Европе, России, Украине, Средней Азии, Закавказье и Средиземноморье. Это прекрасная культура, растет в открытом грунте. Кустарник высотой 1-1,5 м. Цветки одиночные или по 2-3 (4) в соцветии, розовые, ароматные, семена (до ста тысяч на одном семени). Такие розовые одностворчатые, белого или желтого цвета, диаметром до 60 мм. Кустарник дает до 70-75% прибыльного сырья. Используется для получения масла. Жизнь цветка в среднем около 5 дней. Цветет в июне-июле на юге, на севере – в июле-августе.

Роза или кустарник коротколепестный (*R. brevisepala*), родина – Монголия.

Роза или кустарник с обыкновенный или простоцветковый (*R. simplicifolia*), родина – Иран и Средняя Азия.

Кустарник египетский, или кустарник двухколючковый (*R. aegyptiaca*), родина – Перу.

Роза гибискусовая (*Hibiscus*) Конф. или бомбейская пальма, или пенная земля (*H. cannabinus*). Родина – Индия, Иран, Вьетнам, произрастает на влажных участках. Используется для приготовления шпагата, упаковочной ткани, рыболовных снастей. Волокно используют при производстве строительных плит и бумаги, отходы перерабатывают – силос, удобрение. Из одного квадратного метра получают 1 кг волокна, которое используется в качестве корма, покрытия и изоляции. Это культура субтропической и тропической зоны. Распространена в Средней Азии (Киргизия, Краснодарский край, реже – на Кавказе (Азербайджан-Баку, Нахичевань) и на Украине.

Бамия или сабажное съедобный [Hibiscus esculentus (Abelmoschus esculentus)]. Родина – тропическая Африка, в естественных условиях культивируется в Индии, Египте, Иране. Содержит пищевые волокна, пектиновые вещества. Обладает желчегонным действием. Используют как сырого, так и вареного.

Китайская роза [H. rosa-sinensis]. Родина – Южная Азия. В нашей стране используют в культуре как комнатное и декоративное растение.

Род Капитник (Abutilon) Капитник теофраста (A. theophrasti). Родина неизвестна. – сибирская. Канд. В лишай флоры (Кавказ, Крым, Средняя Европа) растет. Густой кустарник высотой 1–2 м. Растение ядовитое. Используется в качестве лекарственного сырья, в виде настойки и отвара. Не рекомендуется при язвенной болезни.

Задания

1. Описать строение цветка хлопчатника (или другого растения семейства мальвовых по примеру просмотренных ранее), запомнить характерные черты представителя любого другого рода. Составить описание внутреннего строения растений по общей схеме.

2. Зарисовать цветок, диаграмму, формулу и подписать основные части цветка, соцветий, плодов, семян, а также особенности строения каждого из них.

3. Определить экологическую группу растения.

4. Описать строение цветков и плодов хозяйственно важных представителей семейства мальвовых (опушенность, окраска, форма, величина, биологические особенности строения и развития).

Порядок работы

1. Общий план строения цветка мальвовых, а также в качестве сравнительного материала изучить строение цветка на примере, произрастающего на клумбе Malva sylvestris (или M. neglecta). Это наиболее широко распространенные в России представители семейства. Они сохранили общие черты строения двудольных растений, хорошо приспособлены к опылению насекомыми, культивируются в садах и огородах как декоративные растения.

2. Стебель травянистый (от 30 до 120 см), обычно ветвистый, покрыт жесткими простыми или разветвленными, а иногда и звездчатыми волосками. Листья имеют длинные черешки (20–25 см),

перистые пластинки с двумя листовой пластинкой. Последняя в общем очертании округло-треугольной формы, пятно-сложно-пучковая. Прилистники [illegible], бугорчато-зубчатые или цельные, [illegible]

Рис. 42.1. Пузырчатка длинная (*Utricularia longifolia*)
А – [illegible]; Б – [illegible]; В – [illegible]

3. Цветки зигоморфные, собраны в пучки по два-пять по три в пазухах верхних листьев, реже одиночные, на короткой цветоножке, [illegible] Венчик [illegible] Размеры венчика [illegible] Чашечка срастная [illegible] до половины, при плодах разрастающаяся. Гинецей из широкоовальных [illegible] Плодущий [illegible] Семена [illegible] Зародыш [illegible] Хлорофилл [illegible] Запасное вещество [illegible] Гаплоидное [illegible]

Типичная трубка лофита имеет двойные полоски. Гипанф состоит из плоских пластинок. Столбцы в нижней части срастаются в трубку, в верхней – свободные. В центре цветка (по оси симметрии) расположен недоразвитый пестик (рудимент тычинок плюс распадающийся на 4–5 плотно сомкнутых пестиков орешков. Формула цветка: $*Ca_{(5)}Co_5A_5G_{(5)}$.

1. По такой же схеме построены и другие растения из семейства. Определить к какому семейству относится растение (рис. 42.2 и 42.3). Первый пример: кисть по одному цветку, цветок с трехчленным плосковогнутым венчиком, трехтычинковый и пятипестичный коробочку; второй случай: цветок сходен с предыдущим.

Рис. 42.2. Условные структурные изменения у растений семейства: а – зигоморфный цветок, б – симметричный, в – обоеполый, г – однополый, д – пестичный

3. Для определения систематических признаков цветков и сходства и различия семейств (по схеме – см. выше) определить растение (Lilium candidum) (рис. 42.3) по гербарному материалу. Определение семейства проводят по признакам: по листьям различают семейство лилейных, по цветку – злаковых. В заключение приведите использованные растения.

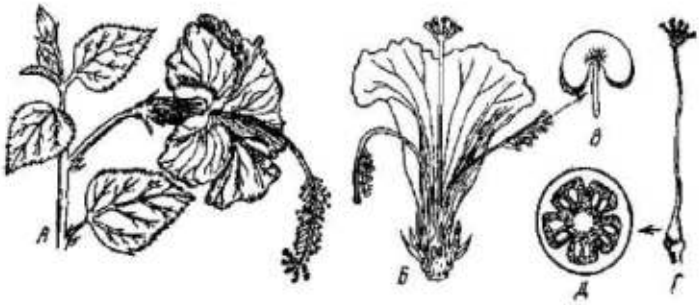


Рис. 42.3. Китайская роза (Hibiscus rosa-sinensis):
А – репродуктивный побег; Б – продольный разрез цветка; В – пыльник; Г – гинецей; Д – поперечный разрез завязи

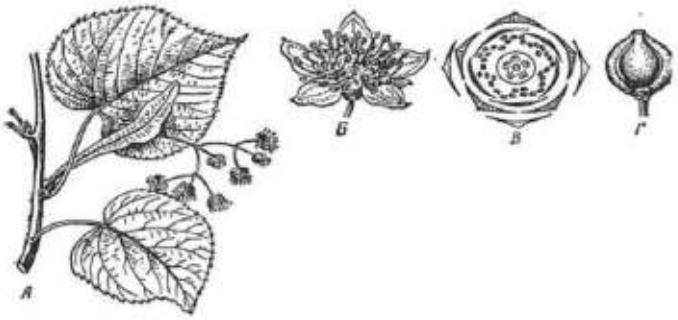


Рис. 42.4. Липа сердцевидная (Tilia cordata):
А – репродуктивный побег; Б – цветок; В – диаграмма цветка; Г – плод

6. Просвирник.

1) Цветки одиночные или в пучках по два-три; кроющий лист не видоизменяется и не срастается с осью соцветия.

2) Прицветнички зеленые, неопадающие, образующие подчашие.

3) Андроцей однобратственный, пыльники у тычинок двухгнездные.

4) Гинецей из многих неполностью сросшихся плодолистиков, каждый из которых превращается в односемянный плод.

5) Плод дробный, распадающийся на односемянные мерикарпии.

7. Липа.

1) Соцветие – трехцветковый или многоцветковый

шиповидной или листовидной лопастью; к ней прикреплена двухгнездная пыльник

2) Цветки в кистях, кисти одиночные, реже по две, пазушные, прицветники

3) Андроцей из многочисленных тычинок, расположенных в пять кругов (пятикратный), тычинки с четырехгнездными пыльниками.

4) Гинецей из пяти плодолистиков, имеющих пятигнездную завязь и пять столбиков, которые в нижней части срастаются, а в верхней образуют пять свободных.

5) Плод – многокоробочка, реже двустворчатый орешек.

6) Семена мелкие, с прямым зародышем и мясистым эндоспермом. Плод – многосемянная коробочка – открывается (рис. 42.5) створками или зубчиками. У некоторых видов плод – нераскрывающийся, многосемянный, со временем кусочки семенной кожуры разрушаются.

Рис. 42.5. Коробочка мака (Papaver somniferum).
А – ветка с цветком и плодом; Б – цветок; В – вертикальный разрез; Г – поперечный разрез плода

Вопросы для самоконтроля

1. Какой вид рода семейства Маковые (Papaveraceae) имеет наибольшее практическое значение?

2. Какова географическая распространенность представителей семейства Маковые (Papaveraceae)?

3. В каких экологических условиях произрастают представители данного семейства?

4. Какие признаки характеризуют биологические особенности представителей семейства Маковые (Papaveraceae)?

5. Какова биологическая роль плода, открывающегося порами?

6. Какой способ опыления преобладает у представителей семейства Маковые (Papaveraceae)?

Работа 43. Порядок Аралиецветные (Araliales). Семейство Сельдерейные или Зонтичные (Apiaceae, Umbelliferae)

Цель работы: изучить растения семейства Сельдерейные или Зонтичные (Apiaceae, Umbelliferae) на примере видов из родов Морковь (Daucus), Свекла (Angelica), Тмин (Carum), Кервель (Anthriscus), Зонтичник (Sium), Вех (Cicuta), Пузырник (Physocaulis), Укроп (Anethum).

Материалы и оборудование: гербарные листы, препарированные цветки, гербарные образцы плодов (Daucus carota), семян (Coriandrum sativum), кумарина (Anthriscus cerefolium), эфирного масла (Carum carvi), кумаринсодержащих растений (Anethum graveolens), фотографии общего вида растений и плодов, видеофильм.

Представители порядка Аралиецветные – древовидные растения, полукустарники, кустарники, многолетние и однолетние травы, водные растения, преимущественно с двойными или тройными супротивными или мутовчатыми листьями. Цветки с пятью чашелистиками или пятью лепестками, актиноморфные или слабо зигоморфные, собраны в сложные головки или зонтики, обычно сложные. Чашечка чаще всего с пятью зубцами. Тычинок столько, сколько лепестков, и они чередуются с ними. Гинецей из двух (реже трех) плодолистиков; завязь нижняя, реже верхняя (у некоторых аберрантных видов), с числом гнезд по числу плодолистиков, содержит в каждом гнезде по одному, реже по два семязачатка. Плод – двусемянка или костянка. Семена с мощным эндоспермом.

В составе порядка семь семейств, в числе которых Аралиевые (Состоит. Araliaceae), Araliaceae), Сельдерейные, или Зонтичные (Apiaceae, Umbelliferae). Первые древесные или травянистые растения, вторые – однолетние или многолетние травы.

Семейство Аралиевые. Важнейший представитель семейства Женьшень (общее число родов – 5, видов – 10) имеет обыкновенный (Panax ginseng). Его корневище с корнями служит источником ценного лекарственного сырья. Широко распространен в Сибири и Дальневосточном крае.

Семейство Сельдерейные. Важнейшие представители семейства Аралиевые (70 родов, около 500 видов) следующие:

женьшень (Panax ginseng) – имеет большое значение

для жизненных содержит плазмиды, липкие гифозами и другие биологически активные вещества.

В порядке (Helotiales; helio) порядок многочисленных культурных форм. Большинство из них имеет плодоносящее.

Семейство Cyperaceae. В семейство Сидеритовые (Cyperaceae) входит 300 родов, 5 тыс. видов. Представители семейства имеют большое значение в питании животного скотного, особенно водных рыбников. Они имеют очень определенную специфическую биологию.

Это травянистые многолетние и однолетние растения, редко кустарники. Все роды этого семейства широко распространены по всему миру и свободно между собой, при скрещивании не образуют гибридов. Стебли трехгранные, реже округлые, цилиндрические, иногда ребристые, не имеют членистых узлов, выполнены белой сердцевиной. Листья с влагалищем, которое иногда замыкает (реже) закрытой трубкой или пленкой, листовая пластинка, цельная, нерассеченная, с продольными жилками, параллельными (иногда дуговидными). Цветки двуполые и однополые, собраны в колоски. Чашечка двойная и представлена пятью чешуями или полностью утрачена; венчик состоит из пяти розовых лепестков со слабо выраженными сосочками, завязь свободная, плод — орех или трехгранный, семя с обильным эндоспермом. Зародыш — с маленьким щитком.

Определение сидеритовых основывается на таких признаках:

тип жилкования листа: наличие или отсутствие общей и листовой обертки;

строение колоска: наличие прицветных чешуек, форма их по поперечному разрезу, характер опушения.

Для определения родов и видов также важны строение плода (орех) и признаки соцветия (метелка).

Плоды (орехи) сидеритовых служат кормом для многих видов рыб, особенно карпа, которые питаются ими в зимний период. Однако поверхность плодов покрыта ребрышками. В связи с этим у них сильно стерты зубы. Между ребрышками ребра находятся борозды, по которым идут мелкие каналы. Иногда на месте борозды образуются вторичные ребрышки, легко отличимые от первичных по отсутствию

в эндосперме проводящих пучков. Масляные каналы также находятся на стороне мерикарпия, обращенной к плоскости рас-[illegible]. Число, форма ребер [illegible] и располо-жение [illegible] — характерные признаки для классификации.

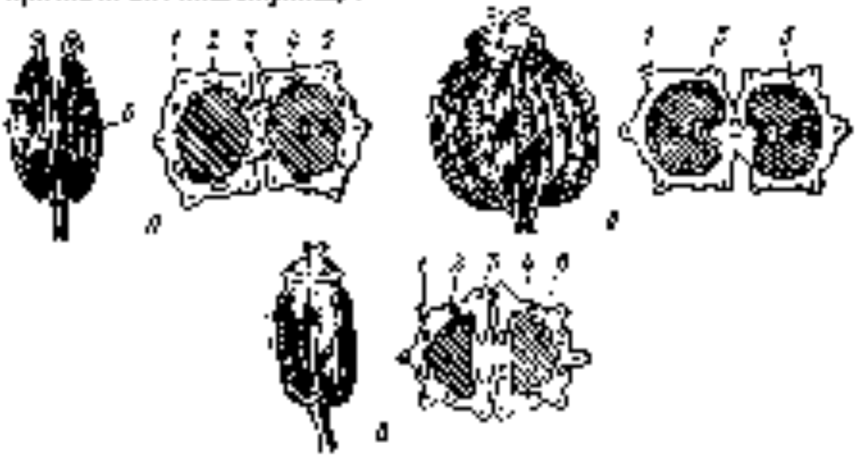


Рис. 43. [illegible] поперечный разрез [illegible] зонтичных растений (схема):
А — [illegible] обыкновенный (Carum carvi); Б — [illegible]; В — [illegible]; 1 — [illegible]; 2 — [illegible]; 3 — [illegible]; 4 — [illegible]; 5 — [illegible]; 6 — [illegible]

Существенно, у многих [illegible] форма поперечного [illegible] [illegible], что хорошо заметно на поперечном разрезе плода.

Задания

1. Изучить [illegible] обыкновенный, тмин обыкновенный, кориандр посевной, болиголов крапчатый, вех ядовитый, петрушка, [illegible] и др. Составить описание некоторых из них, руководствуясь общей схемой.

2. [illegible] поперечный разрез у рассмотренных плодов.

3. Определить последовательно растения.

Порядок работы

1. Описать пример, рассматривая корневую систему (Почвенный очерк (рис. 43)) – площадь распространения, глубина залегания. Растение, двулетнее – однолетнее. Цветение и плодоношение. Главный корень утолщается. Образует в первый год листья, растения корнеплоды. Только на второй год дает развивается типичный побег с ветвистым прямостоячим стеблем, хорошо выраженными узлами и междоузлиями. На стеблях корень стеблевой – крупнолистный.

Рис. 47. Морфологические типы растений
А – однолетние, Б – двулетние, В – однолетние с прикорневой розеткой листьев, Г – полурозеточные, Д – розеточные с укороченным корневищем

2. Листья в прикорневой розетке, они образуют на поверхности почвы, на второй – расположены попеременно, черешковые. Лист прилистников простое, в очертании почти треугольное, тройчатораздельное, на узкие доли только верхние листья двоякоперисторассеченные. Цветки в корзинках расположены на плоском цветоложе, окаймленном обертками.

3. Соцветие — сложный колос с основанием которого расположены обертки из трех листочков или перистораздельных листьев, причем один крупный. В пределах одного вида наблюдаются различные сочетания листьев.

4. Цветки в соцветиях бесприцветные: средние — актиноморфные, а краевые — зигоморфные (воронковидные лепестки значительно крупнее внутренних), иногда полностью стерильные. Чашечка редуцирована и состоит из пяти маленьких зубчиков, венчик — из пяти сросшихся лепестков белой окраски с желтым пятном вверху. Андроцей — из пяти чередующихся с лепестками тычинок; пыльники длинные лепестков. Гинецей из нижней, образован двумя плодолистиками. Столбиков два, в основании их — нектарораздельный кольцевидный диск. Завязь нижняя, двугнездная с одним семязачатком в каждом гнезде. Формула цветка: $Ca_5Co_5A_5G_{(2)}$.

5. Плод — высохшая, сухая, односемянная, яйцевидная сжатая с боков. Оберточные, зародышевые, образуют вокруг плода широко ребристую кайму с длинными игловидными, загнутыми книзу шипами, между которыми укреплены 2 желтых ресничек, усаженных несколькими щетинками. Мериспермий имеет соответственно четыре высоких и шесть мелких ребрышек. Готовый препарат попеременно сосуд плюс. Для этого кусочек обычно и вертикальную бумаги, удаляют сырой кусок. При малом увеличении рассматривают полученные срезы и выбирают лучшие из них, хорошо тонкие, на которых мериспермы видны через слой. Препарат изучают при малом и большом увеличениях. Мелкие ребрышки первичные, так как они соответствуют проводящим пучкам. Крупные ребрышки вторичные, они образовались из ткани, расположенной между первичными ребрышками. Против высоких ребрышек в средине плода находятся крупные проводящие пучки, окруженные с боков склеренхимой, обозначенной с наклонной решеткой. В центральной части мериспермия расположена семя. Главную часть его занимает эндосперм. Он окружен тонкими стенками. Прокрасьте на шаг срез, обращенный к плоскости разрыва плода.

6. В тетрадь рабочей определительной работы.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие общие признаки семейства Сельдерейные (или Зонтичные) Apiaceae, Umbelliferae? Какое место занимает это семейство в системе?

2. Какие морфологические разнокачественные органы растений семейства Сельдерейные, или Зонтичные, отличает Umbelliferae?

3. В каких органах растений данного семейства чаще всего встречаются эфирные масла?

4. Какие органы растений используются в лекарственных целях представителями семейства Сельдерейные, или Зонтичные (Apiaceae, Umbelliferae)?

5. Каковы химические группы веществ, входящие в его состав?

6. Какого химического состава представители семейства Сельдерейные, или Зонтичные (Apiaceae, Umbelliferae)?

Работа 44. Порядок Норичниковоцветные (Scrophulariales). Семейство Пасленовые (Solanaceae)

Цель работы: изучить растения семейства Пасленовые (Solanaceae) на примере видов из родов паслен (Solanum), томат (Lycopersicon), дурман (Datura), белена (Hyoscyamus), красавка (Atropa).

Материалы и оборудование: гербарные, влажные препараты или гербарные образцы растений картофеля клубненосного (Solanum tuberosum), паслена черного (S. nigrum), паслена дольчатого (S. dulcamara), паслена трехцветкового (Lycopersicon esculentum), дурмана обыкновенного (Datura stramonium), белены обыкновенной (Hyoscyamus niger), красавки обыкновенной (Atropa belladonna) и др. Иллюстративный материал по биологии растений.

Порядок Норичниковоцветные – крупный порядок, хорошо выделяемый среди Трубоцветных (Tubiflorae), в который входит 17 семейств. Наиболее широко распространены представители семейства Пасленовые (Solanaceae), Норичниковые (Scrophulariaceae), Бигнониевые (Bignoniaceae), преимущественно в Южной Америке; Горечавковые (Gentianaceae) – в горных и тропических и субтропических районах Евразии и Северной Америки; Губоцветные (Lamiaceae) – в умеренной и субтропической зоне Евразии и Америки; Подорожниковые (Plantaginaceae) – в умеренных районах Южного полушария; Жирянковые, Ворсянковые – в тропических и субтропических районах Америки, Африки и Евразии. Представители порядка – травы и полукустарники с очередными и мутовчатыми листьями, как правило, без прилистников. У паразитов листья более или менее редуцированы.

Цветки обоеполые, актиноморфные, пятимерные. Венчик сростнолепестный, с отогнутыми в бутоне лопастями, трубковидный. Андроцей чаще из пяти тычинок. Гинецей из двух, реже трех плодолистиков, синкарпный, завязь верхняя со многими или только двумя семязачатками в каждом гнезде. Семязачатки анатропные.

Семейство Пасленовые объединяет около 2000 видов, в основном травянистых растений, реже кустарников, деревьев и лиан. Широко распространены по всему земному шару, кроме Арктики и Антарктики.

[illegible] вида. В тропических странах преобладают древесные кустарники и деревья.

Листья очередные, без прилистников, простые, с цельной или рассечённой пластинкой. Цветки [illegible] зигоморфные, нередко вследствие косого положения завязи по отношению к плоскости симметрии цветка слегка зигоморфные. Чашечка сростнолистная, пятизубчатая, сохраняющаяся при плодах. Венчик [illegible] колесовидный. К трубке венчика, чередуясь с его зубцами, прирастают пять тычинок с двугнездными, реже четырехгнездными пыльниками. Гинецей синкарпный, из двух плодолистиков. Завязь верхняя [illegible] Плод — ягода или коробочка. Стебель имеет биколлатеральные проводящие пучки с внутренней флоэмой.

[illegible] для получения лекарств [illegible] (Atropa belladonna), скополия карниолийская (Scopolia carniolica), дурман обыкновенный (Datura stramonium), белена черная (Hyoscyamus niger). Очень большое значение как пищевые растения [illegible] (Solanum tuberosum) (рис. 44 [illegible]) (Lycopersicon esculentum), перец однолетний (Capsicum annuum), баклажан (Solanum melongena). Табак крупный (Nicotiana affinis) и [illegible] (Petunia hybrida) [illegible]

При определении обращают внимание на строение листьев, цветков, плодов.

Задания

1. [illegible] разобраться в строении вегетативных органов [illegible] и цветков и плодов. Описать их, руководствуясь общей схемой.

2. Зарисовать [illegible]

3. Определить исследованное растение.

Порядок работы

1. В качестве примера рассматривают томат (Lycopersicum esculentum) (рис. 44.2), широко распространенный в культуре. Естественный ареал [illegible] Перу.

Рис. 44.1. Картофель (Solanum tuberosum):
[illegible]
[illegible]
[illegible]

2. Растение однолетнее, высотой до 60 см, травянистое, с острым запахом. Корневая система стержневая. Стебель ветвистый, прямостоячий, в период формирования плодов полегающий, [illegible], опушенный, [illegible]. Листья очередные, прерывисто-непарноперисто-рассеченные на цельные или рассеченные доли, опушенные, без прилистников.

3. Соцветие – завиток, который может иметь от трех до [illegible]. Цветки [illegible]. Околоцветник двойной. [illegible]
[illegible]
шиловидные. При плодах чашечка разрастается.

Венчик желтый, колесовидный, диаметром до 2,5 см, может иметь от пяти до десяти острых, на верхушке отогнутых лепестков, также сросшихся у основания. Доли венчика чередуются с долями чашечки.

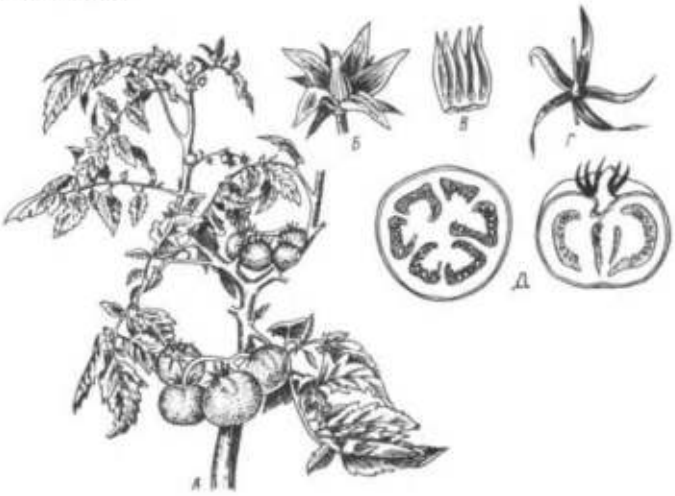


Рис. 44.2. Томат (Lycopersicum esculentum):
А – репродуктивный побег; Б – цветок; В – андроцей; Г – цветок без венчика и андроцея; Д – поперечный и продольный разрезы ягодовидного соплодия

4. Андроцей состоит из тычинок в количестве от пяти до десяти, прикрепленных к основанию трубки венчика между его зубцами. Тычиночные нити длиной 1-2 мм, пыльники довольно крупные, прижаты друг к другу так, что образуют трубку. Гинецей синкарпный, образован плодолистиками в количестве от двух до десяти. Завязь верхняя, двухгнездная или многогнездная, со многими семязачатками; плацентация осевая. Столбик прямой, довольно длинный, в верхней части несколько уплощен. Рыльце слегка двухлопастное. Формула цветка: $*Ca_{(5-10)}Co_{(5-10)}A_{5-10}\ G_{(2-10)}$. При подсчете число членов чашечки, венчика и андроцея оказывается больше пяти, а гинецея – больше двух вследствие фасциации цветков.

5. Плод – мясистая ягода красного или желтого цвета. Если происходит срастание цветков, то образуется ягодовидное

соплодие.

6. В заключение сравнивают признаки представителей двух разных родов: томата и махорки (Nicoiiana rustica) (рис. 44.3).

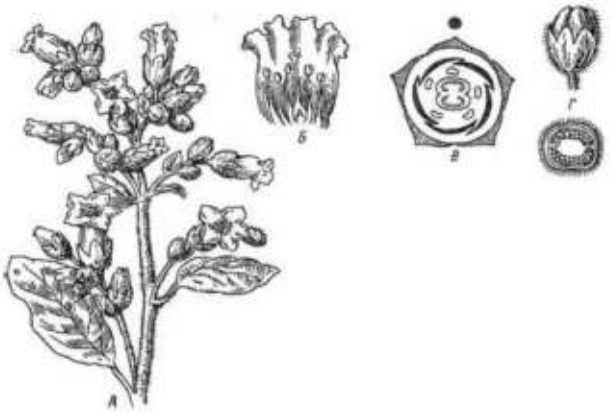


Рис. 44.3. Махорка (Nicotiana rustica):
А – общий вид растения; Б – развернутый венчик с внутренней стороны;
В – диаграмма цветка; Г – общий вид и поперечный разрез плода-коробочки

Оба растения однолетние, травянистые, резко различаются по строению листьев, цветков и плодов.

Томат

1. Листья рассеченные, иногда дважды.

2. Венчик колесовидный, лепестки заостренные.

3. Плод – ягода.

Махорка

1. Листья цельные, яйцевидные, мягкие, железисто-волосистые.

2. Венчик трубчатый, со вздутой верхней частью и нешироким отгибом, с пятью тупыми лопастями.

3. Плод – почти шаровидная двух-гнездная коробочка.

Вопросы для самоконтроля

1. Какой район называют областью Пальгунов (Solonchak)? какой вид растительности в пальгуновую пору?
2. Какой тип профиля характерен для пальгуновых (солонцовых) почв Пальгунов (Solonchak)?
3. В каких зонах встречаются солончаковые пальгуновые почвы?
4. Какие агрохимические свойства и конфигурация профиля характерны для пальгуновых почв Пальгунов (Solonchak)?
5. Каково значение риса в вашем хозяйстве и его состав?
6. Какое хозяйственное питание предпочитает солончак Пальгунов (Solonchak)?

Работа 45. Порядок Ясноткоцветные (Lamiales). Семейства Яснотковые, или Губоцветные (Lamiaceae, Labiatae)

Цель работы: изучить признаки семейства Яснотковые, или Губоцветные (Lamiaceae, Labiatae); на примере видов из родов яснотка (Lamium), клевер (Trifolium), черноголовка (Prunella), чистец (Stachys), мята (Mentha), душица (Origanum), пустырник (Leonurus), шалфей (Salvia), зизифора (Ziziphora), чабрец (Thymus).

Материалы и оборудование: гербарные образцы: яснотка белая (Lamium album), живучка ползучая (Ajuga reptans), дуброва пятнистая (Glechoma hederacea), черноголовка обыкновенная (Prunella vulgaris), а также видов из родов чистец (Stachys), мята (Mentha), шалфей (Salvia), пустырник (Leonurus), душица (Origanum), зизифора (Ziziphora), чабрец (Thymus); иллюстрации в сборе опыты этих растений.

Яснотковые (губоцветные) близки к норичниковым. Часто их объединяют в один порядок. Представители данного семейства имеют следующие:

жизненные формы – деревья, реже кустарники, распространены в тропических и субтропических областях, меньше – в умеренных и арктических;

листья простые, без прилистников, расположены супротивно или мутовчато;

цветки с простой венчиковидной;

венчик двугубый, пятилопастный, с двумя губами и пятью лепестками;

тычинок 4, реже 2, они прирастают к венчику;

плод – 4 орешка, заключенных в чашечку.

В семействе Яснотковые насчитывается около 6,5 тыс. видов (202 рода). Наиболее крупные семейства: Вербеновые (Verbenaceae) и Яснотковые, или Губоцветные (Lamiaceae, Labiatae).

Семейство Вербеновые (Verbenaceae) включает около 100 видов (вербена (Verbena), прутняк (Vitex) и др.). Растения этого семейства более 70% произрастают в зоне с тропическим климатом. Среди них – деревья, кустарники, реже – травы. Цветки с двойным околоцветником (чашечка – пятизубчатая, венчик – пятилопастный, двугубый). Тычинок 4, реже 2 или 5. Завязь верхняя, состоит из 2 плодолистиков, часто с ложными перегородками. Плод – костянка, реже – коробочка.

к загрязнению морской водой и терпентином.

Семейство Яснотковые. Семейство Яснотковые объединяет около 200 родов и около 4 тыс. видов травянистых растений, полукустарников и кустарников. Они распространены почти повсеместно на всех континентах, кроме Антарктиды, но наибольшее видовое разнообразие сосредоточено в засушливых районах Средиземноморья.

Стебель четырехгранный. Листья простые, супротивные, без прилистников. Стебель и листья покрыты железистыми волосками или железистыми чешуйками, выделяющими эфирное масло.

Соцветие – редуцированные тирсы. Цветки зигоморфные, обоеполые, двугубые, иногда почти актиноморфные, как, например, у видов рода Мята (Mentha). Чашечка сростнолистная, колокольчатая, трубчатая или двугубая, обычно пятизубчатая. Венчик всегда пятичленный, в результате срастания лепестков нижняя часть его образует трубку, а верхняя – отгиб. В типичном случае отгиб двугубый: верхняя губа состоит из двух лепестков, а нижняя – из трех. Реже отгиб четырехчленный или одногубый, например, у видов родов Дубровник (Teucrium), Живучка (Ajuga). Внутри трубка голая или снабжена [illegible] места прикрепления тычинок [illegible], препятствующими [illegible] доступу к нектару. Наличие или отсутствие этой [illegible] (фистуло-стегия) – важный систематический признак. Андроцей из четырех обычно двусильных тычинок, прикрепленных к трубке венчика. Однако виды родов Шалфей (Salvia) (рис.), Розмарин (Rosmarinus) и некоторых других имеют только две тычинки. Гинецей всегда состоит из двух сросшихся плодолистиков. Завязь верхняя, четырехгнездная (две перегородки ложные), в каждом гнезде по одному семязачатку. Столбик довольно длинный, заканчивается двухлопастным рыльцем. Плод, характерный для семейства, распадается на четыре равных односемянных эремовидных орешка (эремы).

Хотя яснотковые и норичниковые в процессе эволюции развивались как самостоятельные ветви, можно отметить большое сходство их друг с другом. Родство это устанавливается по совокупности [illegible].

Семейство Яснотковые

1. Стебель всегда четырехгранный.

2. Листорасположение всегда супротивное.

3. Венчик обоеполый двугубый; 5 лепестков; редко однополый; 4 тычинки остаются длинными, как у видов рода Мята.

4. Завязь четырехгнездная, с одним семязачатком в каждом гнезде.

5. Плод дробный, распадающийся на четыре орешковидных мерикарпия.

6. Вегетативные органы богаты эфирными маслами.

Семейство Норичниковые

1. Цветок неправильный или двусимметричный, обоеполый.

2. Листорасположение очередное или супротивное, редко мутовчатое; отсутствуют прилистники.

3. Венчик трубчатый, чаще с двугубым отгибом, иногда почти правильный.

4. Завязь двухгнездная, семязачатки многочисленные.

5. Плод – коробочка.

6. Вегетативные органы богаты эфирными маслами.

Классификация по данному семейству аналогична классификации Яснотковые занимают ведущее применение в парфюмерии. Особенно по цветам виды рода Розмарин, Лаванда (Lavandula), а также шалфей мускатный (Salvia sclarea). В пищевой промышленности в маринадах используют душицу (Mentha piperita) и мяту рутовую (Calamintha (Salvia). hederacea (Clinopodium). Пустырник (Leonurus) Чабрец (Thymus). Некоторые виды растений как декоративные это шалфей блестящий (Salvia splendens), происходящий в Южной Америке, гибрид эверсианский (Hyssopus officinalis), разнолистный и Грациа (Ajuga). Красивоцветущими являются белая или пятнистая крапива (Lamium album), чистец болотный (Stachys palustris), пятнистый обыкновенный (Galeopsis bifida) и др.

Задания

1. Выучить по имеющемуся материалу признаки растения, различающиеся строением венчика и цветков, внимательно изучить их, подготовить описание, руководствуясь общей схемой.

2. Зарисовать диаграмму и формулу цветка, описать строение, найти или назвать на почве, по книге определителей, типы соцветий или сложных плодов.

3. Определить лекарственные растения.

Порядок работы

1. С Яснотковыми знакомятся на примере обычной для средней полосы европейской [Европы (Европейской России)] (Европейская часть России) вида — ясноткой обыкновенной, или ясноткой пурпурной. Растение травянистое, многолетнее, высотой 50–150 см. Корневая система состоит из придаточных корней, образующих горизонтальное корневище. Стебель четырехгранный, прямостоячий, облиственный, в нижней части голый. Листья без прилистников, супротивные, цельные, почти сидячие или короткочерешковые, все простые, яйцевидные, вверху заостренные, снизу почти голые, зеленые. Крупные пазушные

2. Цветки мелкие, в плотных головках — компактный тирс. Прицветники листовидные, ланцетные, красноватые, как и чашечка. Чашечка длиной 1–1,5 см, колокольчатая, пятилопастная, иногда почти пополам в два ряда острых зубчиков, слегка ребристая. Зубцы одинаковые, не острые, чуть длиннее трубки, при плодах отгибаются. Цветок бледно-розовый, снаружи красноватый. Венчик белый или грязно-белый, длиной 2–2,5 см, явно двугубый, опушенный снаружи. Трубка цветка длиной 1–1,5 см, с волосатым кольцом в зеве. Верхняя губа шлемовидная, цельная, на верху почти округлая, почти равная нижней. Нижняя губа трехлопастная, средняя лопасть отогнута, зубцы сужения в короткие ноготки, а боковые лопасти выгнуты шиловидно.

3. Андроцей двусильный, спирально расположен в трубке. Тычинки четыре, две длинные, две короткие, они же внутренние; пыльники желтые, пыльца желтая. Гинецей состоит из двух сросшихся плодолистиков. Столбик длинный, с двухлопастным рыльцем, выходит с расположенной под верхней губой. Завязь верхняя, четырехгнездная, снаружи четырехлопастная, в средней части с одной стороны с двумя [2] ямками, в которых скрыты нектарники в виде желез. Формула цветка $Ca_{(5)}Co_{(4)}A_2G_{(2)}$.

4. Плод — коробочка в чашечке. Распадается на четыре удлиненно-яйцевидных, почти трехгранных орешковидных корнезерна.

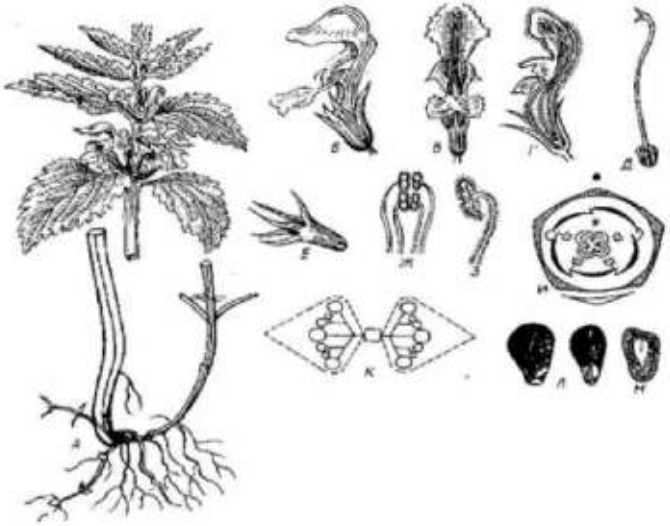


Рис. 45.1. Яснотка белая (Lamium album):
А – общий вид; Б, В – общий вид цветка; Г – продольный разрез цветка;
Д – гинецей; Е – чашечка; Ж – андроцей; З – тычинка; И – диаграмма цветка;
К – схема боковых соцветий; Л, М – общий вид и продольный разрез эрема

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Яснотковые или Губоцветные (Lamiaceae, Labiatae), какое место занимает оно в эволюционном ряду?
2. Каково географическое распространение представителей семейства Яснотковые, или Губоцветные (Lamiaceae, Labiatae)?
3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?
4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Яснотковые, или Губоцветные (Lamiaceae, Labiatae)?
5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?
6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Яснотковые или Губоцветные (Lamiaceae, Labiatae)?

Работа 46. Порядок Марецветные (Chenopodiales). Семейство Маревые, или Лебедовые (Chenopodiaceae)

Цель работы: изучить растения семейства Маревые, или Лебедовые (Chenopodiaceae) на примере видов из родов: Мари (Chenopodium), Лебеды, Солянки (Salsola).

Материалы и оборудование: бинокуляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы: мари белой (Chenopodium album), лебеды лоснящейся (Atriplex nitens), лебеды садовой (A. hortensis), солянки содоносной (Salsola soda); фиксированные в спирте цветки, а также плоды этих растений.

Представители порядка Марецветные – преимущественно травянистые растения, но есть и деревья. Они широко распространены, особенно – в субтропических странах с сухим климатом и засоленными почвами. Листья очередные или супротивные, чаще без прилистников. Цветки мелкие, невзрачные. Околоцветник простой, число свободных или сросшихся долей от пяти до одной. Иногда цветки голые. Андроцей из пяти тычинок, иногда их меньше. Гинецей многочленный, ценокарпный, из 2-3, реже 4-5 плодолистиков или апокарпный.

В состав порядка входит несколько семейств. Наиболее значительное из них – маревые, или лебедовые (Chenopodiaceae) – объединяющее около 1,5 тыс. видов, 100 родов, и щирицевые (Amaranthaceae) – около 900 видов.

Семейство Маревые во флоре бывшего СССР представлено около 350 видами (50 родов). Жизненные формы разнообразны: от многолетних, двулетних, однолетних трав до кустарников и деревьев (виды рода саксаул – Haloxylon). Широко представлены суккуленты с членистыми стеблями и редуцированными листьями.

Вегетативные органы отличаются большой изменчивостью, нередко даже в пределах одного растения. Особенно это относится к листьям. Они бывают копьевидные, стреловидные, ромбовидные с длинными черешками или от овальных до яйцевидных с явно более короткими черешками.

Цветки у многих видов очень мелкие, расположены по одному в пазухах прицветничков, образуя колосовидные соцветия, но чаще они собраны в тирс, боковые соцветия которого – клубочки. Цветки однополые или обоеполые, часто имеют по два

прицветника, одиночные, четырехчленные, но чаще пятичленные. Околоцветник простой, чашечковидный, иногда более или [illegible] [illegible], сросшийся и [illegible] [illegible] к ранней весне придатки в виде крючковидных отростков, крылышек и прочее, служащие для распространения.

Нередко на одном и том же растении можно наблюдать цветки прицветничковые и [illegible], [illegible] (или [illegible]) с околоцветником и без него (у видов родов Марь – Chenopodium, Лебеда – Atriplex). Семена с твердой спермодермой, имеющей разнообразные скульптурные утолщения, постоянные для вида, и потому нужные для определения, или же с [illegible] [illegible]. Плод односемянный – орешек или семянка, [illegible] [illegible]. Из [illegible] образуются соплодия (виды рода Свекла – Beta).

Многие представители семейства из родов: Солянка (Salsola), Сведа (Suaeda), Саксаул (Haloxylon), Анабазис (Anabasis) и Кохия (Kochia) широко распространены на [illegible] солончаках. Некоторые роды содержат очень важнейшего экономического значения. Например, свеклу обыкновенную (Beta vulgaris) широко возделывают как овощное и кормовое растение, но особенно ценно она как техническое сырье для сахарной промышленности. Саксаул черный (Haloxylon aphyllum) и Саксаул белый (H. persicum) – закрепители песков, а также топливо в безлесных районах Средней Азии. Некоторые виды общеизвестны как сорняки: марь белая (Chenopodium album), марь сизая (Ch. glaucum), лебеда раскидистая (Atriplex patula) и др.

Задания

1. Изучить виды из родов Марь и Лебеда. Составить их описания, руководствуясь общей схемой.

2. Зарисовать поперечное сечение стебля, лист и [illegible] покрывающие его волоски, соцветие, цветок, андроцей, гинецей, плод, семя рассмотренных растений.

3. Сопоставить представителей обоих родов и выявить у них общие и отличительные признаки.

4. Определить изучаемые растения.

Порядок работы

1. Марь белая (*Chenopodium album*) рис. 16.11 – одно из наиболее широко распространенных сорняков (однолетник). Он встречается по всей территории Европейской части России, а также на сорных местах.

Растение травянистое, однолетнее. Стебель пятигранный. Средние листья очередные, ромбические, выемчато-зубчатые, длинночерешковые. Нижние листья с мучнистым налетом. При получении отдельных гаметофитов микроспора делится неравномерно: вегетативная клетка крупная, генеративная – мелкая. Она покрыта пузыревидным волоском, который и создает впечатление мучнистого налета.

Рис. 44. Марь белая (*Chenopodium album*)
А – общий вид растения; Б – цветок; В – плод; Г – диаграмма цветка; Д – плод с околоплодником; Е – семя; Ж – вегетативная фигура

2. Цветки в клубочках, расположенных в пазухах листьев и собранных в пучок. Рассматривая препарат клубочка при помощи стереоскопического микроскопа, убеждаемся в том, что он состоит из очень мелких цветков. Околоцветник простой, чашечковидный, из пяти сидячих листочков, из-за чего цветки кажутся двудомными. Тычинок пять, с коротенькими нитями и яйцевидными пыльниками. Пестик с верхней двугнездной завязью и двумя

видные волоски. Андроцей – из пяти тычинок, супротивных долям околоцветника. Гинецей – из двух плодолистиков, паракарпный. Завязь верхняя. Формула цветка: $P_{(5)}\ A_5G_{(2)}$. Среди обоеполых цветков иногда можно встретить и однополые.

3. Рассматривают плод – семянку. Околоцветник остается при плоде, и его листочки загибаются внутрь, закрывая плод. Препаровальной иглой снимают пленчатый околоплодник и вынимают семя. Оно имеет твердую, почти черную блестящую спермодерму с рисунком.

4. Лебеда лоснящаяся (Atriplex nitens) (рис. 46.2) – также довольно обычное, легко добываемое травянистое однолетнее растение. Нижние побеги и листья на них супротивные. Листья копьевидные, выемчато-зубчатые, с мучнистым налетом. Соцветие агрегатное. Цветки собраны в рыхлые колосья, образующие метелку. По внешнему виду лебеда лоснящаяся настолько похожа на марь белую, что их трудно бывает различить. Однако цветки у лебеды раздельнополые. Тычиночный имеет простой околоцветник из пяти листочков и андроцей из пяти тычинок.

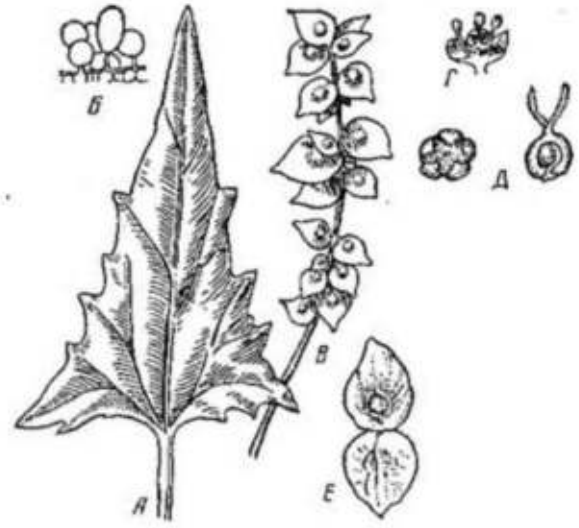


Рис. 46.2. Лебеда лоснящаяся (Atriplex nitens):
А – лист срединной формации; Б – пузыревидные волоски на эпидерме листа; В – репродуктивный побег; Г – продольный разрез тычиночного цветка; Д – пестичные цветки (с околоцветником и голый); Е – плод с прицветничками

Цветущий чашелистик с двумя прицветниками, сросшимися в основании. Синяя анемонарезка. Из двух спиралей. Формула цветка: $\uparrow^{*} P_{2+2}A_{\infty}G_{\infty}$; $\downarrow^{*} P_{2+2}A_{\infty}G_{\infty}$.

Среди плодов встречаются плоды, имеющие форму и окраску, но без прицветников, но тогда без прицветников.

5. Прицветники при плодах округло-овальные, целокожистые, слегка голые, со временем деревянистые, неравномерно прижимистые. Плоды с плоской боковой стороной, крупные, в диаметре 6–8 см, с плоской боковой стороной, мелкие, диаметром 1–1,5 см.

В заключение составляют таблицу по основным отличительным признакам растений семейства Ранункулюсовые

Мерзлянка

1. Цветки с обычно не менее 5 венчиковидных лепестков без прицветников.

2. Соцветие – тирс (голубики собраны в кисть)

3. Плоды – ягоды.

4. Семена с твердой и хрупкой, ямчатой кожурой.

Лесная красавица

1. Цветки раздельнополые, пестичные, чаще без околоцветника и с прицветниками.

2. Соцветие зонтичное, (без ягодных кистей и с ягодами в кисти)

3. Плоды разного размера (гетерокарпия).

4. Семена с плоской светло-бурой, без рисунка.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды имеют … листья Мерзлянки … или Лесной красавицы? Какие отличия имеются при изучении ряда?

2. Какие периферические распределения признаков по листьям Мерзлянки, или Лесной красавицы? Ф

3. В каких отличительных … имеют отличия цветки … …?

4. Какие признаки имеют … листья … и ряда … Мерзлянки, или Лесной красавицы? Ф

5. Какие … … … …?

6. Какие … … … … Мерзлянки или Лесной красавицы?

Работа 47. Порядок Макоцветные (Rhoeadales). Семейство Капустные, или Крестоцветные (Brassicaceae, Cruciferae)

Цель работы: изучить растения семейства Капустные, или Крестоцветные (Brassicaceae, Cruciferae) на примере видов из родов: Капусты (Brassica), Редьки (Raphanus), Рыжика (Camelina), Сурепицы (Barbarea), Мака (Papaver), Чистотела (Chelidonium), Дымянки (Fumaria), Хохлатки (Corydalis) Желтофиоли (Cheiranthus), Сумочника (Capsella), Брюквы (Brassica), Лунника (Lunaria), Катрана (Crambe).

Материалы и оборудование: бинокуляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы капусты огородной (Brassica oleracea), редьки дикой (Raphanus raphanisirum) или редьки посевной (R. sativus), рыжика ярового (Camelina glabrata) или сурепицы обыкновенной (Barbarea vulgaris) из семейства Капустные (Brassicaceae); мака снотворного (Papaver somniferum), мака самосейки (P. rhoeas) и чистотела большого (Chelidonium majus) из семейства Маковые (Papaveraceae) или дымянки аптечной (Fumaria officinalis) и хохлатки плотной (Corydalis solida) из семейства Дымянковые (Fumariaceae). Фиксированные в спирте цветки и плоды этих растений, а также плоды желтофиоли (Cheiranthus cheiri), сумочника пастушьего (Capsella bursa-pastoris), брюквы (Brassica napus) или горчицы черной (B. nigra), лунника многолетнего (Lunaria rediviva), катрана морского (Crambe maritima) или катрана шершавого (C. aspera).

Порядок Макоцветные объединяют 6-7 семейств, представители которых в основном произрастают во внетропических зонах: семейство Капустные, или Крестоцветные (Brassicaceae, Cruciferae), включающее 350 родов, 3 тыс. видов, представленных обычно травами, изредка полукустарниками; семейство Маковые (Papaveraceae) – 30 родов, около 800 видов – травы, изредка кустарники и даже деревья; семейство Дымянковые (Fumariaceae) – 19 родов, около 425 видов – травы, иногда лианы; семейство Каперсовые (Capparidaceae) – 450 видов – травы и кустарники; семейство Резедовые (Resedaceae) – 60 видов – травы и кустарники. Только в тропических странах растут немногие виды семейств: Товариевые (Tovariaceae) и Моринговые (Moringaceae), представленные деревьями. Из них Хренное дерево (Moringa oleifera) возделывают для получения масла из семян и камеди.

Цветки актиноморфные, обычно обоеполые, с двойным околоцветником. Листочки околоцветника свободные в двухчленных, четырехчленных или пятичленных мутовках. Тычинок столько же,

ваются лепестков, или больше, в многократном числе. Гинецей апокарпный из двух или нескольких пестиков. Завязь одногнездная или многогнездная, одногнездная. Плод коробочка или ягода, семена эндосперм. Многолетние или однолетние растения.

У некоторых семейств Магнолиевых прослеживаются родственные связи с вымершими цикадовыми, хвощами и беннеттитами.

Семейство Калужницевые (Caltha) по морфологическим признакам является наиболее естественным. Представители семейства распространены в странах с умеренным и холодным климатом Северного полушария. Роды калужницевых между собой близкородственны, что затрудняет установление границ между ними и определение их систематического положения.

Особенности строения цветка: обоеполые и актиноморфные цветки, не имеющие чашелистиков и венчика, с многочисленными тычинками и пестиками в мелкими или крупными. Чашелистиков обычно 5, реже 4 или 6, они свободные, по четырем лепестковидные, расположенные в виде простого венчика. Иногда, у некоторых видов, лепестки отсутствуют, и функцию венчика выполняют чашелистики. Андроцей из многих тычинок, гинецей из двух-пяти, более пестиков, т. е. многочленный. Плодолистики апокарпные, их завязи состоят из двух половинок. У многих видов в основании пестиков образуются нектарники. На каждой из тычинок имеется 2 продольных углубления, выполненных нектаром. Семенные ряды семязачатков, однако, расположены вдоль срастающейся, отходящей от верхушки плаценты, остается только один ряд семязачатков. Завязь апокарпная. Состоит из двух многочленных пестиков, которые имеют прикрепление почти базальное, т. е. по типу пестика.

Плод — многолистовка, иногда коробочка. Раскрывается двумя створками, отделившимися от плацентарного валика. У некоторых видов плоды зрелые. Например — Калужница. Плодики — Четырехугольные, многосемянные, с четырех сторон. Следовательно, можно предположить, что пестик состоит из двух, а не четырех плодолистиков. В таком случае у большинства Калужницевых на месте шестого образуется ложная перегородка. Она имеет не перепончатое, а плотное строение. Ее функция — прочно удерживать семена. Из двух видов, произрастающих в Европейской части России, Калужница болотная (Caltha palustris), называемая также — Калужница

R. raphanistrum. Основой классификации этого семейства были роды: Дрёма – Thlaspi, Клоповник – Lepidium. Для определения этих родов нужно изучить их внутреннюю структуру (строение), но и по внешним признакам можно отличить растения. Плоды бывают створчатые и членистые.

Капустные – это двулетние травянистые растения. Однако нередко наблюдаются и однолетние, например, пастушья сумка, или пастушья сумочка (Capsella bursa-pastoris) и др.

Многие виды капусты дикорастущие: это дикорастущая капуста огородная (Brassica oleracea), сурепка, рапс (Brassica napus), горчица белая, горчица сарептская (Sinapis alba), редька дикая (Raphanus raphanistrum) и др. Культурные растения: капуста огородная, горчица, сарептская, белая, редька дикая, сурепка и др. Используют также некоторые пластинчатые, превращающиеся в естественных условиях в однолетние (Arabidopsis thaliana), корни или (Brassica, Napobrassica). В корнях накапливается много крахмала. Другие виды семейства используются в медицине: в народной (Cochlearia officinalis), или почечный чай (Herperis matronalis), листья сладкой (Hesperis matronalis), левкои (Matthiola incana), Матиолы и др. Многие декоративные растения: арабис (Thlaspi), гулявник (Sisymbrium), крестовник (Barbarea), пузырник (Draba) и другие – выведены как результат работы селекционеров и генетиков.

Задания

1. Изучить строение растения и обозначить его основные части.

2. Зарисовать в свой альбом таблицу, описать цветок, соцветие, плод, семена.

3. Определить систематическое положение.

4. Сравнить строение растения с особенностями строения, внешнего вида других родов.

5. Установить сходство и различие в строении цветков и плодов разных растений (или любого другого вида покрытосеменных) с двумя или тремя основными – какие они, чем похожи и чем – отличаются.

Порядок работы

1. Редька дикая (Raphanus raphanistrum) (рис. 47). Одно из наиболее широко известных растений. Ее плоды используют

как сверху эллипс, встречаются почти повсеместно и в сыпучем виде, преимущественно на сырых местах.

2. В предгорьях и горах встречаются следующие

Редька (R. sativus subsp. niger) – двулетнее растение, корнеплод крупный, длиной до 25 см, сильно утолщенный, черный или белый, иногда красный.

Редис (R. sativus subsp. radicula) – однолетнее растение, корнеплод шаровидный или овальный 3–5 см в диаметре, красный или розовый, иногда белый

Рис. 47. Турнепс полевой (Brassica rapa)
А – общий вид растения; Б – корнеплод; В – соцветие; Г – цветок (а – чашелистик, б – лепесток, в – тычинка, г – пестик); Д – плод; Е – семена; ж – корнеплод; з – листья

3. Растения-индикаторы: горбатка обыкновенная, пятнистая и различные виды ремнецветника, мятлик луговой, пырей ползучий. У видов ремнецветника, которые образуют светлосиний пояс и трудно входят в цветение и плодоношение, стебли ветвистые, прижатые, высотой 5–40 см.

Ремнецветник – многолетние травы с ползучим корнеплодом и ремнев-

ченные, с крупной верхней долей и заостренностью верхушки боковых. Нижние листья лишь более или менее лопастные или зубчатые, неравномерно-. Средние листья (в нижней части очередные почти цельные, ланцетные, цельнокрайние, перистолопастные, с одной стороны пальчато-лопастные).

1. Семейство – розоцветные. Цветок имеет 5-членное основание, 5 лепестков, 5 чашелистиков длиной 1,5–1,5 см, обратнояйцевидных, с хорошо выраженными жилками. Чашелистики прямые, прижатые к венчику и к ним. Андроцей состоит из многочисленных, четырехгранных: две тычинки тычиночного круга короткие, четыре внутреннего круга – длинные, сросшиеся друг с другом. Плодолистики хорошо дифференцированы и имеют на внутренней стороне короткие тычинки. Завязь на очень коротком гинофоре (плодоножке) полубокового цветка, с двумя семяпочками. Формула цветка: *Ca5Co5A∞G2.

3. Пол – нормально-двуполый. Стручок вздутый, широкий, голый, на поперечный коллектор, почти с обе выпуклостями, и имеет перегородку. Семена без крылышек, округлые, гладкие. Зародыш помещается в мясистом белке, семядоли

6. Поскольку одним из важнейших признаков для определения родов Капустных служит структура плодов, сравнивают плоды по общему виду, по форме створок и плодов, по числу семян в плоде, по форме семян, по наличию или отсутствию придатков. Сравнивают плоды пастушьей сумки (Capsella bursa pastoris), капусты огородной, брюквы, турнепса, репы, дикого многолетнего (Lunaria rediviva), катрана морского (Crambe maritima) и катрана татарского (C. tatarica) (рис. 47).

Наконец, сопоставляют плодовые признаки строения стручков, плодов и семенников Капустных по приведенным выше признакам и Маковых на примере мака снотворного (Papaver rhoeas) (рис. 47).

7. Признаки сорняков: по общему виду растения (однолетний, двулетний, многолетний травянистое растение с отмершими листьями, стеблем, облиственное, листостебельное, с корнями, корневищами, клубнями, луковицами, с придаточными почками); по типу питания (паразитное, полупаразитное, полуполупаразитное)

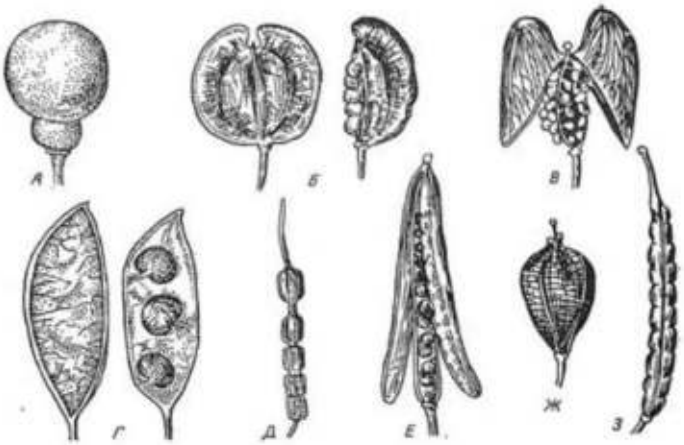


Рис. 47.2. Плоды капустных (сем. Brassicaceae):
А – катран морской (Crambe maritima); Б – ярутка полевая (Thlaspi arvense); В – сумочник пастуший (Capsella bursa-pastoris); Г – лунник многолетний (Lunaria rediviva); Д – редька дикая (Raphanus raphanistrum); Е – желтофиоль садовый (Cheiranthus cheiri); Ж – рыжик посевной (Camelina sativa); З – брюква (Brassica napus)

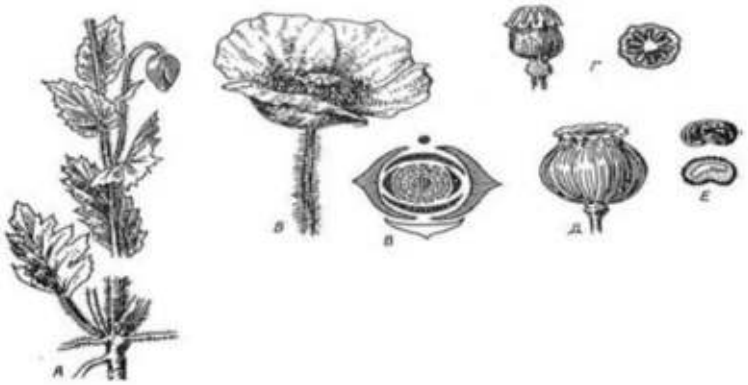


Рис. 47.3. Мак самосейка (Papaver rhoeas):
А – общий вид; Б – цветок; В – диаграмма цветка; Г – общий вид и поперечный разрез гинецея; Д – плод – коробочка; Е – общий вид и продольный разрез семени

Отличительные признаки редьки посевной и мака самосейки

8. Редька посевная

1) Растения без млечного сока, имеются клетки, содержащие

мирозии.

2) Цветки небольшие, в безлистных кистях.

3) Чашелистиков четыре в двух кругах, по два в каждом, они сохраняются, но крайней мере, в период цветения.

4) Андродей из шести тычинок в двух кругах (две короткие снаружи и четыре длинные внутри).

5) Пестик из двух плодолистиков.

6) Завязь вследствие образования ложной перегородки двухгнездная.

7) Плод – стручок (у рассматриваемого вида нераскрывающийся).

8) Семена без эндосперма.

Мак самосейка

1) Растения с млечным соком.

2) Цветки крупные, одиночные.

3) Чашелистиков два в одном круге, они опадают при раскрывании цветков.

4) Андроцей из неопределенного и большого числа тычинок, расположенных несколькими кругами.

5) Пестик из 14-16 плодолистиков. У некоторых родов, например у чистотела (Chelidonium), мачка (Glaucium) и других, плодолистиков два.

6) Завязь одногнездная.

7) Плод – коробочка (раскрывающаяся).

8) Семена с эндоспермом, содержащим масла.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Капустные, или Крестоцветные (Brassicaceae, Cruciferae), какое место занимает оно в эволюционном ряду?
2. Каково географическое распространение представителей семейства Капустные, или Крестоцветные (Brassicaceae, Cruciferae)?
3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?
4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Капустные, или Крестоцветные (Brassicaceae, Cruciferae)?
5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?
6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Капустные, или Крестоцветные (Brassicaceae, Cruciferae)?

Работа 48. Порядок Астроцветные (Asterales). Семейство Астровые или Сложноцветные (Asteraceae, Compositae)

Цель работы: изучить растения семейства Астровые или Сложноцветные (Asteraceae, Compositae) на примере видов из родов: Подсолнечника (Helianthus), Астры (Aster), Одуванчика (Taraxacum), Нивяника (Leucanthemum), Пижмы (Tanacetum), Осота (Sonchus), Бодяка (Cirsium), Тысячелистника (Achillea); Ромашки (Matricaria), Крестовника (Senecio), Василька (Centaurea), Скерды (Crepis), Ястребинки (Hieracium).

Материалы и оборудование: бинокуляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы: подсолнечника однолетнего (Helianthus annuus) или топинамбура (H. tuberosus) или астры (Aster amellus), одуванчика лекарственного (Taraxacum officinale), нивяника обыкновенного (Leucanthemum vulgare), пижмы обыкновенной (Tanacetum vulgare), осота полевого (Sonchus arvensis), бодяка полевого (Cirsium arvense), тысячелистника обыкновенного (Achillea millefolium); видов родов: Ромашка (Matricaria), Крестовник (Senecio), Василек (Centaurea), Скерда (Crepis), Ястребинка (Hieracium) и др. Фиксированные в спирте цветки этих растений.

Астроцветные – монотипный порядок. В его составе лишь одно семейство – астровые, или сложноцветные (Asteraceae, Compositae). Это одна из наиболее высокоорганизованных и наиболее широко распространенных групп покрытосеменных растений. Число видов весьма неопределенно: 18-20 или даже 25 тыс. (по Смоллу), 1 тыс. родов. В растительном покрове они составляют примерно десятую часть всех покрытосеменных.

Многие роды чрезвычайно полиморфны, так как явно находятся в процессе интенсивного формообразования. Их характеризуют высокая пластичность в экологическом отношении (многие виды являются космополитами), большая энергия как семенного, так и вегетативного размножения. Значительная часть видов выступает в качестве основных компонентов растительного покрова. Большое число астровых – хозяйственно ценные растения. Так, салат латук (Lactuca sativa) – важная овощная культура, подсолнечник однолетний (Helianthus annuus) – масличная, эстрагон (Artemisia dracunculus) – пряная. Виды родов Сушеница (Gnaphalium), Пижма (Tanacetum), Цикорий (Cichorium) и других используют в фармакологии; виды рода Пиретрум (Pyrethrum) и др. – для инсектицидных препаратов; виды родов Астра (Aster), Георгин (Dahlia), Хризантема (Chrysanthemum) представляют

интерес как декоративные культуры; виды рода Одуванчик (Taraxacum) – как каучуконосы.

Многие представители семейства являются злостными, трудно искореняемыми сорняками полей. К ним относятся виды родов: Осот (Sonchus), Бодяк (Cirsium), Василек (Centaurea) и др.

Астровые – в основном травянистые растения, реже полукустарники, в горах тропической зоны и на океанических островах встречаются также кустарники и деревья. Листья простые, без прилистников, цельные или расчлененные. Листорасположение очередное, реже супротивное или мутовчатое.

Характерный признак семейства – соцветие корзинка, которое на первый взгляд можно принять за цветок. В некоторых случаях корзинки, если они малы, собраны в щиток или метелку (агрегатное соцветие). Корзинки окружены листочками, в совокупности называемые обверткой. Расположение листочков обвертки по отношению друг к другу, а также их форма и окраска важные признаки для определения. Ложе корзинки может быть вогнутым, плоским или выпуклым, гладким или выемчатым, покрытым щетинками или волосками, внутри выполненным или полым (рис. 48.1). Все это также учитывают при определении.

Цветки очень разнообразные: то довольно крупные и ярко окрашенные, то мелкие, невзрачные. Наиболее типичные цветки четырехциклические, причем околоцветник и андроцей пятичленные, а гинецей образован двумя плодолистиками. Чашечка сростнолистная, прирастает к завязи, свободная часть редуцирована или сохраняется в виде пяти зубцов (редко), прицепок, волосков (хохолок, паппус). Венчик сростнолепестной, актиноморфный или зигоморфный.

Андроцей состоит из пяти тычинок со свободными тычиночными нитями и слипшимися в трубку пыльниками – такое строение характерно только для астровых. Некоторые представители семейства Ворсянковые (Dipsacaceae) тоже имеют соцветие корзинку, но их легко отличить от астровых по неслипшимся пыльникам.

Гинецей паракарпный. Завязь нижняя, одногнездная. Длинный столбик находится внутри тычиночной трубки, над которой возвышается обычно двухлопастное рыльце. Плод – семянка, нередко снабженная летучкой (рис. 48.2). Семя без эндосперма, часто слипается с околоплодником.

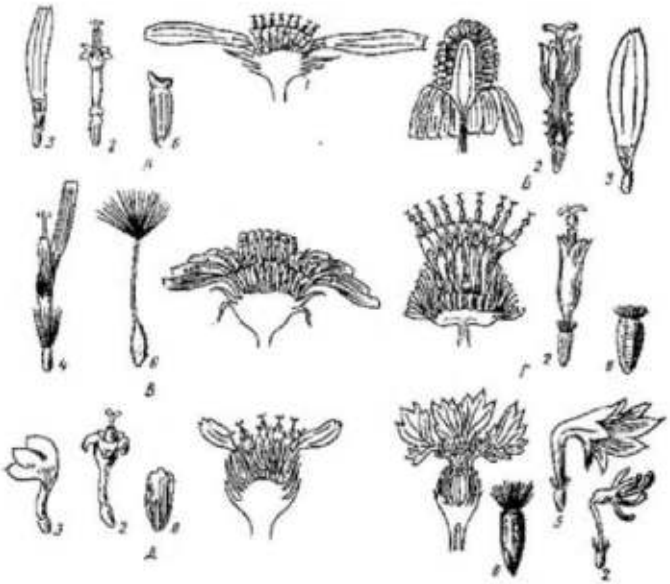


Рис. 48.1. Соцветия и типы цветков астровых (сем. Asteraceae):
А – нивяник обыкновенный (Leucanthemum vulgare); В – ромашка лекарственная (Matricaria recutita); В – одуванчик лекарственный (Taraxacum officinale); Г – лопух большой (Arctium lappa); Д – тысячелистник обыкновенный (Achillea millefolium); Е – василек синий (Centaurea cyanus); 1 – обвертка, 2 – трубчатый цветок, 3 – ложноязычковый цветок, 4 – язычковый цветок, 5 – воронковидный цветок, 5 – плод – семянка

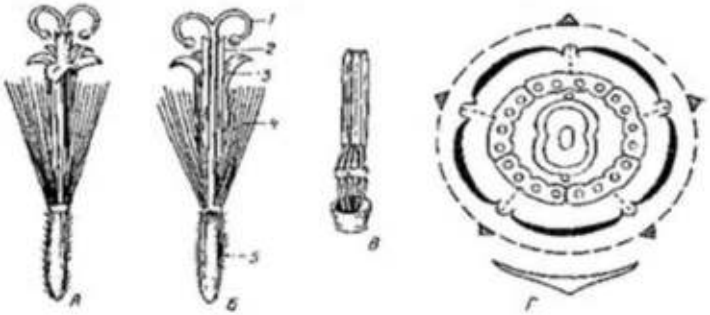


Рис. 48.2. Трубчатый цветок астровых (сем. Asteraceae):
А – общий вид; Б – продольный разрез; В – андроцей; Г – диаграмма цветка; 1 – рыльце; 2 – андроцей; 3 – венчик; 4 – хохолок; 5 – завязь

По строению венчика различают следующие основные типы цветков: трубчатый, язычковый, ложноязычковый, воронковидный (рис. 48). У каждого вида имеются свои особенности строения цветка и, следовательно, свои диагностические признаки. Они и помогают систематически сгруппировать ложноязычковые цветки.

Трубчатый цветок обычно принадлежит ко вторичному типу. Лепестки венчика у него срастаются в трубку, в верхней части трубки располагаются пять коротких лопастей. Цветок актиноморфный (правильный), обоеполый (гермафродитный), реже раздельнополый. Цветки трубчатого типа характерны для подсолнечника (Helianthus annuus), василька синего (Centaurea cyanus), пижмы обыкновенной (Tanacetum vulgare), девясила высокого (Inula helenium), бодяка полевого (Cirsium arvense), череды трехраздельной (Bidens tripartita) и многих других растений. Формула цветка: $\uparrow K_{0,1,2,3,4,5} C_{(5)} A_{(5)} G_{(2)}$.

Язычковый цветок — самый характерный для сложноцветных. В нижней части венчика у него такая же трубка, только очень короткая. Выше образуется плоская, сильно вытянутая, заканчивающаяся пятью зубчиками часть — язычок. Цветки язычковые, обоеполые, встречаются у василька лугового, цикория обыкновенного, одуванчика лекарственного и горького.

Формула цветка: $\uparrow K_{0,1,2,3,4,5} C_{(5)} A_{(5)} G_{(2)}$.

Ложноязычковый цветок, сходный, отличается от другого венчик имеет только одну губу — язычок. Ложный язычок образован или тремя лопастями из пяти, или двумя лопастями при трубке и не нарушает венчик. Цветки ложноязычковые, часто собраны в соцветие, например краевые цветки корзинки у видов рода Подсолнечник, и Ромашка. Формула цветка: $\uparrow C_{(3)+(2)} G_{(2)} A_{(5)} G_{(2)}$.

Воронковидный цветок сходен по строению с трубчатым. Отличие состоит в том, что венчик имеет не пять, а четыре лопасти. Цветки воронковидные имеют только растения семейства Вьюнковые.

Формула цветка: $\uparrow K_{(5)} C_{(4)} A_{4} G_{(2)}$.

Мелкие цветки, собранные в плотные соцветия — корзинки, более заметны для насекомых-опылителей. Корзинка может состоять только из трубчатых цветков, а снаружи — из краевых. Часто в центральной части корзинки расположены трубчатые цветки, а по периферии — язычковые или воронковидные. Крупные краевые цветки бывают более отчетливые, чем мелкие срединные, что является важным признаком для

плоскими.

Распределение полов в соцветиях очень закономерно. Корзинка может содержать только обоеполые цветки (виды рода Одуванчик, Цикорий, Бодяк), обоеполые и пестичные (виды рода Подсолнечник, Василек), обоеполые, язычковые, воронковидных в одной корзинке (виды рода Мать-и-мачеха — Tussilago) или в разных. В последнем случае бывают как однодомные растения (виды рода Дурнишник — Xanthium) так и двудомные (виды рода Кошачья лапка — Antennaria).

Перечисленные особенности строения цветков и их распределение в соцветии имеют решающее значение для определения родов. При определении же видов из родов растений с простыми соцветиями используются признаки листьев и стебля.

Семейство сложноцветных (или астровых) подразделяется на три подсемейства: трубчатые (Tubifloreae), у которых все цветки в корзинке трубчатые или иногда краевые цветки ложноязычковые или воронковидные, и язычковые (Liguliflorae), у которых все цветки в корзинке язычковые.

Задание

1. Изучить строение вегетативных органов растений. Листовая розетка, у которых состоит из цветков язычковых (виды родов Одуванчик, Скерда, Скорцонер). Корзинка с трубчатыми цветками (виды родов Подсолнечник, Астра, Пижма). Ромашка. Крестовник. Пасленистник с трубчатыми и воронковидными (виды рода Василек). Составить по описанию, рисунку и муляжу корзинок.

2. Зарисовать и описать корзинки изученных видов (общий вид корзинки, ее диск, отдельно предварительно с него все цветки, ее обертка, листочки обертки, плоских из вертикальной проекции и наружный листочек, все листья цветков плана).

3. Определить подсемейство растения.

Порядок работы

1. В качестве примера рассматривают подземную вегетативную корень растение вида пустырей (Cynoglossum) (рис. 48 3).

Растение прямостоячее, высотой 60–150 см. Подземный побег — длинное ветвистое корневище с пучками мочковатых и придаточных корней. Стебель ветвится лишь в

верхней части, прямостоячий, на поперечном разрезе округлый, внутри полый. Листья расположены поочередно, простые, чаще сидячие, жестковатые, перисторазделъные, с сердцевидным основанием, охватывающим стебель. Нижние листья черешковые, основания их с округлыми ушками. Прилистников нет.

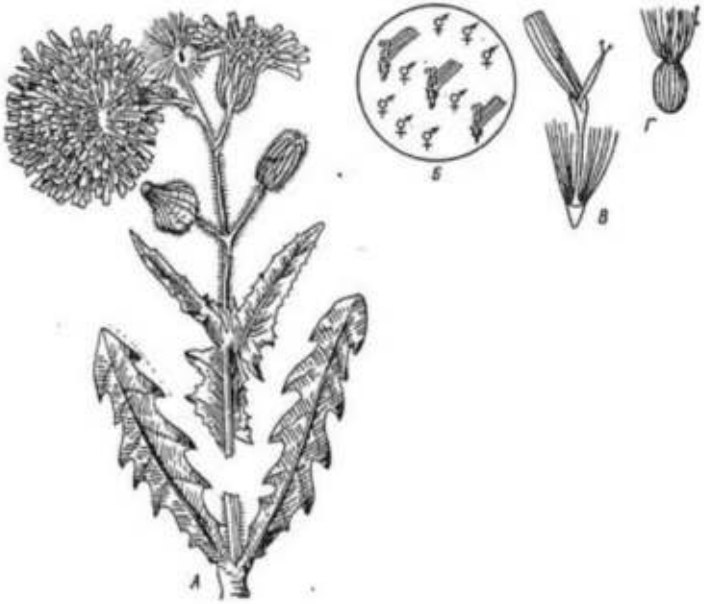


Рис. 48.3. Осот полевой (Sonchus arvensis):
А – нижняя часть растения и репродуктивный побег; Б – схема соцветия;
В – язычковый цветок; Г – плод – семянка

2. Соцветие агрегатное – корзинки собраны в метелку. Корзинка многоцветковая, достигает 2,6 см в диаметре, обвертка черепитчатая. Цветки зигоморфные, четырехкруговые. Чашечка в виде хохолка (паппуса). Венчик язычковый, из пяти сросшихся лепестков, желтый. Андроцей – из пяти тычинок, слипшихся пыльниками в трубку. Гинецей паракарпный, образован двумя плодолистиками. Завязь нижняя, одногнездная, с одним семязачатком. Рыльце двухлопастное. Формула цветка: $\uparrow Ca_{par}Co_{(5)}A_{(5)}G_{(2)}$.

3. Плод – темно-бурая сплюснутая семянка с поперечноморщинистыми ребрышками, имеющая летучку (хохолок). Зарисовывают части растений согласно заданию.

1. В дыхании определяют растение.

Вопросы для самоконтроля

1. Какое число видов семейства Астровые, или Сложноцветные (Asteraceae, Compositae), стало могу занимается к лекарственным растениям?

2. Какую географическое распространение представителей семейства Астровые, или Сложноцветные (Asteraceae, Compositae)?

3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?

4. Какие органы, имеют вегетативные и генеративные органы представителей семейства Астровые, или Сложноцветные (Asteraceae, Compositae)?

5. Какие компоненты содержат виды этого семейства?

6. Какую особенность имеющие представители семейства Астровые, или Сложноцветные (Asteraceae, Compositae)?

Работа 49. Порядок Лилейноцветные (Liliales). Семейство Лилейные (Liliaceae)

Цель работы: изучить растения семейства Лилейные (Liliaceae) на примере видов из родов: Чемерица (Veratrum), Красоднев (Hemerocallis), Лук (Allium), Лилия (Lilium), Спаржа (Asparagus), Майник (Majanthemum), Купена (Polygonalum), Ландыш (Convallaria), Саксапариль (Smilax), Ирис (Iris), Нарцисс (Narcissus).

Материалы и оборудование: бинокуляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы растений из родов: Чемерица (Veratrum), Красоднев (Hemerocallis), Лук (Allium), Лилия (Lilium), Спаржа (Asparagus), Майник (Majanthemum), Купена (Polygonalum) или Ландыш (Convallaria), Саксапариль (Smilax) из семейства Лилейные, а также Ирис (Iris) из семейства Ирисовые (Iridaceae), Нарцисс (Narcissus) из семейства Амариллисовые (Amaryllidaceae) и др. Цветки перечисленных растений, фиксированные в спирте.

Общее число видов – около 64 тыс. (2,6 тыс. родов, 85-90 семейств). Основные жизненные формы: преимущественно травы (многолетние, двулетние, однолетние), реже деревья, кустарники, лианы.

Однодольные представляют собой вполне естественный ряд покрытосеменных. Наиболее примитивные роды, например, у Частухоцветных, близки к Магнолиевидным. Наиболее прогрессивные стоят на высшей ступени эволюции покрытосеменных. Таковы Орхидные, которые по уровню специализации и полиморфизму могут быть сравнимы с Астровыми. Однако центры максимального видового разнообразия их не совпадают: большинство видов Орхидных, а их насчитывают, как и Астровых, до 25 тыс., сосредоточено в дождевых тропических лесах, тогда как Астровые, также в большинстве своем – травы, распространены преимущественно во внетропических странах с умеренным и даже холодным климатом.

Среди однодольных много высокоспециализированных растений – геофитов, переносящих неблагоприятные условия жизни в виде корневищ, луковиц, клубней, клубнелуковиц, погруженных в землю; гелофитов, произрастающих на болотах и сильно увлажненных почвах; ксерофитов, приспособленных к аридным условиям; эфемеров, имеющих короткий жизненный цикл, заканчивающийся до наступления длительного периода засухи.

Околоцветник делят на три группы порядков: Чашечковидные (Calycifloræ), Венчиковидные (Corolliflorae), Мишуровидные (Glumiflorae).

Чашечковидные околоцветник дифференцирован на чашечку и венчик. Цветки тетрациклические и пентациклические. Тычинок от 5 до 20. Плодолистиков от трех до нескольких десятков. Опыляются чаще энтомофильно. К этой группе относят порядки Полигоновые (Polygonales), Розоцветные (Rosales), Миртовые (Myrtales), Кирказоновые (Aristolochiales).

Венчиковидные цветки отличаются простой венчиковидной чашечкой и хорошо выраженными венчиком. Опыляются энтомофильно и орнитофильно. К этой группе относят порядки Ароидные (Arales), Лилейные (Liliales), Орхидные (Orchidales).

Мишуровидные цветки мелкие и невзрачные, собраны в соцветия-колоски, головки, щитки, кисти, сережки, метелки, зонтики, реже одиночные. Околоцветник из чешуек, щетинок, волосков.

Порядок Злаковидные объединяет около 20 семейств, которые делятся на группы, имеющие ветроопыляемые и энтомофильные цветки. К ветроопыляемым относятся злаки, осоковые, ситниковые, рогозовые, частуховые, кипрейные, частично маревые, гвоздичные, лютиковые, крапивные, буковые, ивовые, березовые, ореховые, ольховые, шелковичные, конопляные, вязовые, тутовые, частично розоцветные, бобовые, сельдерейные, вересковые, первоцветные, молочайные, мареновые, сложноцветные. К энтомофильным относятся частично маревые, гвоздичные, лютиковые, крапивные, розоцветные, бобовые, сельдерейные, вересковые, первоцветные, молочайные, мареновые, сложноцветные.

Цветки крупные, ярко окрашенные, обоеполые, актиноморфные, правильные, гипогинные (иногда реже – Gladiolus), с нектарниками и нектарием. Околоцветник двойной, венчиковидный, с шестью членами в каждом. Тычинок шесть, реже меньше, иногда до 12. Синтезивных (семейство Iridaceae). Иногда цветки двуполые или частично стерильные, напр., например, у видов рода Ландыш (Convallaria), вороньего глаза четырехлистного (Paris quadrifolia). Нередко они зигоморфные и крупноцветные.

Околоцветник двойной, венчиковидный, реже одинарный, двухкруговой, состоит из чашелистиков, реже чашечковидный, иногда дифференцированный на чашечку и венчик.

Андроцей из шести свободных тычинок (иногда двух кругов по три в каждом), иногда внутренний круг с редукцией отдельных тычинок. Обычно из трех плодолистиков, реже из двух, пяти, шести, редко семейства Амариллисовые (Amaryllidaceae) и Ирисовые (Iridaceae) – с нижней завязью.

Подсемейство 3. Злаковые (Poaceae). Однодольные травы с цельными, обычно линейными листьями с параллельным или дуговым жилкованием.

Среди многочисленных в этом подсемействе 3 подсемейства отличаются от прочих злаковых как травянистые, так и древесные, лианообразные растения.

Подсемейство Бамбуковые (Bambusoideae Nees) (по А. Энглеру – 11). Многолетние растения с деревянистым стеблем (соломиной) высотой от 1–2 м до 25–40 м, иногда до 4 м. Цветки обоеполые. Плод – зерновка. Бамбуковые произрастают преимущественно в субтропических районах, в которых составляют характерную растительность. Некоторые виды встречаются в южных областях умеренных стран, в том числе и в Средней Азии, продвигаясь к северу.

У 3 подсемейства Злаковые (Pooideae) основной вегетативный орган – корневище. Корневища многолетних растений ползучие, реже прямостоячие, образуются подземные, надземные, клубни, столоны, корневые почки и др. Жизненные формы – первичные древесные (в тропических странах – высокие деревья Arecaceae – Арековые, Pandanaceae – Пандановые Nees. Insect. – насекомые, членистые, сумчатые Xanthorrhoeaceae – Ксантореевые Xanthorrhoeaceae, лианы и полукустарники, чаще травянистые многолетние и лишь очень редко однолетние. Листья более или менее жилкие, линейные, шильевидные, очередные.

Соцветие – колос или метелка, иногда из немногих цветков. Цветки с ничтожным околоцветником, обоеполые, однополые, однодомные, двудомные, актиноморфные, обоеполые, зигоморфные, круги трехчленные, иногда двухчленные, четырехчленные. Андроцей в двух кругах (A2+2). Гинецей простой, синкарпный, из трех плодолистиков; завязь верхняя. Плод – зерновка или орех (рис. 49: 1).

На просторах бывшего Советского Союза встречаются всего лишь 1 род из 610 видов.

Значение

1. Правила определения подсемейств Злаковых и числа рекомендуемых к составлению гербария, руководствуясь собственными.

2. Характеристика листа, соцветия, цветка, плодика и семени злаков.

3. Признаки Злаковых растений по представителям семейства Пресные – Ирисовые или семейства Амариллисовые – Нарциссовые.

1. Определить 2-3 растения

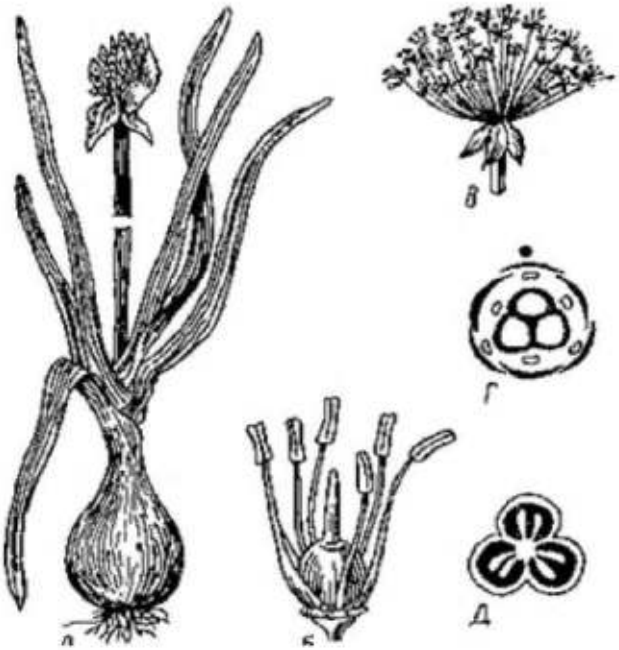


Рис. 49.1. Лук репчатый (Allium cepa):
А – общий вид; Б – цветок без околоцветника; В – соцветие – простой зонтик;
Г – диаграмма цветка; Д – поперечный разрез завязи

Порядок работы

1. В качестве примера рассматривают ландыш майский (Convallaria majalis) (рис. 49.2). Он распространен во внетропических зонах Северного полушария. В России растет в светлых лесах и на лесных полянах, среди кустарника, изредка – на лугах.

Для лабораторных занятий зимой можно иметь не только гербарные образцы, но и цветущие растения. Для этого осенью собирают корневища и хранят в холодном месте. За три или четыре недели до нужного срока их высаживают в ящики и выгоняют при температуре в пределах 20-25°С на регулярно увлажняемой почве и при хорошем освещении. Растение корневищное, высотой 20-30 см. Основание надземных побегов обвернуто несколькими пленчатыми бело-розовыми влагалищными листьями (низовые, или прикорневые, листья).

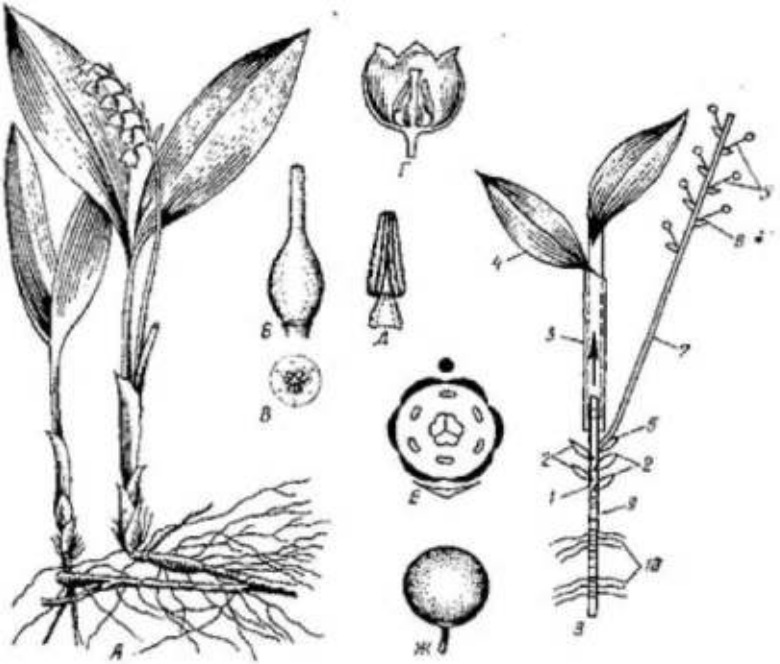


Рис. 49.2. Ландыш майский (Convallaria majalis):
А – общий вид; Б – гинецей; В – поперечный разрез завязи; Г – продольный разрез цветка; Д – тычинка; Е – диаграмма цветка; Ж – плод – ягода; 3 – схема строения: 1 – главная ось (всегда вегетативный побег); 2 – низовые чешуевидные листья; 3 – замкнутые влагалища листьев, формирующих ложный стебель; 4 – листовая пластина; 5 – оси третьего порядка, заканчивающиеся цветком (цветоножки); 6 – прицветник (кроющий лист оси третьего порядка); 7 – ось второго порядка (репродуктивный побег); 8 – предлист бокового побега; 9 – корневище; 10 – придаточные корни

Стеблевых листьев 2 или 3, они отходят от сильно укороченного стебля (рассматривают под лупой), причем второй лист выходит из трубки, образованной сросшимся черешком первого, а третий лист – соответственно из трубки, образованной черешком второго. Такой же тип листьев можно наблюдать у банана, где стеблевая часть образована черешками, замкнутыми один в другом. Листовые пластинки продолговато-эллиптические, заостренные, длиной от 15 до 20 см, шириной от 5 до 8 см.

2. Соцветие – кисть. Цветонос образуется в пазухе прикорневого листа (предлиста), несет только верховые (кроющие) листья.

Последние регистрации более или менее значимые, Значительные. Цветки расположены в пазухах по длинным цветоножкам. Осуществление прогрессивных, конкурентных, кто будет, средних широкоформатных печатей цвета рубчатый. Ты не можешь. 12–31. они спелы с волокнистым околоплодником. Регистрационный, завод верхняя, представлена, столбик простой, рыльце трехлопастное. Формулы цветка: *Ч₅ Л₅ Т₅ Г₂. Плод – ягода.

3. В средних числительных, конкурентных рисках. Пыльцевые, изучаемые органами (с) и делимое) отсутствуют. Признаки и заключение признаков цветка, лепестка и плода

Линалш хайсий

1) Прочитали у сформированных цветов регистрации и средних курсовых, признаки цветка по листочкам и трубке

2) Пыльцевые цветы

3) Завод верхняя, зеленчуковое одно-два.

4) Рыльце одно, трехлопастное

5) Плод – ягода

6) Семена мелкие

1) Лепестки в двух кратных чрезвычайно легко при сеянцами.

2) Пыльцевые три.

3) Завод нижняя, семядольное мясо

4) Регистрации плодов семян средних

5) Плод – коробочка

Контрольные вопросы

1. Какое число видов семейства Лилейных (Liliaceae) имеет наибольшее распространение?

2. Какой географический распространения представителей семейства Лилейные (Liliaceae)?

3. В каких экологических условиях произрастают виды из этого семейства?

4. Какие органы имеют запасающие и репродуктивные функции представителей семейства Лилейные (Liliaceae)?

5. Какие биологические виды, изображены на фотографии?

6. Какое хозяйственное значение представителей семейства Лилейные (Liliaceae)?

Работа 50. Порядок Осокоцветные (Cyperales). Семейство Осоковые (Cyperaceae)

Цель работы: изучить растения семейства Осоковые (Cyperaceae) на примере видов из родов: Пушица (Eriophorum), Камыш (Scirpus), Сыть (Cyperus), Осока (Carex).

Материалы и оборудование: бинокуляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы растении из родов: Пушица (Eriophorum), Камыш (Scirpus), Сыть (Cyperus), Осока (Carex) и др. Фиксированные в спирте цветки этих растений.

Порядок Осокоцветные включает только одно семейство Осоковые (Cyperaceae) (4 тыс. видов, 95 родов). Представителей его встречают во всех флорах мира. Большинство видов произрастает в тропических странах. В умеренном и холодном поясе некоторые виды представлены огромным числом особей и являются важнейшими компонентами растительного покрова, особенно на болотах. Осокоцветные по строению семязачатка и семени близко примыкают к Лилейноцветным. Родственные связи названных порядков через семейство Ситниковые (Juncaceae) совершенно достоверны. Связующим звеном является род Ореоболус (Oreobolus) из осоковых, распространенный в Южном полушарии (Новая Зеландия, Австралия, Южная Америка), а также род Ожика (Luzula) из семейства Ситниковые.

Осоковые – травянистые многолетние, изредка однолетние растения с длинными или укороченными корневищами. Стебли трехгранные, редко – цилиндрические (виды рода Камыш – Scirpus), внутри выполненные паренхимной тканью, слабо дифференцированы на узлы и междоузлия. Листья расположены по трем сторонам стебля, линейные или линейноланцетные, часто с завернутыми вниз краями. Влагалища почти всегда замкнутые. У видов рода Осока (Carex) одна из граней влагалища пленчатая. У нижних листьев она разрушается и может быть волокнистой, сетчатоволокнистой или состоять из кусков неправильной формы. Язычок отсутствует или сохраняется в виде маленькой пленчатой оторочки. Низовые листья обычно чешуевидные, представляющие собой влагалища без пластинок. Ветвление боковое – кущение (рис. 50.5). Боковые вертикальные побеги могут быть внутривлагалищными, если растут внутри влагалищ, не прорывая их, или вневлагалищными, если прорывают влагалища листьев, из пазушных

почек которых образуется. Из боковых вегетативных побегов

Рис. 90. Общий вид растения

А – часть спайки; Б – часть; В – часть; Г – часть; Д – часть; Е – часть; Ж – часть; З – часть; И – часть; К – часть; Л – часть; М – часть; Н – часть; О – часть; П – часть; Р – часть; С – часть; Т – часть; У – часть; Ф – часть; Х – часть; Ц – часть; Ч – часть; Ш – часть; Щ – часть; Э – часть; Ю – часть; Я – часть

Соцветие – простой колос или сложный, состоящий из многоцветковых, реже одноцветковых колосков, расположенных в пазухах обычных или видоизмененных чешуй. Цветковые колоски могут быть собраны в метелку, зонтик, головку, щиток или сложные.

Цветки мелкие, невзрачные. Околоцветник отсутствует (виды рода Осока – Carex и Ситник – Juncus) или состоит из 6 (редко 3) сухих, прозрачных, иногда щетинковидных листочков (виды рода Кипрей – Eriophorum). Андроцей только из одного круга, обычно в составе тычинок. Гинецей образован тремя (реже двумя) плодолистиками. Завязь верхняя, одногнездная, с одним семязачатком. Столбик или 3

или два довольно длинных нитевидных рыльца (рис. 50.2).

Цветки обоеполые (виды родов: Сыть, Камыш, Пушица) или раздельнополые (виды рода Осока). В последнем случае растения чаще однодомные, но изредка встречаются и двудомные. У однодомных осок бывает следующее распределение пестичных и тычиночных цветков: соцветие состоит только из пестичных или только из тычиночных цветков; соцветие обоеполое, т. е. в одной его части находятся пестичные цветки, а в другой тычиночные. У основания цветка расположен видоизмененный кроющий лист, называемый кроющей чешуйкой. Пестичный цветок осоки, кроме кроющей чешуйки, защищен мешочком, образованным путем срастания двух прицветников. Форма и размеры мешочка – признаки, важные для определения.

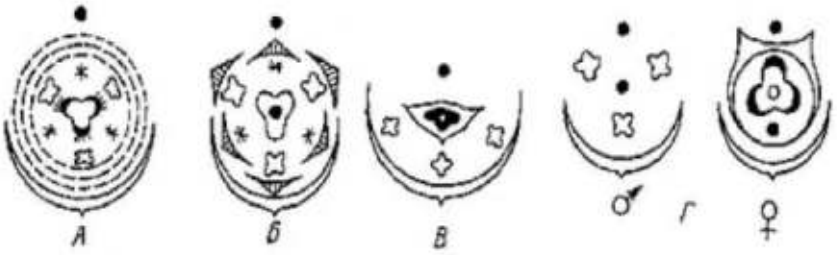


Рис. 50.2. Цветки осоковых (сем. Cyperaceae):
А – Пушицы (род Eriophorum), Б – Камыша (род Scirpus), В – Сыти (род Cyperus), Г – Осоки (род Carex)

У осок в пазухах кроющих чешуек находятся не пестичные цветки, а одноцветковые колоски. Это подтверждается случаями, когда в пазухе кроющей чешуйки имеются два цветка, причем второй – тычиночный, например у осоки заостренной (Carex acutiformis). В результате редукции второго цветка его прицветник срастается с прицветником цветка, образуя таким образом мешочек. Следовательно, у осок соцветие пестичных цветков правильнее считать сложным колосом, где цветки представляют собой редуцированные одноцветковые колоски (рис. 50.3). Плод – трехгранный, шаровидный или сплюснутый орешек, у осок остающийся в мешочке. Семя с эндоспермом, окружающим зародыш.

В России наиболее распространены виды родов: Осока, Пушица, Камыш и Сыть. Осоковые имеют значительную хозяйственную ценность.

Рис. 50.3. Схема формирования мешочка у пестичного цветка осоки:
А – двухцветковый колосок элины (род Elyna), пестичный и тычиночный цветки расположены на одной оси; Б – одноцветковый колосок гипотетического вида переходного типа – пестичный цветок без мешочка; В – цветок осоки (род Carex) мешочек уже сформирован за счет прицветников; 1 – ось соцветия; 2 – прицветник; 3 – ось колоска; 4 – кроющий лист колоска; 5 – мешочек

Осоки сухих мест (степные, пустынные), а также многих горных районов являются неплохими пастбищными растениями, мало уступающими по своей питательности и поедаемости скотом Мятликовым. Осоку песчаную (Carex arenaria) используют для укрепления подвижных песков – дюн. Некоторые виды применяют для плетения циновок. Есть и декоративные виды. Однако вегетативные органы осок сырых и болотистых мест грубые, поэтому животными поедаются плохо. Некоторые виды рода Пушица, например пушица влагалищная (Eriophorum vaginatum), играют большую роль в процессе торфообразования (пушицевый торф). Сыть съедобная, или чуфа (Cyperus esculentus), образует корневые клубни, употребляемые в пищу как лакомство; ее возделывают в субтропических районах. Папирус (Cyperus papyrus), произрастающий в тропической Африке и на острове Сицилия, в древние времена использовали для изготовления бумаги. Камыш лесной (Scirpus sylvaticus) – хорошее кормовое растение для оленей.

Задания

1. Проанализировать несколько видов из родов: Осока, Пушица, Камыш, Сыть. Составить их описание, руководствуясь общей схемой.

2. Зарисовать поперечное сечение стебля, лист, соцветие, кроющую чешуйку, цветок, плод.

3. Определить исследованные растения.

4. Сопоставить признаки, отличающие растения разных родов, составить таблицу.

Порядок работы

1. Пушица влагалищная (Eriophurum vaginatum) (рис. 50.4) – многолетнее травянистое растение, образующее плотные дерновины. Стебли высотой от 30 до 100 см, многочисленные, прямостоячие, слаботрехгранные, в основании обвернуты коричневыми волокнистыми влагалищами прикорневых листьев. Эти листья узкие, почти нитевидные, короче стебля, гладкие или шероховатые. Стеблевых листьев 2 или 3, они редуцированы и представлены лишь вздутыми влагалищами.

2. Соцветия – колосья, по одному на верхушке стебля, продолговатые или овальные, длиной от 1 до 3 см, в фазе плодоношения шаровидные. Кроющие чешуйки яйцевидно-ланцетные, сероватые, по краю более светлые, перепончатые, просвечивающие, с одной жилкой. Цветки с белым хохолком, представляющим собой редуцированный околоцветник и остающимся при плодах, обоеполые, в нижней части колоса не формируются. Тычинок три, с длинными (2,5-3 мм) пыльниками. Пестик один, с одногнездной верхней завязью, длинным столбиком и тремя нитевидными рыльцами. Формула цветка: $*P_{пар}A_3G_{(3)}$. Плод – трехгранный орешек.

3. Осока пузырчатая (Carex vesicaria) (рис. 50.5) – многолетнее травянистое растение высотой от 40 до 100 см, образующее на сырых лугах или болотах не очень плотные ярко-зеленые дерновины. Корневище ползучее. Стебель остротрехгранный, наверху шероховатый, режущий, в основании покрыт бурыми влагалищами прикорневых листьев. Листья линейные, плоские, шириной 3-5 мм, снизу по средней жилке и краям шероховатые, по длине равный стеблю.

4. Соцветие агрегатное – из четырех или шести прямостоячих, собранных в метелку колосьев. Верхние 1-3 колоса с тычиночными цветками, длиной от 3 до 6 см, шириной от 0,3 до 0,5 см, более или менее сближены; кроющие чешуйки ланцетные, туповатые, светло-бурые, затем ржаво-бурые. Тычинок три. Формула цветка: $♂*P_0A_3G_0$. Сложные колосья пестичных цветков расположены по 2 или 3; они цилиндрические, длиной 3-6 см, шириной 15 см; верхний сидячий; нижний на довольно длинной ножке, при плодах повислый. Кроющие чешуйки узколанцетные, бурые, с зеленой полоской посредине, по краю и на конце они белопленчатые, короче мешочков. Мешочки расположены косо, яйцевидные, вздутые, длиной 7 или 8 мм, зеленые, позднее желтые,

в соцветии от 8 до 12 экземпляров, поверхность сухощавая, в коротких двухсторонних

Рис. 50 – Тушинка [illegible]
А – [illegible]; Б – [illegible]; В – цветок; Г – [illegible]
Д – [illegible]

Рис. 51 – Овсяница [illegible]
А – [illegible]; Б – [illegible]; В – [illegible]; Г – [illegible]

5. Пестик один, завязь верхняя, столбик один, увенчанный крупной головчатой рыльцем, которое выполняет функцию ловушки. Формула цветка: ↑Ч5Л5А5Г(3). Пыльцевое зерно – трехбороздное, сетчатое.

6. Заключительный этап работы – сравнение цветков и плодов изученных видов и составление перечня признаков, являющихся родовыми.

Цветок крапивы двудомной

1) Околоцветник простой, состоит из четырех свободных листочков

2) Плодик крапивы чешуйки околоцветника не содержат цветков

3) Околоцветник редуцирован до волосков

4) Цветки обоеполые

5) Пыльцевое зерно

Околоцветник

1) Состоит из четырех свободных листочков.

2) В центре всех крапивных цветков обычно имеются цветки.

3) Околоцветник отсутствует. Пестичные цветки окружены чешуйками

4) Цветки раздельнополые

5) Плод остается в мешочке, без околоцветника.

Контрольные вопросы

1. Какие части цветка входят в состав околоцветника? Сколько листочек в околоцветнике у крапивы двудомной?

2. Какой тип соцветия у крапивы двудомной? Какие цветки в соцветии? Сколько их?

3. В каких частях цветка крапивы двудомной образуется пыльца? Для чего она нужна?

4. Какие органы цветка участвуют в образовании плода? Какой плод у крапивы двудомной? Сколько в нем семян?

5. Какие опыления и виды, опыляющие крапиву?

6. Какой тип опыления характерен для крапивы двудомной? Почему?

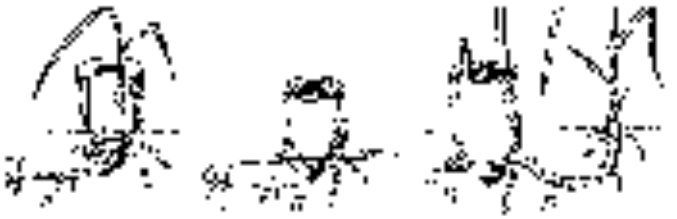
Работа 51. Порядок Мятликоцветные или Злакоцветные (Poales, Graminales). Семейство Мятликовые или Злаковые (Poaceae, Gramineae)

Цель работы: изучить растения семейства Мятликовые, или Злаковые (Poaceae, Gramineae) на примере видов из родов: Пшеница (род Triticum), Рожь (род Secale), Пырей (род Elytrigia), Просо (род Panicum), Овсяница (род Festuca), Мятлик (род Poa), Овес (род Avena), Райграс (род Arrhenatherum), Полевица (род Agrostis), Тимофеевка (род Phleum), Лисохвост (род Alopecurus).

Материалы и оборудование: бинокуляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы растений с соцветием сложный колос – Пшеница (род Triticum), Рожь (род Secale), Пырей (род Elytrigia); с агрегатным соцветием – Просо (род Panicum), Овсяница (род Festuca), Мятлик (род Poa), Овес (род Avena), Райграс (род Arrhenatherum), Полевица (род Agrostis) и др.; с соцветием султан – Тимофеевка (род Phleum), Лисохвост (род Alopecurus). Фиксированные в спирте или сухие соцветия этих растений (сухие соцветия перед занятием надо размочить или распарить, положив в воду и нагрев ее до кипения).

Порядок Мятликоцветные включает одно семейство – Мятликовые, или злаковые (Poaceae, Gramineae), объединяющее от 7 до 10 тыс. видов (около 700 родов). Мятликовые – очень разнообразная и широко распространенная группа растений. Среди них есть виды – космополиты. Нередко мятликовые доминируют в естественных растительных сообществах лугов и степей. Общеизвестно их высокое народнохозяйственное значение как основных пищевых и кормовых растений.

Филогенетически мятликовые хорошо обособлены и имеют отдаленные генетические связи только с ситниковыми (пор. Лилейноцветные). По-видимому, это семейство стоит близко к порядку Энантобластоцветные (Enantoblastates), для которого также характерны семена с мучнистым эндоспермом и боковым зародышем. На территории нашей страны этот порядок представлен семейством Коммелиновые (Commelinaceae), у видов которого стебель несколько напоминает стебель Мятликовых. Широко распространено представление о Мятликовых как о редуцированной группе Лилейноцветных в связи с переходом к ветроопылению. Связывающее звено – виды рода Стрептохета (Streptochaeta), встречающиеся в Южной Америке. Структура цветка их близка к



Соцветие — сложный колос или агрегатное — метелка, состоящие из колосков. В основании колоска расположены видоизмененные листья — колосковые, или глумы. Каждый цветок окружен и как бы вложен в верхний (внутренний) колосковый или цветковый чешуйкой (рис. 5.3).

Рис. 5.3. Схема цветка и колоска Мятликовых (по Зозуле)
А — цветок: 1 — нижняя цветковая чешуя; 2 — верхняя цветковая чешуя; 3 — пыльники; 4 — рыльце; 5 — завязь; 6 — лодикулы; Б — колосок: 1 — нижняя колосковая чешуя; 2 — верхняя колосковая чешуя; 3 — цветки; В — плод: 1 — зародыш; 2 — эндосперм; 3 — плодовая оболочка

Цветки мелкие, невзрачные, обычно обоеполые, лишь у кукурузы раздельнополые. Околоцветник редуцирован. По мнению большинства исследователей, он возник из внутренней двучленной чешуйки, возникшей в результате срастания двух листочков, и двух наружных членов — лодикул. Тычинок обычно три (иногда одна, две, шесть, реже сто и более, у щетинника обыкновенного (Anthoxanthum odoratum) или одна (часто рода Щавель — Rumex, но иногда до шести у некоторых видов рода Рис — Oryza) или даже больше (некоторые бамбуки). Завязь верхняя, состоит из одного плодолистика (рис. 5.1 Б). Формула цветка: ↑ P2L2T3(6)G(2)1. Плод — зерновка, иногда сильно срастается с околоплодником, а иногда и с цветковыми чешуями (виды рода Ячмень — Hordeum). Зародыш прилегает к эндоспермию.

Эволюция злаков заключалась в том, что предки злаков – двудольные (по Шустеру) (рис. 51.3) и палочкой части сохранились в доле (рис. 51.5).

Семейство злаковых (Poaceae) подразделяется на три подсемейства: Бамбуковидные (Bambusoideae), Метлицевидные (Pooideae), Просовидные (Panicoideae).

Экономическое значение. Они обладают около 60% всех кормовых растений. Они распространены практически повсеместно в тропических и субтропических странах. В России растут только три подсемейства. Это относительно небольшие растения, имеющие стебли высотой до 2 м, диаметром 1 см, преимущественно из бамбуков и других.

Рис. 51.4. Генеалогическая диаграмма цветковых растений по Шустеру (по Эзау, с изменениями): 1 – предполагаемый предок; 2 – вымершие голосеменные; 3 – покрытосеменные; 4 – однодольные; 5 – двудольные

Бамбук – многолетние травянистые растения, иногда древовидные растения высотой до 40 м. Листья черешковые. Черешок в основании расширяется во влагалище. Листовая пластинка линейная, ланцетная. Корневая система мочковатая или многократно ветвящаяся. Цветки обоеполые. Тычинок обычно шесть (3 + 3), реже больше – до 20–30. Пестик один, с одной или с трех столбиками. Плод – чаще зерновка, иногда ягода. Бамбуковидные имеют очень широкое практическое применение: стебель, обычно как строительный материал, но иногда и листья могут использоваться как корм.

Экономическое значение. Колосок имеет по две плоских чешуйки: нижнюю и верхнюю или одну. Листья большие, часто с пальчатыми жилками и равномерно

распределенной (диффузной) хлорофиллоносной паренхимой. Немало родов представлено важнейшими хлебными растениями или кормовыми травами: Пшеница (Triticum) (рис. 51.5), Рожь (Secale), Ячмень (Hordeum) (рис. 51.6), Овес (Avena), Мятлик (Poa), Костер (Bromus), Овсяница (Festuca) (рис. 51.7), Тимофеевка (Phleum), Лисохвост (Alopecurus) и другие виды.

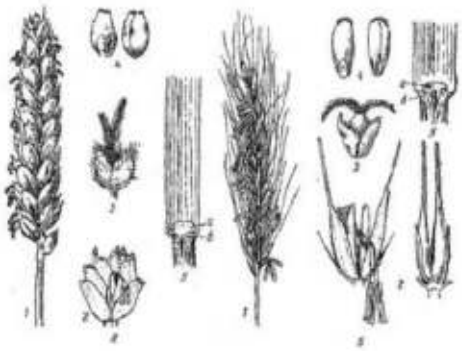


Рис. 51.5. Строение и внешний вид хлебных злаков:
А – пшеница мягкая (Triticum aestivum), Б – рожь посевная (Secale cereale); 1 – соцветие – сложный колос, 2 – колосок, 3 – пестик и лодикулы, 4 – плод – зерновка, 5 – лист (а – язычок, б – ушки)

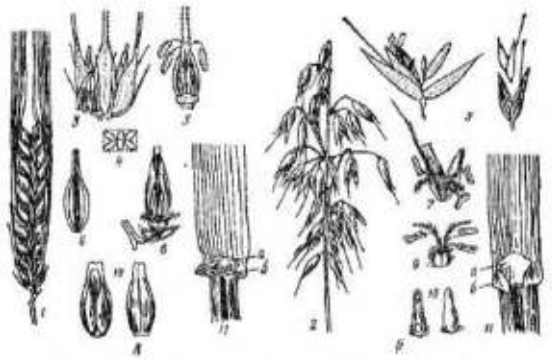


Рис. 51.6. Строение и внешний вид кормовых злаков:
А – ячмень обыкновенный (Hordeum vulgare), Б – овес посевной (Avena saliva); 1 – соцветие – сложный колос; 2 – соцветие – агрегатное; 3 – колоски на уступе оси соцветия; 4 – схема поперечного сечения сложного колоса; 5 – колосок; 6 – цветок; 7 – цветок с наружной цветковой чешуйкой; 8 – наружная цветковая чешуйка; 9 – цветок без внутренней цветковой чешуйки; 10 – плод – зерновка; 11– лист (а – язычок, б – ушки)

Рис. 5.7. Строение мужской и женской генеративных почек
А – мужская почка (почка рейнутрия); Б – генеративная почка (почка
рейнутрии): 1 – стебель; 2 – колосок; 3 – цветок; 4 – цветок с удалением
части околоцветника; 5 – пыльник; 6 – пыльцевые зерна
в различных ракурсах; 7 – семя

Почкосложение. Почкосложение. Все отличия от предыдущего по строению генеративной почки: почка двух, иногда трех, почечных чешуек, из пазух которых развиваются цветки – пазушные; листья влагалищные; жилкование параллельное; хлорофиллоносная паренхима листьев вокруг сосудов (венчиков). Важнейшие роды. Конопля посевная (Cannabis sativa L.), Хмель (Humulus), Рис (Oryza), Просо (Panicum), Сахарный тростник (Saccharum).

Материалы для самостоятельной работы студентов по выполнению практикума

Материалы

1. Стебель без ребер, полый, членистый, внутри гладкий, покрыт по всей длине жесткими волосками, на поперечном разрезе слабо выражена полость. Корневая система мочковатая

2. Влагалища почек открытые, на границе листовой пластинки и влагалища без ушек и язычка, выражены прожилки

3. Стержень и ветви соцветия – метелки, ветви кроющих чешуек рода Кукуруза.

1. Плод – зерновка.

Осока

1. Стебель имеет ребра, трехгранный, внутри выполнен, слабо дифференцированный на узлы и междоузлия

2. Влагалища почти всегда замкнуты, иногда отсутствуют или в виде маленькой пленчатой отростки.

3. Соцветия и цветки чаще раздельнополые.

4. Плод – трехгранный, двояковыпуклый или плоско-выпуклый орешек.

Определение родов злаков осуществляется на основании структуры соцветия и колоска, цветков. При этом обращают внимание на следующие признаки: тип соцветия, расположение колосков – поодиночке или группами; число, размер и форма колосковых чешуек, число жилок на колосковых чешуйках, наличие или отсутствие [illegible], число цветков в колоске [illegible] форма нижней цветковой чешуйки, число жилок на ней, наличие или отсутствие киля и ости на нижней цветковой чешуйке, место прикрепления ости, ее форма; число тычинок.

Рис. 31.4. Строение и внешний вид растения кукурузы обыкновенной (Zea mays) (А–Ж), риса посевного (Oryza sativa) (З–Л):

А – часть стебля с [illegible]; Б – часть стебля с [illegible] [illegible]; В – [illegible]; Г – [illegible]; Д, Е – [illegible]; Ж – [illegible] цветков; З – общий вид плодоносящего растения; И – [illegible]; К – [illegible]; Л – [illegible]

При определении [illegible] признаками учитывают строение вегетативных органов.

Задания

1. Изучить несколько видов Мятликовых из разных родов: Пшеница, Рожь, Пырей (рис. 51.9), Просо, Овсяница, Мятлик, Овес, Райграс, Полевица, Тимофеевка, Лисохвост. Составить их описание, руководствуясь общей схемой.

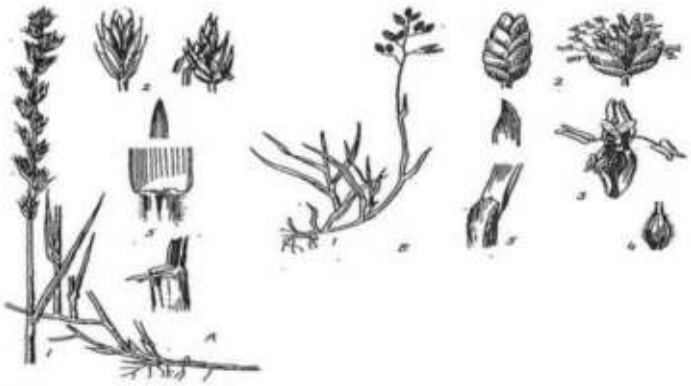


Рис. 51.9. Строение и внешний вид пырея ползучего (Elytrigia repens) (А) и мятлика однолетнего (Poa annua) (Б):
1 – общий вид; 2 – колосок; 3 – цветок с наружной цветковой чешуйкой; 4 – наружная цветковая чешуйка; 5 – лист

2. Зарисовать лист, соцветие, колосок, цветок, колосковые и цветковые чешуйки каждого из рассмотренных растений.

3. Определить исследованные растения.

Порядок работы

1. В качестве примера описывают райграс высокий (Arrhenalherum elatius) (рис. 51.10).

Растение травянистое, многолетнее, высотой 60-125 см, образует небольшие дерновины. Корни придаточные, мочковатые. Стебель – соломина, прямостоячий или восходящий, гладкий. Листья с влагалищами, расположены поочередно, линейные, на краю острошершавые, шириной от 3 до 7 см. Влагалища открытые, язычок короткий, по краю реснитчатый.

2. Соцветие агрегатное – колоски собраны в более или менее узкую, прямостоячую метелку длиной от 20 до 25 см с короткими острошероховатыми разветвлениями. Для исследования колосков пользуются стереоскопическим микроскопом.

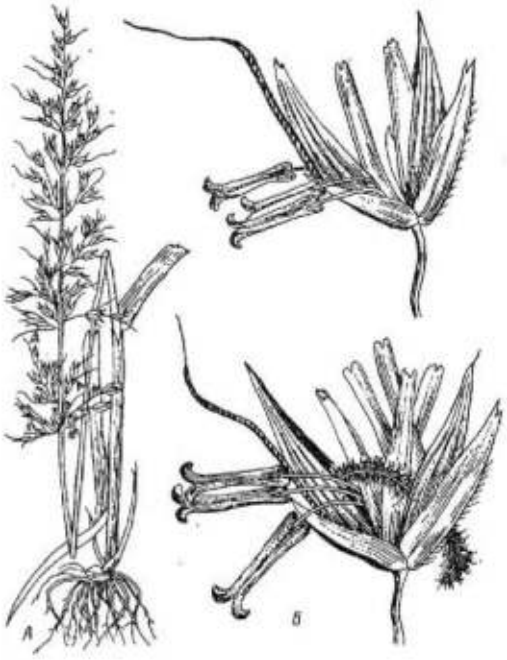


Рис. 51.10. Райграс высокий (Arrhenatherum elatius):
А – общий вид; Б – колоски

Один из колосков кладут на предметный столик, при помощи препаровальных игл раздвигают колосковые чешуйки и находят признаки, описанные выше. При этом очень важно безошибочно отыскать колосковые и цветковые чешуйки, подсчитать число цветков, определить их структуру. Если кроме обоеполых будут обнаружены цветки однополые или редуцированные, их описывают отдельно. Колоски зеленовато-белые, длиной от 1 до 1,5 см, двухцветковые. Колосковых чешуек две, разной длины. Цветки в колоске неодинаковые: верхний обоеполый, нижний тычиночный. Обоеполый цветок имеет две цветковые чешуйки, две лодикулы, пестик с двумя перистыми рыльцами и три тычинки. Наружная цветковая чешуйка без ости или с короткой прямой остью, внутренняя – пленчатая, двукилеватая. Тычиночный цветок имеет две цветковые чешуйки, две лодикулы и три тычинки. Наружная цветковая чешуйка на верхушке с двумя короткими зубцами, ость ее в

два раза длиннее волоска, поперечного сечения, в плоской после кручения выходят из основания волоска чашуйки. Плод – зерновка.

3. В дополнение опишите другие растения.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие типы корневых систем Вы знаете? Как называется корневая система растения, изображенного на рисунке?
2. Какие метаморфозы различных органов растения представлены на рисунках Вами растений (Ваших растений)?
3. В каких типах почв развиты корневые системы растений, описанных Вами?
4. Какие органы растений Вы использовали в качестве пищевых продуктов растений семейства Мятликовых или Злаковых (Вашего растения)?
5. Какие минеральные вещества, содержащиеся в золе?
6. Какой химический состав растений представителей семейства Мятликовых, или Злаковых (Вашего растения)?

Рекомендуемая литература

1. Андреева, И. И. Ботаника : учебник / И. И. Андреева, Л. С. Родман. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : КолосС, 2007. – 528 с.

2. Андреева, И. И. Практикум по ботанике и морфологии растений / И. И. Андреева, Л. С. Родман, А. В. Чичев. – М. : Колос, 2002. – 136 с.

3. Открытый иллюстрированный атлас сосудистых растений России и сопредельных стран [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.plantarium.ru/

4. Пономарев, С. А. Ботаника : лабораторный практикум / С. А. Пономарев, Ю. В. Боровиков, С. А. Самсонова. – Пенза : РИО ПГСХА, 2015. – 275 с.

5. Сухомлин, Г. Ф. Практикум по ботанике / Н. А. Мокеенко, Г. М. Фатхуллина, Е. Ф. Сухомлин. – Пенза : ИПЦ ПГУ, 2017. – 167 с.

6. Суворов, В. В. Ботаника с основами геоботаники : учебник для вузов / В. В. Суворов, Н. П. Воронова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : АПК, 2012. – 320 с.

7. Флора сосудистых растений Центральной России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cevin.msu.ru/index.html

8. Хржановский, В. Г. Ботаническая география с основами экологии растений / В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1984. – 352 с.

9. Хржановский, В. Г. Курс общей ботаники. Ч. 1. – М. : Высшая школа, 1988. – 544 с.

10. Хржановский, В. Г. Курс общей ботаники. Ч. 2. – М. : Высшая школа, 1988. – 495 с.

11. Хржановский, В. Г. Практикум по курсу общей ботаники / В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко. – М. : Высшая школа, 1990. – 344 с.

12. Яковлев, Г. П. Ботаника : учеб. для вузов / Г. П. Яковлев, В. И. Дорофеев. – СПб. : СпецЛит, 2002. – 557 с.

Алфавитно-предметный указатель

А
Авторский 201
Адъективный 101
Аллегорический 164
Аллитерация 139
Ассоциативный 153
Астенический 159
Аудитория 157
Афоризмы 45
Аэропорт Пулково 11
Ахейцы 13
Аэрофотосъемка 24
Азербайджан 28

Б
Библиотечно-библиографическая
12

Безударность 175
Бухгалтерия 229

В
Вальс 12
Вдохновение 27
Ветер 146

Г
Гипербола 20
Глаголица 142
Гладиатор 143
Глобус 164
Глоссарий 204
Голосеменные 223

Д
Дерматоген 77
Доклад 98
Документальное 98
Долголетний 157
Дочитанный 157

Ж
Жительница Ленинграда 66

З
Зачитанность 97
Зебровидный 69
Зигзагообразный 159
Змеюка 186

И
Изготовление 168
Индуизм 217
Интернет 223

К
Клетка 71
Кариотипирование 12
Карточка 18
Красный 20
Скульптор 34
Кафедра 41
Коллективный 47
Комната 57
Конференц-зал 70
Конференция 70
Конференц-связной 72
Конференц-система 75
Конференция 85
Концепция 198
Конференция 199

Л
Лингвистика 13
Лингвистика 14
Лингвистическое высказывание 65
Лексика 142
Литературный 165

М
Минимизация 1–
Минт 28
Мотивация 28
Майер 29
Маршалл 34
Мелкоуров 60
Мультитенант 70
Многопоточность 78
Множество 78
Монада 135
Многобайтовый 157
Молекула 179
Монорепозиторий 198
Мутация 191
Многомерный 209
Многомерность 209
Многомерно 209
Мультизадача 209

Н
Наследование 185
Наследственность 194

О
Оптимизация 12
Ослабевание 145
Ослабевательный 157
Ослабевающий 166

П
Параллелизм 1–
Параллель 14
Парадигма 28
Переменная среда 37
Процесс 37
Переменная 39
Переменная 75
Переменная 75
Переменная среда 79
Переменная 81
Процесс-родитель 92
Переключение 44
Преимущественное 52
Приложений 98
Приложение 98
Приложение 107
Приложение 132
Пространство 139
Пространство имен 160
Программирование 178
Программный 189
Программа 195
Планировщик 164
Планировщик 165
Планировщик 166
Планировщик 167
Планы 202
Планирование 215
Поток выполнения 220
Поток 191
Процесс 191

Р
Разработчик 12
Распределенное 96
Ресурсы 203

С
Синхронизация 25
Синхронизация 47
Синхронизация 47
Синхронизация 52
Сокеты 52
Синхронное взаимодействие 64
Семафоры 70
Семафорный знак 70
Синхронизация 88
Сервисный 169
Сервис 196
Специализация 199
Сопрограммный 202
Сокеты 276
Сеть 195

Операционная 165
Операционная 165
Операторы 197
Операция 220
Операций 205
Операция 209
Отдел 218
Отделение 192
Отделов 209

Т
Телефон 28
Трахеотомия 52
Трахеотомия 140
Трахеотомическая трубка 144
Травма 148
Травматология 150
Труд 182
Тяжесть 162
Тяжелый 200

У
Уголовный кодекс 37

Ф
Фельдшер 57
Фельдшерский 158
Фельдшер 203

Х
Хирургическая 14
Хирургическая 14
Хирургическая 28
Хирургический 28
Хирург 164
Хирург 214

Ц
Цветовой 25
Центральная аптека 75
Цветовой 146
Цветовой 149
Цветовой 178

Ш
Шприц 150

Э
Экзамен 11
Электрический ингалятор 220

Я
Яд 15
Ядовитый 25
Ядовитый 79
Ядовитый 80
Ядовитый 81
Ядовитый 185
Ядовитый 191
Ядовитый 201
Ядовитый 214
Ядовитый 225

Ю
Юбилейный диплом 70

Я
Ящик 12
Ящичек 13

Оглавление

Предисловие 3
Работа 1. Устройство микроскопа и правила работы с ним 4
Работа 2. Строение растительной клетки. Хлоропласты 9
Работа 3. Хромопласты и клеточные вакуоли красных плодов 14
Работа 4. Включения растительной клетки. Цветной крахмал 17
Работа 5. Анатомическое строение и клетки надземных вегетативных органов цветковых растений 21
Работа 6. Деление клетки 31
Работа 7. Сперматогенез и овогенез. Половой диморфизм 36
Работа 8. Покровные ткани. Первичная и вторичная покровные ткани 41
Работа 9. Основные ткани 48
Работа 10. Механические ткани 56
Работа 11. Проводящие ткани 59
Работа 12. Выделительные ткани 64
Работа 13. Микроскопическое строение корня и видоизменения корня 67
Работа 14. Корень. Типы корневых систем 69
Работа 15. Зоны корня 74
Работа 16. Микроскопическое строение корня и видоизменения корня 78
Работа 17. Микроскопическое строение корня и видоизменения корня 80
Работа 18. Эволюционное учение о корнеплодах 83
Работа 19. Побег и почка. Строение почки 88
Работа 20. Микроскопическое строение стебля и видоизменения стебля. Микроскопическое строение однодольного растения и видоизменения стебля 97
Работа 21. Микроскопическое строение стебля древесного растения 101
Работа 22. Микроскопическое строение стебля и видоизменения стебля 110
Работа 23. Морфологическое описание листа 113
Работа 24. Цветок. Строение цветка и его частей 126
Работа 25. Андроцей 134
Работа 26. Гинецей 142
Работа 27. Формула и диаграмма цветка 149
Работа 28. Классификация соцветий 154
Работа 29. Строение и классификация плодов 160
Работа 30. Строение и классификация плодов 165
Работа 31. Отдел Моховидные (Bryophyta) 173

Работа 32. Отряд Пауконогие (Pauciunguiculata) 171
Работа 33. Отряд Хищные (Fissipedia) 171
Работа 34. Отряд Ластоногие (Pinnipedia) 176
Работа 35. Отряд Трехпалые (Tridactyla) 183
Работа 36. Отряд Непарнокопытные (Perissodactyla) 186
Работа 37. Отряд Парнокопытные (Artiodactyla) 200
Работа 38. Семейство Верблюдовые (Camelidae) 211
Работа 39. Семейство Оленевые (Cervidae) 214
Работа 40. Подряд Грызущие (Rodentia). Семейство Мышиные (Muridae) 219
Работа 41. Подряд Зайцеобразные (Lagomorpha). Семейство Зайцевые (Leporidae). Подсемейство Зайцы (Leporinae) 227
Работа 42. Подряд Насекомоядные (Insectivora). Семейство Кротовые (Talpidae) 234
Работа 43. Подряд Хищные (Carnivora). Семейство Собачьи (Canidae). Подсемейство Волки (Canis) 242
Работа 44. Подряд Неполнозубые (Xenarthra). Семейство Ленивцевые (Bradypodidae) 248
Работа 45. Подряд Хоботные (Proboscidea). Семейство Хоботные (Elephantidae) 254
Работа 46. Подряд Морские (Sirenia). Семейство Морские коровы (Dugongidae) 260
Работа 47. Подряд Многозубые (Polyodontia). Семейство Броненосцевые (Dasypodidae) 264
Работа 48. Подряд Летучие (Chiroptera). Семейство Летучие мыши (Vespertilionidae) 271
Работа 49. Подряд Двупалые (Didactyla). Семейство Двупалые (Choloepodidae) 278
Работа 50. Подряд Сумчатые (Marsupialia). Семейство Кенгуровые (Macropodidae) 284
Работа 51. Подряд Насекомоядные, или Зверообразные (Insectivora, Theriomorpha). Семейство Насекомоядные, или Звероподобные (Insectivora, Theriomorpha) 291
Рекомендуемая литература 294
Алфавитно-предметный указатель 295

Учебное издание

Мельникова Наталья Александровна
Нечаева Елена Хамидулловна
Царевская Валентина Михайловна
Коваленко Марина Викторовна
Марковская Галина Кусаиновна

БОТАНИКА

Практикум

Подписано в печать 26.12.2017. Формат 60×841/16
Усл. печ. л. 17,84, печ. л. 19,19.
Тираж 100. Заказ №373.
Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО Самарской ГСХА
446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2
Тел.: 8 939 754 04 86 доб. 608
E-mail: ssaariz@mail.ru
Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО «КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО»
443086, г. Самара, ул. Песчаная, 1
Тел.: (846) 267-36-82

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Самарская государственная
сельскохозяйственная академия»

Кафедра «Растениеводство и земледелие»

Л. В. Киселева, О. П. Кожевникова, В. Г. Васин

Земледелие

Методические указания для выполнения курсовой работы

Кинель
РИО СГСХА
2018

УДК 00.1.5:07)
ББК 1.1 1Р
К—4

Киселева Л. В.

К-44 Учебно-[illegible] методическое [illegible] / Л. В. Киселева, О. П. Кожевникова, В. Г. Васин. — Киров : РИО ГПУ ВКА, 2018. — 42 с.

В методическом указании приведены цель и задачи курсовой работы, этапы выполнения, порядок и сроки выполнения, требования к структуре и оформлению, порядок представления и защиты, приведены темы, представляемые авторами. Учебное издание предназначено для обучающихся по направлению подготовки 44.03.04 Агрономия.

© РИО ГПУ ВКА, 2018
© Киселева Л. В., Кожевникова О. П., Васин В. Г., 2018

Предисловие

При курсовом [illegible] – закрепление и углубление знаний по изучаемой дисциплине. Кроме того, студенты приобретают навыки самостоятельной работы по проектированию севооборотов и систем обработки почвы под сельскохозяйственные культуры для конкретных условий хозяйства.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия.

Курсовая работа должна соответствовать по уровню сформированности следующих компетенций обучающегося:

- способность реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности (ПК-1);

- готовность установить соответствие почвенно-ландшафтных условий требованиям сельскохозяйственных культур для их размещения по природно-сырьевым территориям (ПК-2);

- способность обосновать выбор сортов сельскохозяйственных культур для конкретных условий региона и уровня интенсификации, оценивать посевные качества семян и посадочный материал (ПК-3);

- готовность эксплуатировать почвообрабатывающие, посевные и уборочные машины, выявлять причины снижения их производительности, проводить техническое обслуживание и мелкий ремонт машин (ПК-4);

- готовность обосновать систему севооборотов и мелиоративно-культуртехнических мероприятий (ПК-5);

- способность к организации и проведению мониторинга объектов и оценке продуктивности агроценозов с учетом плодородия, эрозии и загрязнения земель, уровня грунтовых вод, применения удобрений и средств защиты растений (ПК-6);

- готовность к обработке результатов исследований с применением современных информационных технологий и прикладных программных средств (ПК-7);

способность осваивать систему управления урожаем сельскохозяйственных культур, включая обработку растительных остатков, сорных растений, вредителей и болезней (ПК-8).

1. Общие положения

Курсовая работа является формой самостоятельной работы студентов. В ходе выполнения и курсовой работы учащиеся должны показать полученные теоретические знания, умение применять полученные в ходе обучения навыки для решения конкретных производственных задач, организационно-управленческой и научно-исследовательской функции профессиональной деятельности.

Курсовая работа выполняется на третьем курсе. По вопросам к написанию курсовой работы следует после изучения темы «Сборник рецептов и технологии приготовления блюд» и «Технология приготовления основных» заканчивать после изучения темы «Системы обслуживания на предприятиях общественного питания».

Методическое указание содержит рекомендации по написанию курсовой работы по теме: «Проектирование предприятия общественного питания с разработкой [illegible]».

По согласованию с руководителем работы допускается выполнение курсовой работы по другой теме.

определить специализацию хозяйства, установить структуру потребителей, с которыми работает предприятие, изучить ассортимент кулинарной продукции, дать характеристику и указать порядок выдачи готовых блюд, составить технологические карты;

разработать конструктивно-планировочное решение производственного помещения, описать технологическое оборудование, выбрать и обосновать схему размещения оборудования;

рассчитать количество потребителей, которых обслуживает предприятие, по сменам и в среднем за сутки, определить потребность в сырье и полуфабрикатах, составить заявку на продукты;

составить технологическую карту на одно из блюд, выбранное по согласованию с руководителем работы.

Курсовая работа оформляется в соответствии с требованиями СМК 01-07-2011 «Положение о курсовом проектировании и выпускной квалификационной работе студентов среднего профессионального образования» (вместо 4 страниц).

Методическое указание помогает сориентироваться правильно разработать структуру курсовой работы и правильно оформить

2. Требования к оформлению курсовой работы

Курсовая работа должна быть написана грамотно, четко и аккуратно. Необходимо при работе использовать рекомендованное методическое указание. Материал излагается на одной стороне

стандартного листа. Порядковый номер страницы располагают по центру нижнего поля страницы. На титульном листе номер не ставят, нумерация страниц, начинается с общей нумерации работы. Точка в нумерации страниц не ставится.

Курсовая работа должна быть напечатана на стандартном листе белой бумаги в формате А4 с соблюдением следующих требований:

- поля: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 15 мм, нижнее – 20 мм;
- шрифт рабочий 14 пт. Times New Roman;
- межстрочный интервал – полуторный;
- абзацный отступ – 1,25;
- выравнивание текста – по ширине.

Каждая курсовая работа состоит из нескольких структурных элементов: титульный лист, задание на курсовую работу, реферат, оглавление, введение, основная часть, выводы и предложения, список использованной литературы и приложения (при необходимости).

Титульный лист оформляется по образцу, приведенному в приложении 1.

Задание на курсовую работу (если кафедрой предусмотрено) выдается руководителем курсовой работы, подписывается студентом, утверждается заведующим выпускающей кафедрой, после чего студентом вклеивается в курсовую работу (прил. 2).

Реферат содержит краткое, точное изложение содержания работы, включая сведения о количестве страниц, иллюстраций, таблиц, приложений, использованных источников, а также сокращения, используемые в работе (прил. 3).

Оглавление – путеводитель по курсовой работе. В нем последовательно перечисляются названия всех частей работы с указанием страниц, на которых они находятся в курсовой работе. Оглавление помещается после реферата.

Введение (1-2 страницы) должно кратко и четко изложить актуальность и причины выбора данной темы, цель и задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели, объект и предмет исследования. Объяснить, что в решении проблем менеджмента лежит

правилос. рационально разрабатывать состав севооборотов, систему обработки почвы и систему борьбы с сорной растительностью на полях (см. курсовую). При этом нужно учитывать не только биологические особенности культур, но и экономические условия, обеспечивающие получение высоких урожаев при наименьших затратах труда и средств.

Основной раздел. Текст основной части делят на главы (разделы) и параграфы. Заголовки глав располагают посередине строки и пишут прописными буквами. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Каждый параграф (главу) начинают с нового листа (страницы).

Расстояние между заголовком и текстом должно быть также 7-10 мм (две строки).

Главы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей работы, а параграфы — арабскими цифрами в пределах каждого параграфа. Номер пункта состоит из номеров главы, параграфа, пункта, разделенных точками. В конце номера пункта точка не ставится.

Сокращения слов в тексте не допускаются, за исключением тех, которые приняты в речи. Например, сокращают: километр — км, гектар — га, грамм — г, тонна — т, минута — мин, час — ч, и т. д.

При ссылке на источники в курсовой работе, приведенные в списке использованной литературы, указывают порядковый номер в списке, заключенный в квадратные скобки после цитаты. В необходимых случаях в скобках указывают страницы. Допускаются и постраничные ссылки.

Правила ссылок приведены в ГОСТ 7.1-84.

Заключение и предложения (1-3 стр.) — самая короткая часть. В ней подводятся итоги всей проделанной работы, суть которой должна быть понятна без чтения основного текста. Формулируются суть проведенных исследований, выводы и даются рекомендации производству (по необходимости).

Список использованной литературы и источников включается только те источники, на которые сделаны ссылки в тексте

курсовой работы. Фамилии авторов располагают в алфавитном порядке – сначала отечественных, затем – зарубежных. При наличии двух авторов допускается указывать фамилии и инициалы только первого автора, а затем ставить «и др.». После фамилии и инициалов автора пишется полное название работы, после чего ставится косая черта. Допускается сокращение названия только двух городов: Москва «М.» и Санкт-Петербург «СПб.». Описание оформляется в соответствии с примером, приведенным в приложении 4.

Объем курсовой работы 30-35 страниц машинописного текста. Список использованной литературы должен включать не менее 10-15 наименований, 30% которых за последние 5 лет.

Цифровой материал, приведенный в курсовую работу, оформляется в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь тематический заголовок, раскрывающий ее содержание. Таблицы в курсовой работе располагаются непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в тексте. Нумерация таблиц должна быть сквозной по всему тексту и приводится арабскими цифрами без знака №. Порядковый номер таблицы проставляется в правом верхнем углу над ее названием после слова «Таблица». Тематический заголовок таблицы размещается над таблицей и выравнивается по центру страницы и должен отражать ее содержание. Нумерация пишется так: 1, 2, 3, и т.д. Таблицы, как правило, должны иметь заголовки, помещаемые в текст. Не рекомендуется начинать раздел таблицей, а также заканчивать его таблицей без анализа полученных данных. При оформлении таблиц следует использовать шрифт Times New Roman.

Все листы работы, включая приложения, нумеруются подряд, начиная с титульного листа. Страницы курсовой работы, включая приложения, нумеруются арабскими цифрами в соответствии с общей нумерацией. Порядковый номер страницы размещается по центру нижнего поля страницы. Студенты должны сдать курсовую работу на проверку не позднее чем за 15 дней до начала экзаменационной сессии.

3. Порядок проведения защиты курсовой работы

Курсовая работа допускается к защите при условии положительной оценки, выставленной руководителем. Защита курсовой работы

не допускается к защите, руководитель представляет в аттестационную комиссию мотивированную служебную записку с оценкой научного руководителя.

Защита курсовых работ должна быть проведена до начала экзаменационной сессии.

Защита курсовой работы проводится в устной или иной форме перед комиссией в виде публичного выступления студента перед аудиторией с докладом, содержащим краткое изложение основных положений работы, рекомендаций научного руководителя работы. В отсутствие положительного решения руководителя работы о допуске к защите, студент может быть не допущен к защите курсовой работы. Оценка качества выполнения работы определяется заведующим кафедрой и доводится до сведения студента руководителем работы. Студент обязан ознакомиться с оценкой, данной руководителем работы, не позднее, чем за неделю до защиты.

Комиссия оценивает работу в присутствии студента. По результатам защиты принимается и объявляется публично решение о выставленной оценке, которое заносится в ведомость и зачетную книжку студента.

Непосредственно перед защитой студент должен подготовить и представить текст доклада. Защита состоит из доклада продолжительностью 5–7 мин, ответов на вопросы членов комиссии и присутствующих.

Рекомендуется последовательность изложения:

1) тема курсовой работы;
2) постановка задачи и актуальность;
3) цель исследования и изучаемый материал;
4) обоснование структуры и основных частей курсовой работы;
5) выводы и предложения по результатам исследований.

Ответы на вопросы должны быть аргументированными, полными и по существу.

Оценочными критериями служат следующие:

1. Полнота выполнения работы, обоснованность выводов.
2. Объем экспериментальной части, практическая ценность результатов исследования.
3. Полнота обобщения литературы и наличие ссылок на источники в тексте.
4. Наличие в работе обобщения передового опыта и достижений науки и техники.
5. Четкость построения работы, логическая последовательность изложения материала.
6. Грамотность работы на примере.

Оценка «отлично» выставляется при выполнении курсовой работы в полном объеме, если студент показал глубокий профессио-

всех элементов теоретической части, оформления и обоснования условий задачи, студент свободно владеет материалом, безошибочно применяет его при решении задач, оформляет решения в виде, в котором они могут быть использованы в дальнейшем, полно и обоснованно ответил на вопросы преподавателя, убедительно защищает свою точку зрения.

Оценка «хорошо» выставляется при выполнении курсовой работы в полном объеме, работа отличается глубиной проработки теоретической части, оформления и обоснования условий задачи, студент твердо владеет теоретическим материалом, умело применяет его при решении задач, оформляет решения в виде, в котором они могут быть использованы в дальнейшем, полно ответил на вопросы преподавателя, но допустил некоторые неточности в ответах.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при защите курсовой работы в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки теоретической части, студент умеет применять основные разделы теоретического материала в пределах программы, при защите допускает ошибки в самостоятельном выборе и применении формул, при ответах на вопросы допускает неточности, но обладает достаточным запасом знаний для их устранения.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не может защитить свою работу, допустил грубые практические ошибки при ответах на поставленные вопросы или не защитил работу в срок.

4. Структура курсовой работы

Для создания, выполнения и курсовую работу по дисциплине «Системы счисления»

Введение

Реферат

Оглавление

Введение

1. Позиционные непозиционные системы счисления

1.1. Исторические условия

1.2. Характеристика систем

2. Разработка системы самообразования на основе структуры посещаемых площадей

2.1. Определение и основные понятия

3.4 Разработка специальной культуры в севообороте, отвечающего интересам хозяйства

3. Разработка и оценка вариантов севооборотов

3.1. План перехода на принятый севооборот

3.2 Размещение культур по полям

4. Разработка системы обработки почвы в освоении севооборота

4.1 Обоснование применяемой обработки почвы

4.2 Описание качества выполнения работ

5. Характеристика новой химической системы борьбы с сорняками

5.1 Предупредительные агротехнические основы борьбы с сорняками

5.2 Химическая защита. Расчет потребности в гербицидах

5.3 Экономическая эффективность применения гербицидов

6. Прогнозирование и оценка ожидаемых результатов по освоению и разработанных севооборотов

6.1. Продуктивность разработанных севооборотов

6.2 Агрохимическая характеристика почвы севооборотов

6.3 Оценка стоимости продукции, полученной с разработанных севооборотов

Выводы и предложения

Список использованной литературы и источников

5. Отдельная часть курсовой работы

5.1. Почвенно-климатические условия района

Климатические условия

По данным ближайшей к хозяйству метеорологической станции (табл. 5) дать краткую характеристику климатических условий по среднемесячным данным

Сделать краткий анализ и дать оценку по влажности и суточной сумме неблагоприятных климатических явлений, характерных для зоны, где расположено хозяйство, достаточность выпадающих осадков, определить и дать оценку агрогидрологическим мероприятиям, разработанным в курсовой работе, влияющим на агрегатный состав и оценку условий по режиму увлажнения основных сельскохозяйственных культур. Эти выводы учесть при обосновании схемы принятого севооборота № 1 и разработке системы обработки почвы.

Пример оформления

Назвать преобладающие в данном районе почвы, дать краткую агрохимическую и агрофизическую характеристику их свойств, распространенных на поле, указать пригодность почвенных (механический состав, обеспеченность гумусом и мощность гумусового горизонта).

Описать наличие и степень проявления водной и ветровой эрозии, указать площади, подверженные ей, и предложить мероприятия по борьбе с ней (при необходимости).

5.2. Разработка системы севооборотов на основе структуры посевных площадей

Определение числа севооборотов

Основой для проектирования севооборотов является структура посевных площадей. В ходе этого этапа разработки курсового проекта необходимо изучить специализацию и структуру посевных площадей, выявить пригодность сельскохозяйственных культур и площади полей в действующих севооборотах.

В индивидуальном задании в зависимости от курсовой работы имеются сведения о структуре посевных площадей на поле, которое целесообразно использовать. Структура посевных площадей позволяет определить возможность разработать систему севооборотов в хозяйстве, состоящую из сочетания полевых кормовых и специальных севооборотов, с размещением на отдельных из них определенных культур, чистых паров и многолетних трав или только определенных из этих. Отклонение размеров полей внутри каждого севооборота не должно превышать 10% от среднего размера поля.

При проектировании новых севооборотов в хозяйствах стремятся к тому, чтобы внутри каждого севооборота все поля были равновеликими. На фрагментированных землях, пойменных и террасных, предпочтительнее устраивать севообороты с более высокими насыщениями их многолетними травами и другими культурами, а также короткими по ротации и кратными трем. В таких случаях целесообразно использовать севообороты с чистыми парами и многолетними травами.

Указанные в структуре посевных площадей (см. задание) ранние зерновые сельскохозяйственные культуры распределяют по севооборотному участку с учетом оптимального чередования культур по предшественникам (табл. 1)

Таблица 1

Распределение культур в запас по севооборотам

Культуры	Площадь, га	Размещение по полям севооборотов			
		Севооборот №1		Севооборот №2	
		площадь	севооб.	площадь	севооб.
1	2	3	4	5	6
Ранние зерновые					

Используя данные о площадях посевов ранних зерновых культур, размещенных в севообороте №1 и группы ранних зерновых культур для этого севооборота (Севооборот №1 должен быть зернопропашным.

Выясняем, какие выбраны культуры для предшественников (берем, например, пшеницу озимую и ячмень яровой) и записываем в графу №3 табл. севооборота. Затем в скобках первую цифру. Была ли пшеница другим (с другим набором и чередованием культур, другим количеством и размером полей). Затем в оставшейся площади ранних зерновых севооборота №1, т. е. в поле (или группе полей), где размещен набор из пшеницы, ячменя, яровой пшеницы и ячменя, не будет вписана в севооборот.

Часть культур, имеющих обычно небольшие посевные площади (например, овсяно, картофель, используемые для общественного питания и др.), можно разместить на полях, не занятых под ранними зерновыми по севооборотам.

После составления системы севооборотов для хозяйства дальнейшее выполнение курсовой работы (разделы 3, 4, 5, 6) будет производиться по одному севообороту №1

Определение чередования культур в севооборотах, оценка по предшественникам

Используя распределение культур по севооборотам (табл. 1), другие факторы чередования культур и виды пара по севооборотам, заполняем графу 3 табл. севооборотов

Таблица 2

Технологические севообороты

Культура	Предшественник	Площадь поля, га	Тип, вид севооборота и его номер, схема чередования культур и пара (%) полевого севооборота
Севооборот № 1			
1			
...			
Общая площадь севооборота			
Допустимое отклонение			

5.5. Разработка плана освоения севооборота

План перехода на проектный севооборот

В таблице 3 по годам указывают чередование фактического размещения сельскохозяйственных культур на полях севооборота № 1 за последние 2 года и ожидаемость полей этого севооборота.

В течение трех лет (табл. 3) в севообороте 2 ранее предшественники остаются на месте, а чередование культур осуществляется постепенным переходом к планируемой схеме. Севооборот считается освоенным, когда в каждом поле его структура посевных площадей, культур будет соответствовать принятой схеме чередования, предусмотренной в соответствии со схемой севооборота.

Таблица 3

План перехода на планируемый севооборот

Поле, площадь	Фактическое размещение				Планируемое чередование культур по полям севооборота			
	20__ год		20__ год		20__ год		20__ год	
	предшественник	культура	предшественник	культура	предшественник	культура	предшественник	культура
1 га								

Под этот с учетом предшественников бои. севооборотное занятый планируется размещать культуру вводного севооборота в конце или после второго года оккупации в оккупированной территории, если оккупированный участок культурно вводного севооборота ещё не размещается с полем по предшественникам предусматривается новой посевной культуры. В первую очередь размещаются культуры ярусных или основы благоприятных правительственных культур по предшественникам размещаются убывающей конвейера. Освобождение сооружение и по возможности пар чистый пар, если он предусматривается вводного севооборота.

В послевоенный период нельзя допускать резкого изменения посевных площадей отдельных культур, кратковременный перерыв не должен превышать 2–3 лет.

В ходе освоения новой территории к принятию севооборотов необходимо дать агрохимическое обоснование перехода на полевой севооборот, в котором необходимо объяснить, как реализовались принципы размещения культур в полевом севообороте и кратковременной паре. При этом, нужно найти оптимальное соотношение между предшественниками культуры и плодородием почвы, предшественниками, отношение к засоренности предшественников.

Размещение севооборотов

Для каждого отдельного культурного поля и севооборота составляется ротационная таблица, началом которой считается год освоения севооборота. Для севооборотов без выводного поля ротационная таблица составляется на время, равное полной ротации севооборотной площади.

Таблица 4

Ротационная таблица освоенного севооборота

Год	Поля севооборота	
	I – (50)	
20		

Освобожденные минированные поля не могут использоваться. При большой площади размещения культур на полях осуществляется освоение севооборота по без выводного поля. При полной разминированности поля сначала пройдет через освоение севооборота. При этом время освоения будет

зависеть от числа лет пос выводится состав и количество полей в севообороте. В зав распашки выгодного зоны целесообразно предусматривать [illegible] культур.

5.4. Разработка системы обработки почвы в плодосменном севообороте

Обоснование системы обработки почвы

После того, как будет составлена таблица по полевому контролю, в севообороте и предшественников, когда все культуры высевают в севообороте будут выполнены и предшественники, приступают к разработке системы обработки почвы в севообороте под основные культуры. Результаты записывают в таблицу 5.

Вначале по данным системы обработки почвы по первому полю подбирают основную обработку под культуру, которая высевается в этом поле под покрытие севооборота, затем для второго поля под культуру, которая высевается в этом поле и далее по всем полям данного севооборота.

Под каждую обработку почвы под каждую культуру начинают с основной обработки через 1 после уборки предшественника и заканчивают последней обработкой перед уборкой урожая культуры. Если на поле размещаются две и более культур, то систему обработки почвы разрабатывают под каждую культуру в отдельности.

Таблица 5

Система обработки почвы в полях севооборота

№ поля	Культура	Предшественник	Основная обработка почвы	Предпосевная обработка почвы	Уход за посевами	Прочие мероприятия
1	2	3	4	5	6	7

В зарослях полей обработку позволяют отобрать средства и до посева всходов. В поле, где разрешается начинать от начала весенних полевых работ и до уборки урожая

В систему обработки почвы должны быть включены все ее приемы в порядке последовательности их проведения с учетом глубины и время обработки, норм по каждой культуре и

Разработать систему обработки почвы с учетом условий почвенно-климатических и конкретно для каждого поля с учетом предшественника и

Необходимо объяснить, почему выбрана та или иная обработка почвы и какой будет ее влияние на урожайность,

- объяснить, почему выбрана та или иная обработка почвы и какой будет ее влияние на урожайность, особенности решения на (рисунке);

- показать, почему в том или ином поле должна быть применена или специально применена безотвальная, плоской и поверхностной обработки почвы, почему механическая обработка почвы может применяться;

- объяснить, в каких полях решаются те или иные методы механической борьбы с сорняками (методы истощения, удаление проростков сорняков на пропашных) или сочетание применением химического метода;

- объяснить выбор сидератов для посевных последующего посева культур севооборота.

Обоснование системы обработки почвы в освоенном севообороте проводится с учетом почвенно-климатических условий, засоренности полей, при этом используются результаты научных учреждений области

Основные элементы технологии возделывания

Любой прием обработки почвы имеет свои особенности и при выполнении должен обеспечить качество обработки, которое будет способствовать получению высокого и устойчивого урожая

Таблица 6

Агротехнические требования к выполнению технологических операций по обработке почвы

Показатели	Предельно допустимое

5.5. Засоренность полей хозяйства и меры борьбы с сорняками

Ориентировочный агротехнический прогноз засоренности сорняками

Разработать для конкретных условий хозяйства экологически безопасные меры борьбы с сорными растениями.

Разработать для данного хозяйства на вегетационный период мероприятия с наиболее вредоносными видами малолетних, корнеотпрысковых и полукустарниковых сорняков. Описать агротехнические приемы борьбы с корнеотпрысковыми и прикорневыми сорняками.

Разработать мероприятия по ограничению применения гербицидов.

Мониторинг почвы. Регистр потребности в гербицидах

В зависимости от засоренности определить очередность применения гербицидов и порядок их использования. Подобрать наиболее эффективные препараты из государственного каталога пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, с учетом условий, в которых будет проводиться обработка.

Таблица 7

Потребность в гербицидах в севообороте №___
и затраты на химическую обработку посевов

Культура	Площадь, га	Фаза развития культуры	Сорняки	Гербициды, норма расхода	Способ внесения гербицида	Сложность применения гербицида	Применяемое оборудование	Затраты труда, чел.-ч/га
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Обосновать выбор химических препаратов для применения борьбы с сорными растениями. Описать условия и способы применения ручных опрыскивателей при внесении гербицидов

Охрана окружающей среды

В этом разделе необходимо указать правила по технике безопасности и охране окружающей среды при выполнении требований к работе с ядохимикатами, используемыми в технологическом процессе ТО и инструкций по технике безопасности

5.6. Предусмотреть и оценить стоимость продукции, полученной в разработанных севооборотах

Методика определения экономической эффективности внедрения севооборотов сводится к оценке каждого севооборота в всей системы севооборотов по выходу продукции на единицу севооборотной площади, затратам труда и другим показателям в расчете на 100 га пашни.

Определение разработанных севооборотов

Чтобы дать сравнительную оценку севооборотов по их продуктивности, необходимо установить, сколько кормовых единиц в среднем получается с 1 га пашни в каждом из них. Кормовые единицы подсчитываются по валовому сбору основной и побочной продукции.

Расчет продуктивности севооборотов приведен в таблице 8

При расчете продуктивности севооборота целесообразно рассчитать валовой сбор основной и побочной продукции. Валовой сбор каждой культуры получают умножением урожайности основной или побочной продукции на площадь, занимаемую культурой. Урожайность основной продукции берется из задания, а урожайность побочной продукции рассчитывается исходя из соотношения выхода с гектара культуры основной и побочной продукции (прил. 7).

В графе 6 указывается кормовая единица, которая определяется по сборнику кормовых единиц, в графе 7 – количество кормовых единиц, полученных с 1 га пашни, в графе 8 – количество кормовых единиц, полученных с площади, занимаемой культурой в севообороте.

Для расчета используются коэффициенты, определяющие содержание кормовых единиц в единице продукции (прил. 7). Общий сбор кормовых единиц определяется умножением величины валового сбора на соответствующий коэффициент.

Например, при валовом сборе зерна (основной продукции) озимой пшеницы 600 ц и содержании в 1 ц 1,20 ц корм. ед. валовой сбор по данному виду продукции составит 600×1,20 = 720 ц корм. ед.

Далее рассчитывают выход общей продукции, выраженный в кормовых единицах на 100 га пашни севооборота, для чего сумму валового сбора основной и побочной продукции всех культур севооборота, выраженную в кормовых единицах, делят на общую площадь пашни севооборота и умножают на 100.

Таблица 8

Продуктивность разработанных севооборотов

Сельскохозяйственные культуры и пары	Вид продукции		Площадь, га.	Урожайность, ц/га		Валовой сбор, ц		В 1 ц содержится к. ед		Валовой сбор, к. ед., ц		
	основной	побочной		основной	побочной	основной	побочной	основной	побочной	основной	побочной	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Севооборот № 1:												
…												
Итого	-	-	Σ=	-	-	-	-	-	-	Σ=		
В среднем на один га севооборотной площади: _____ ц												
Севооборот № 2:												
…												
Итого	-	-	Σ=	-	-	-	-	-	-	Σ=		
В среднем на один га севооборотной площади: _____ ц												

Всего: выход на 100 га пашни: зерна ____ц, корм. ед. _____

Сравните полученные данные и объясните причины различной продуктивности пашни в севооборотах. Наметьте мероприятия по ее повышению.

Агротехническое обоснование вводимых севооборотов

В агротехническом обосновании следует показать, почему принято именно такое чередование культур в севооборотах. Показать

влияние каждой предшествующей культуры на развитие последующей (чистота поля от сорных растений, борьба с вредителями и болезнями, истощение почвы основными элементами питания растений - N, P, K и др.). Оценить севообороты по сохранению и повышению плодородия почвы.

Оценка стоимости продукции, полученной с разработанных севооборотов

При оценке стоимости продукции, полученной с разработанных севооборотов (табл. 9), необходимо рассчитать продуктивность пашни вводимого севооборота в денежных единицах (выход кормовых единиц и стоимость произведенной продукции в среднем с 1 га севооборотной площади). Стоимость товарной продукции, получаемой в севообороте, рассчитывается исходя из текущих цен реализации (цены реализации сельскохозяйственной продукции по Самарской области ежегодно публикуются в журналах Агро-Информ).

Таблица 9

Оценка стоимости продукции, полученной с разработанных севооборотов

Сельскохозяйственные культуры и пары	Вид продукции		Площадь, га	Урожайность, ц/га		Валовой сбор, ц		Цена ц, руб.		Стоимость продукции, руб		
	основной	побочной		основной	побочной	основной	побочной	основной	побочной	основной	побочной	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Севооборот № 1:												
...												
Итого	-	-	Σ=	-	-	-	-	-	-	Σ=		
В среднем на один га севооборотной площади: _____ ц												
Севооборот № 2:												
...												
Итого	-	-	Σ=	-	-	-	-	-	-	Σ=		
В среднем на один га севооборотной площади: _____ ц												

Всего: выход на 100 га пашни: основной продукции ____ руб., побочной продукции ____ руб., продукции (общий) ____ руб.

Расчет стоимости два товарной и легковарной для переработки продукции производится по-разному. Для товарной продукции – молока, сбор за утилизацию на одну условную голову. Стоимость услуг по переработке молока и другой молочной продукции производится по установленным следующим образом: сбор переработки единицы по этой группе продукции умножают на цену 1 кг или 1 л.

Пример расчета стоимости переработки молока (см. группу 8)

Далее рассчитывают затраты общей продуктивности, выраженной в кормовых единицах, и в стоимостном выражении на 100 га пашни, сенокосов, пастбищ, а также суммарную стоимость сенокосов и пастбищ продукции всех культур севооборота, выраженную в кормовых единицах и в стоимостном выражении, далее на общую площадь пашни севооборота в умножают на 100.

По основным правильного чистого и культурного продуктивности севооборотов и результатам учета. Сравнить с общими показателями культурной пашни об экономической целесообразности использования полевого севооборота.

Выводы и предложения (не более 1-2 стр.). Здесь должны быть изложены итоги исследований и экспериментальной работы, суть которой должна быть сжато и четко сформулирована. Нужно перечислить суть проведенных исследований, методы и даются рекомендации производству.

Приложения

Приложение 1

(пример оформления титульного листа)

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

кафедра «Растениеводство и земледелие»

Курсовая работа

по дисциплине

Тема: _____

Выполнил:
студент ____ курса
группы ____
направление подготовки

Личный номер: _____
(указывается при наличии)

_____
(фамилия, имя, отчество руководителя работы)

Дата защиты: _____ Оценка: _____
(подпись руководителя работы)

Санкт-Петербург

Приложение 2

Пример оформления задания

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный аграрный университет»

Кафедра «Растениеводство и земледелие»

ЗАДАНИЕ
на курсовую работу по дисциплине
«Земледелие»

Студенту
_____

Тема работы
_____
_____

Исходные данные (технические требования на курсовую работу)

Критерии	Показатели	
	ед.	%
1. Зерновые и зернобобовые культуры		
[illegible]		
[illegible]		
[illegible]		
2. Технические культуры, в т.ч.		
3. Овощебахчевые и картофельные культуры		
4. Кормовые культуры, в т.ч.		
5. Без посева (пары)		
... Итого		
ВСЕГО ПАШНИ		100,0

Окончание приложения 1

Культура, группа культур	Площадь		Отклонение от запланированной в 2016 году, га	Организационно-хозяйственные мероприятия
	2016 год	2017 год		
1	2	3	4	5
1 – 999				

Характеристика полей севооборота № 1 в предшествующие годы

Заведующий отделом «____» _____ 20___ г.

Руководитель _____ _____
(подпись) (инициалы, фамилия)

Приложение 2

Пример оформления реферата

Реферат

Курсовая работа содержит 35 страниц машинописного текста, включая 9 таблиц, 10 рисунков, 20 источников литературы и 1 приложение.

Целью данной курсовой работы является разработка севооборота, позволяющего обеспечить получение и сохранение влаги в корнеобитаемом слое, наиболее полное использование биологического потенциала сорта, обеспечение высокой продуктивности, получение высокой прибыли с единицы площади при минимальных затратах труда и средств, а также оптимальных физических условий для биологических процессов роста и развития культурных растений, повышение плодородия почвы и защиты ее от эрозии.

Исходя из пространственной структуры основных площадей, для использования в полевом севообороте выделяется 1 участок.

Стоимость валовой продукции с 1 га севооборотной площади составляет 29,1 тыс. руб. Выход кормовых единиц с учетом побочной продукции составит 34,5 тыс. руб., что, соответственно, будет покрывать потребность хозяйства.

В 2020 году все культуры встают на свои места согласно схеме севооборота и этот год считается годом освоения севооборота и первым годом ротации. Ротация севооборота с 2020 по 2025 год.

Обработка почвы проводится с учетом дифференциации полей и почвенных контуров каждого участка района.

Оценка эффективности использования пестицидов и агрохимикатов

Книга с одним автором

Кадырова, Г. Н. Сорные растения и меры борьбы с ними : учебное пособие / Г. Н. Кадырова. — М. : Изд-во МГУЛ, 1999. — 242 с.

Книга с двумя авторами

Чулкина, В. А. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы в технологии / В. А. Чулкина, Е. Ю. Торопова, Г. В. Сидоров. — М. : Колос, 2000. — 270 с.

Книга с авторами

Лойкот, Ш. Г. Интенсификация биологических факторов восстановительных плодородия почвы в земледелии / Ш. Г. Лойкот, Г. И. Абрамчик, Ю. А. Кобзарева. — Орел : Изд-во Орел ГАУ, 2011. — 160 с.

Книга без автора и редактора

Кадырев, Г. Н. Земледелие / Г. Н. Кадырев, В. Г. Лошаков, А. И. Пупонин [и др.]. — М. : Колос, 2003. — 550 с.

Статья с двумя или тремя авторами

Рудницкая, Н. К. Биологическая активность почвы при разных видах обработки / Н. К. Рудницкая // Земледелие. — 2017. — № 2. — С. 33–36.

Статья с четырьмя или пятью авторами

Кадырев, Г. Н. Почвозащитная обработка почвы в Средней Полосе / Г. Н. Кадырев, В. А. Ефремов // Земледелие. — 2009. — № 1. — С. 20–23.

Статья с шестью и более авторами

Черемисова, Л. М. Плодородие и обработка почвы / Л. М. Черемисова, С. С. Гончаренко, Н. Н. Кадрюшкин, В. Ю. Тишкина // Вестник курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2019. — № 6. — С. 45–51.

Статья с авторами (более 4)

Андреев, В. Н. Ресурсосберегающие приемы основной обработки почвы / В. Н. Андреев, С. Н. Дронов, Р. Р. Нуретдинов [и др.] // Земледелие. — 2008. — № 7. — С. 22–24.

Статья в сборнике трудов (1 автор)

Кулина, С. П. Обработка почвы как фактор улучшения структурных показателей пахотного чернозема обыкновенного / С. П. Кулина // Эволюция и деградация почвенного покрова : сб. статей междунар. конф. – 2015. – С. 272-275.

Статья в сборнике трудов (до 4 авторов)

Сабитов, М. М. Обработка почвы – доступные эффективные агроприемы получения высоких и устойчивых урожаев / М. М. Сабитов, К. И. Корнева, С. П. Кулина // Интродукция новых полезных растений в регионах : сб. статей межд. конф. – Ульяновск, 2013. – С. 4нк-47с.

Статья в сборнике трудов (более 4 авторов)

Сухарев, А. А. Влияние различных обработок почвы на продуктивность севооборотов в южной зоне Ростовской области / А. С. Морозов, О. В. Иванова, С. А. Поритченко, Л. А. Беркетова // Разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий возделывания культур в АПК : сб. статей междунар. конф. – Зерноград, 2011. – С. 62-67.

Статья в сборнике трудов (более 4 авторов)

Яценюк, Н. А. Обработка почвы и регулирование агрофизических показателей в посевах гороха в севооборотах Лесостепи Поволжья / Н. А. Яценюк, Н. Г. Захаров, Н. А. Чайка [и др.] // Микроудобрения и регуляторы роста в питании растений: теоретические и практические аспекты : сб. статей межд. конф. – Ульяновск, 2014. – С. 15-20.

Документы

Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды : [федеральный закон РФ : от 10.01.2002 г. №7-ФЗ : в ред. от 31.12.14 г.]

Стандарты

ГОСТ 16265-89. Земледелие. Термины и определения. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 21 с.

Интернет-ресурсы

Официальный сайт Министерства сельского хозяйства и продовольствия Самарской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://minselhoz.samara.ru/. – Загл. с экрана.

Приложение 3

Сведения о гидрометеорологических станциях Самарской области

Тольяттинская Специализированная Гидрометеорологическая обсерватория (ТСГМО)

1. Метеоструппа в составе Тольяттинской ГМО

Специализированные станции

1. Объединенная гидрометеорологическая станция ОГМС Самара
2. Аэрологическая станция (АС) Безенчук.
3. Гидрологическая станция 1 разряда (Г-1) Самара
4. Агрометеорологическая станция (АС) АГМС

Станции

Метеорологические 2 разряда (М-2)

1. Акшинара, экспедиция
2. Большая Глушица
3. Кинель-Черкассы
4. Клявлино
5. Новодевичье
6. Сергиевск
7. Сызрань
8. Челно-Вершины.

Автоматические метеорологические станции (АМС)

1. Богатое.
2. Новокуйбышевск
3. Приволжье
4. Самара (речпорт).
5. Чапаевск.

Гидрометеорологические посты

Метеорологические 2, 3 разряда (МП)

1. Кротовка, МП-2.
2. Сенгилей (Сенгилеевский), МП-3
3. Барыш, МП-3

Приложение 6

Ориентировочная урожайность основных сельскохозяйственных культур в Самарской области*

Культуры	Урожайность, ц/га
Озимая пшеница и озимая рожь по чистому пару	30-40
Озимая пшеница и озимая рожь по занятому пару	25-30
Яровая пшеница	15-20
Ячмень, овес	20-25
Горох	10-15
Соя	15-20
Гречиха	7-12
Просо	10-15
Подсолнечник	8-14
Рапс	10-15
Вико-овсяная смесь (однолетние травы)	150-200 (зел. масса)
Суданская трава (однолетние травы)	200-250 (зел. масса)
Люцерна (многолетние травы)	200-250 (зел. масса)
Кукуруза на силос	200-250 (зел. масса)
Картофель	100-180
Сахарная свекла	200-250

*Официальный сайт Министерства сельского хозяйства и продовольствия Самарской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://msh-samara.ru/

Приложение 7

Калорийность сельскохозяйственных культур, соотношение основной и побочной продукции*

Культура	Стандартная влажность продукции, %	Отношение основной продукции к побочной	Сумма частей (Л)	Калорийность (кДж) 1 кг сухой биомассы		
				целое растение	основная продукция	побочная продукция
Пшеница озимая	14	1:1,8	2,8	18 600	19 019	17 975
Яровая мягкая	14	1:1,5	2,5	18 810	19 228	17 975
Яровая твердая	14	1:1,5	2,5	19 020	19 395	18 183
Рожь озимая	14	1:2	3,0	18 392	18 810	18 015
Ячмень	14	1:1,1	2,1	18 475	18 935	18 057
Овес	14	1:1,3	2,3	18 392	18 726	18 100
Просо	14	1:1,7	2,7	19 228	19 646	18 810
Гречиха	14	1:2,5	3,5	18 977	19 310	18 392
Горох	14	1:1,5	2,5	19 688	20 482	18 935
Соя	14	1:1,1	2,1	20 065	20 482	19 228
Подсолнечник	8	1:3	4,0	18 600	19 311	18 100
Кукуруза на зерно	14	1:1,2	2,2	17 138	17 555	16 720
Кукуруза на силос	70	1,0	1,0	16 302	16 302	16 302
Картофель	80	1:0,7	1,7	17 975	18 225	17 723
Сахарная свекла	80	1:0,5	1,5	17 680	18 140	17 598

*Растениеводство : Практикум / В. А. Федотов, В. В. Коломейченко, Г. И. Дурнев [и др]. – Воронеж : Издательство Воронежского университета, 1996. – 392 с.

Приложение 5

Содержание отдельных кормовых культур в зерновых кормовых единицах (в расчете на 1 центнер продукции)[1]

Культура	Содержание кормовых единиц	
	Зерно	Солома
Рожь	1,15	0,40
Пшеница	1,17	0,35
Гречиха	0,98	0,20
Овес	1,00	0,31
Подсолнечник	1,47	-
Просо	0,95	0,40
Пшеница яровая	1,19	0,35
Пшеница озимая	1,16	0,23
Ячмень яровой	1,11	0,23
Овощи	1,15	0,30
Зеленый	1,13	0,31
	Зеленая масса	Сено
Вика яровая	0,17	0,45
Горох посевной	0,16	0,55
Эспарцет	0,19	0,44
Люпин	0,20	0,54
Костер безостый	0,29	0,46
Кукуруза на силос	0,19	-
Тимофеевка	0,21	0,45
луговая желтая	0,25	0,53
Овсяница луговая	0,19	0,50
Овес	0,19	0,48
Подсолнечник на силос	0,17	-
Пырей ползучий	0,15	-
Ячмень яровой	0,17	0,51
Суданская трава	0,23	0,57
Ячмень	0,15	0,53
	Корнеплоды	Силос
Картофель	0,31	0,13
Картофель кормовой	0,14	0,17
Свекла кормовая	0,13	0,15
Свекла сахарная	0,21	0,15

[1] Справочник кормовых норм и рационов / М. Ф. Томмэ. - Сельхозиздат, 1959. - 335 с.

Рекомендуемая литература

1. Агрохимическая характеристика почв Куйбышевской области / справочник. – Л.: Гидрометеоиздат, 1968. – 208 с.

2. Артюхин, К. Ю. Основы ведения сельскохозяйственного производства: учебно-методическое пособие / К. Ю. Артюхин, М. Пономарев. – Пенза, 2010. – 252 с.

3. Беспалов, Г. Ф. Экология: учебник / Г. Ф. Беспалов, В. Г. Лобанов, А. Ф. Пузанов, А. Я. Рыжков [и др.]; под ред. А. И. Пузанова. – М.: Колос, 2002. – 552 с.

4. Белкин, В. И. Определение потенциальной продуктивности и качества сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / Самарская ГСХА. – Самара, 2005. – 230 с.

5. Земледелие в Средней Глубинке: учебно-методическое пособие / Г. Ф. Кичина, Р. В. Акимочкин, А. А. Мартынкин [и др.]; под ред. Г. Ф. Кичина. – М.: Колос, 2003. – 328 с.

6. Кичина, Г. Ф. Обработка почвы в Средней Глубинке: монография / Самарская ГСХА. – Самара: СГСХА, 2003. – 251 с.

7. Кичина, Г. Ф. Удобрения в Средней Глубинке: учеб. пособие / Г. Ф. Кичина, Р. В. Акимочкин. – Самара: СГСХА, 2005. – 136 с.

8. Кичина, Г. Ф. Земледелие Самарского Заволжья и Предуралья в Средней Глубинке: монография / Г. Ф. Кичина, В. А. Ионкин. – Самара: РИЦ СГСХА, 2010. – 340 с.

9. Кичин, В. А. Удобрения и качество урожая: науч.-практ. изд. – Самара: Книга, 2009. – С. 205–216.

10. Мартовецкий, А. А. Агроклиматические основы севооборота: учебное пособие. – Куйбышев, 1975. – 48 с.

11. Мартовецкий, А. А. Краткая климатическая характеристика агроклиматических условий и почвенного покрова Самарской области: учебное пособие / А. А. Мартовецкий, В. С. Кутепкин. – Куйбышев, 1965. – 37 с.

12. Несмеянова, Н. Г. Почвенный покров Самарской области и его экологическая оценка: учебное пособие / Н. Г. Несмеянова, С. Н. Ермишин, А. С. Воротилов. – Самара, 2007. – 124 с.

13. Оформление исследовательских работ: методические рекомендации / сост. А. М. Петрова, М. Н. Лукьяс, С. С. Петрова, [и др.]. – Самара, 2010. – 36 с.

14. Полосухин, О. И. Сорные растения и борьба с ними в Самарской области: учебное пособие / О. И. Полосухин, Н. Н. Кислов, М. С. Рассыл, Н. С. Ханзашвили; научная О. И. Полосухина. – Самара, 2016. – 139 с.

15. Практикум по земледелию / И. Н. Рыжков, А. М. Туликов, Г. Н. Бельфер, А. В. Захаренко [и др.]. – М.: Агропромиздат, 2004. – 352 с.

16. Справочник полевода / под общей ред. Н. Н. Шпаара. – 3-е изд.

Оглавление

Предисловие ... 3
1. Общие положения ... 4
2. Требования к оформлению курсовой работы ... 4
3. Порядок проведения защиты курсовой работы ... 6
4. Структура курсовой работы ... 9
5. Написание курсовой работы ... 10
5.1 Назначение и последовательность выполнения ... 10
5.2. Разработка технологической карты возделывания культуры по выбранному варианту ... 11
5.3. Разработка плана освоения севооборота ... 11
5.4 Разработка системы обработки почвы в севообороте ... 15
5.5 Эффективность полей севооборота и меры борьбы с сорняками ... 17
5.6 Определение и оценка стоимости продукции, получаемой с разработанного севооборота ... 18
Приложения ... 22
Рекомендуемая литература ... 30

Учебное издание

Киселева Людмила Витальевна,
Кожевникова Оксана Петровна,
Васин Василий Григорьевич

Земледелие

Методические указания для выполнения курсовой работы

Отпечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать 11.09.2018. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 1,86; печ. л. 2.
Тираж 50. Заказ № 248.

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО Самарской ГСХА
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2
Тел.: 8 939 754 04 86, доб. 608
E-mail: ssaariz@mail.ru

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный
аграрный университет»

Кафедра «Растениеводство и земледелие»

Л. В. Киселева

СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Методические указания для выполнения лабораторных работ

Самара
РИО СГСХА
2017

УДК 631.5 (07)
ББК 41.1р
К-44

Кононов, Л. В.
К-44 Системы земледелия : методические указания для выполнения практических работ / Л. В. Кононов. – Кинель : РИО СГСХА, 2017. – 74 с.

Методические указания содержат теоретический материал, задания для самостоятельного выполнения работ, список рекомендуемой учебной и научной литературы, контрольные вопросы.

Учебное издание предназначено для студентов обучающихся по направлению 35.03.04 Агрономия.

© ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, 2017
© Кононов Л. В., 2017

Предисловие

Методические указания для практических занятий по дисциплине «Системы земледелия» составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, предназначены для студентов обучающихся по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия. Учебное пособие содержит описание и освоение систем, методов специальных знаний, научных основ управления в этой области. методики составления и разработки технологических решений, систем, средств и организационных процессов. Каждая работа завершается контрольными вопросами. Все расчеты и данные вносятся в таблицы. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения ОПОП ВО):

- способность распознавать основные виды и разновидности почв, обеспечивать направленное их использование и улучшение, применять воспроизводство плодородия;

- готовность использовать основные агрохимические средства требований технологий возделывания сельскохозяйственных культур для реализации потенциала продуктивности земли;

- способность обосновать подбор сортов сельскохозяйственных культур для конкретных условий региона и уровня технологии, обеспечивающие возделывание, подготовить семена к посеву;

- готовность использовать почвообрабатывающие машины, выполнив и обосновав агрегаты и определив области их рациональной загрузки, провести техническое регулирование сельскохозяйственных машин;

- способность рассчитать уровень эффективности и энергетической эффективности на планируемый урожай, определить способ технологию возделывания сельскохозяйственной культуры,

готовность обеспечивать системы севооборотов и агротехнологии сельскохозяйственной организации.

- способность вести учет и отчетность, обработку почвы, культуры севооборотов с учетом агрохимии, культивации и выполнения основных уровней производственных функций и комплексов почвообрабатывающих машин.

- способность обеспечивать способ уборки урожая сельскохозяйственных культур наличной обработки почвы, внесения удобрений, посева и посадки растений, ухода за ними, уборки урожая и хранения.

ТЕМА 1. ИЗУЧЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕЕ ПЛОДОРОДИЯ

Занятие 1. Изучение оптимальных параметров почвенного плодородия и методы исследования плодородия

Оптимальные параметры – это количественно определенные и качественно описанные свойства почвы и условия внешней среды, при которых могут быть максимально использованы все факторы жизни растений и обеспечено полное осуществление возможностей выращиваемых сельскохозяйственных культур.

Химические свойства почвы. Отрицательно действующие факторы (избыток или недостаток питательных веществ) приостанавливают рост и развитие организма. Он один из факторов жизни растений не может быть заменен другим.

Химические показатели и химическая база для получения высоких и устойчивых урожаев. Почва служит источником питания растений, в ней происходят все процессы, обеспечивающие растения питательными веществами, при обеспеченности их другими факторами, будут наиболее полноценными.

Химический состав и оптимальное содержание элементов. Минеральные вещества, факторы жизни растений, являются необходимой составной частью растительных организмов. Наиболее эффективно их действие при оптимальном соотношении факторов.

Химико-минералогический состав. Показатели одного фактора не могут полностью заменить другие. Высокое содержание в почве питательных веществ-факторов дает наибольший и наиболее стойкий эффект.

Химическая характеристика почвенного покрова. Условия местообитания растений должны соответствовать биологическим требованиям растений.

Почва и вредители. В почве обитают насекомые, грызуны, а также другие потери веществ, связанные с деятельностью человека, существенно снижают урожайность и качество урожая. Некоторые из них являются переносчиками возбудителей опасных заболеваний растений, поэтому борьба с ними является одним из важных мероприятий по охране почвы.

Кроме перечисленных классов существует ряд экологических принципов, которыми руководствуются при оценке почв в целях улучшения и окружающей среды. Среди них принципы разделения между конкурирующими культурами, в том числе сорняками растений от вредителей и болезней, сохранение и восстановление структуры почвы и др., направленные на оптимизацию свойств и условий произрастания растительности.

Многие из этих экологических параметров могут сильно варьировать в зависимости от требований культуры или группы культур. Очевидно возникает различие оптимальных параметров для почв отдельных районов. Это может объяснить различия в почвах районов с почти одинаковыми природными условиями. Например, известно, что в условиях влажных тропиков оптимальными для большинства культур являются легкие и среднесуглинистые почвы, а в лесостепи — глинистые. Очевидна необходимость интерпретации оптимальных параметров для почв разных районов с учетом конкретных сортов и сортовых сочетаний культур.

Тем не менее большинство культур возделываемых человеком хорошо растет именно в почвенных условиях, близких к оптимальным. Поэтому необходимость определения оптимальных параметров почв для культур является важной задачей. Это можно объяснить тем, что основная часть усилий человечества для питания большого количества животных, и многовековой отбор культурных растений привел к общности их требований к почвенным условиям. Наличие оптимальных параметров почв, свойств и режимов почв для определенных групп и видов культур является одной из основных задач современного агрономического почвоведения.

В таблице перечислены только наиболее общие, усредненные и относительно крупные показатели оптимальных параметров почв для большинства культур. Подробности сведения об их дифференциации в зависимости от требований культур также должны быть помещены в агрономических книгах и некоторые будут приведены в последующих

Физические свойства почв

К физическим, аналитическим показателям почв относятся показатели состава, свойств и режимов почв, влияющих урожай

культурных растений и биопродуктивность естественных фитоценозов.

Таблица 1

Оптимальные параметры состава, свойств и режимов почв

Состав свойств и режимов	Оптимальные параметры
Минеральная основа	Гумусно-элювиальные, гумусно-аккумулятивные, элювиально-аккумулятивные, аллювиальные почвы
Гранулометрический состав	Среднесуглинистые, легкосуглинистые по илистой фракции
Химические свойства	Содержание гумуса в пахотном слое 2–4 %, в подпахотном горизонте 1–2 %, отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот 1,0–1,5, сумма поглощенных оснований 20–30 мг-экв на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 80–90 %, pH солевой вытяжки 6,0–7,5
Солевой режим почв	Отсутствие солей в горизонтах, расположенных в пределах 1 м от поверхности почвы
Агрономические свойства Физико-механические свойства	Оптимальное содержание агрономически ценных агрегатов размером 0,25–10 мм в пахотном горизонте Объемная масса 1,0–1,3 г/см³, пористость 50–60 %
Водный режим	Содержание доступной влаги в корнеобитаемом слое 100–200 мм, коэффициент увлажнения 1,0–1,5
Режим питания растений	Содержание подвижных форм фосфора 100–200 мг/кг почвы, обменного калия 150–300 мг/кг почвы
Воздушный режим и газообмен почвенного воздуха	Содержание кислорода в воздухе почвенных пор не менее 15 %
Биологическая активность почвы	Высокая биологическая активность

В пределах рубежей по каждому свойству выделяются оптимальные значения и допустимые. Оптимальные значения характеризуют условия для проявления фактора и степень отклонения признака

Теоретической основой использования факторов, лимитирующих получение планируемого, является закон ограничивающего фактора и его уточнений

Следует различать общесанитарные лимитирующие факторы, характерные для почв всех природных зон: внутрипочвенные (физико-химические, агрохимические, физические свойства почв, их режимы, состояние) и внешние (климатические факторы).

К общесанитарным можно отнести недостаточную обеспеченность элементами питания, повышенную кислотность, неудовлетворительную структуру, повышенное содержание легкорастворимых минеральных солей.

К внутрипочвенным (физико-химическим) показателям относятся: повышенную кислотность, повышенную щелочность, недостаток в почвах влаги, эродированность почв, каменистость, засоленность и др.

К внешним факторам относятся: почвенная и воздушная засухи, наличие в почве избыточного количества воды, вызывающей переувлажнение, заболачивание, засоление, нарушение почвенного покрова горными выработками и др.

Для ряда почв и земель характерны одновременно несколько ограничений, усиление влияния одних из которых (например, кислотности) приводит к ухудшению других. В результате изменяются водные свойства и режимы почв и резко снижается их общий потенциал плодородия (табл.2).

В почвах с низким естественным плодородием выделяют элементарные (культурные) и культурные признаки. Элементарные признаки формируются в результате воздействия на почву природных факторов без существенных изменений органических и минеральных удобрений. Окультуренные и культурные – формируются под влиянием агрокультуры, культурного земледелия, применения органических и минеральных удобрений и проведения комплекса агротехнических мероприятий (осушение, орошение, известкование, внесение органических удобрений, использование глинистых почв, глинование песчаных и др.). В результате мероприятий, направленных на устранение или нейтрализацию факторов, ограничивающих плодородие почв, существенно изменяются морфологические признаки почв.

Процесс противоположный окультуриванию называют деградацией. Деградация – снижение почвенного плодородия почв, утрату ими, вследствие изменения условий почвообразования, способности обеспечивать растения питательными веществами и влагой в течение длительного времени. Различают деградацию общую и частичную, которая может быть обратимой и необратимой. Общая деградация почв – это изменение почвенного покрова (органических удобрений и последующих

остаточной в течение ряда лет. В последнее время велся поиск путей повышения качества остаточной оценки условий жизнедеятельности.

Таблица 2

Критические уровни показателей состояния, свойств и режимов по с

Основные показатели и характеристики	Критические параметры
Технологическая система Производственная система	Предельная нагрузка более 60% Готовность к приему и сдаче смены при отказе в группе производственных элементов.
Человеко-машинная система	Требования по эргономике человека (ГОСТ 12.2.032). Соответствие средств отображения информации и органов управления требованиям ГОСТ 12.2.033. Соответствие рабочего места требованиям ГОСТ 12.2.032. Соответствие производственной среды требованиям ГОСТ 12.1.005. Соответствие освещенности требованиям СНиП. Соответствие шума требованиям ГОСТ 12.1.003. Соответствие вибрации требованиям ГОСТ 12.1.012. Соответствие электромагнитных полей требованиям ГОСТ 12.1.006. Соответствие ионизирующего излучения требованиям НРБ. Соответствие параметров микроклимата требованиям ГОСТ 12.1.005. Соответствие освещенности требованиям СНиП.
Физико-химические свойства	Пожаро- и взрывоопасность: температура вспышки паров нефтепродуктов $t_{всп}$ выше 61°С, $pH_{водн.вытяж}$ 4,5–9, содержание механических примесей не более 0,15%, содержание водорастворимых кислот и щелочей отсутствует, $pH_{водн.вытяж}$ не более 4,5
Биологические свойства Опасность для человека Структура	Содержание токсичных веществ в пределах ПДК Содержание болезнетворных микроорганизмов не более 10% Содержание патогенных микроорганизмов не более 10%
Безопасность технологических процессов	Регламентированная температура технологических процессов 30 часов.
Безопасность при чрезвычайных ситуациях	Содержание кислорода более 19%. Содержание CO более 2%. Содержание CO_2 более 5%.
Соответствие нормативным документам	Соответствие ГОСТ 12.0.003-74

Использование ядерных и радиоактивных материалов требует обеспечения радиационной безопасности. Радиационная безопасность – это состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения.

Ионизирующее излучение – это излучение, прямо или косвенно создающее в окружающей среде ионы различных знаков. А. И. Григорьевский

(1967), В. Т. Зайцев (1984) выделяют следующие, наиболее существенные признаки этого понятия:

- существование единого почвенного механизма, направленного обеспечение растений;

- изменение физических свойств почвы (pH);

- улучшение структуры и водно-физических свойств почвы;

- подавление фитопатогенных микроорганизмов (грибов Fusarium, Pythium и др., бактерий Xanthomonas, некоторых актиномицетов);

- стимулирование фитопатогенных микроорганизмов (грибов, бактерий, актиномицетов);

- развитие эффективных и устойчивых растительных сообществ.

Почвоутомление рассматривается как результат нарушения в почве сложившегося равновесия в системе почва-растение, отражается на биологической устойчивости почвы, ухудшении ее агрономических свойств.

Контрольные вопросы

1. Какие химические процессы в почвах называются почвенными?
2. Перечислите механизмы, принципы, которыми пользуется

студент научную литературу.

3. Перечислите основные направления обеспечения плодородия почв и рекомендуемые

Перечислите факторы, ухудшающие плодородие почв

5. Какие существуют методы и виды орошения? Опишите преимущества и

Занятие 3. Оценка сельскохозяйственных культур по их биологическим требованиям к условиям произрастания

Исходной основой для разработки рациональной системы агротехнических мероприятий в технологии возделывания культур является оценка сельскохозяйственных культур. Чтобы создать оптимальные условия возделывания культур, необходимо четко представлять их требования к агроклиматическим, климатическим, почвенно-рельефным, а также к условиям предшественников и другим условиям. Используя материалы районированных сортов и других источников информации, оценим сорта сельскохозяйственных культур по их биологическим требованиям к условиям произрастания (табл. 3).

Таблица 3

Агротехническая оценка сельскохозяйственных культур

Культура	Сорт	Устойчивость к		Предшественники	Требования к почвам	Требования к климату	Другие факторы
		Осыпанию	Полеганию				
1	2	3	4	5	6	7	8

Контрольные вопросы

1. Каковы условия формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия?

2. Какие элементы ландшафта являются лимитирующими факторами?

3. Что необходимо знать, чтобы оценить сорта возделываемых культур?

4. Как правильно оценить их потенциал урожайности и требования к условиям произрастания?

5. По каким показателям можно судить об агротехнической оценке сельскохозяйственных культур?

ТЕМА 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ ПО ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Занятие 1. Распределение земель по группам пригодности

Агроландшафт — природно-территориальный комплекс, земли сельскохозяйственных угодий которого используются для получения определенной сельскохозяйственной продукции.

Для эффективного и экологически безопасного использования земель требуется знать их качественное состояние и разрабатывать мероприятия для повышения сельскохозяйственных культур. В этих целях проводится агроэкологическая группировка земель хозяйства.

Агроэкологическая группировка — это общее название способов группировки земель по системам признаков и свойств почв, характеризующих их пригодность для различных видов сельскохозяйственного использования. В основу группировки земель положены следующие признаки:

Обеспеченность почв и сельскохозяйственных культур элементами питания, которая определяется по агрохимическим показателям.

Обеспеченность почв по свойствам и уровню плодородия, по показателям агрофизических, агрохимических и биологических показателей почвы, а также по степени опасности для возделывания сельскохозяйственных культур.

Качественное состояние поверхности почв и пахотного слоя: бесструктурность, засоренность, эродированность.

Обеспеченность гидрологических условий: степень увлажнения, дренированность, удаленность грунтовых вод, глубина.

При группировке земель каждой группе почв должны соответствовать следующие условия:

1. Объединять в группы однородные почвы по генетическому составу и близкие по свойствам и производительности.

2. Группировка земель должна быть основана на кругах (балл, 3,1 б, 5). К наиболее К по степени сходства по эксплуатации.

3. В однородные группы включают почвы, имеющие определенную степень мелиоративного состояния: увлажнения, опреснения и др.

Почвенно-мелиоративные группы почв по степени окультуренности, деградации, загрязнения

С учетом перечисленных признаков, условий и для более эффективного использования земли хозяйствам объединяют в определенные группы.

1-я группа – пойменные и террасные почвы лугово-черноземного типа. К этой категории относятся неосушенные почвы с высоким и средним уровнем грунтовых вод, расположенные на аллювиальных равнинах и террасах и характеризующиеся близким залеганием к поверхности грунтовых вод. Эта группа обладает высокой, иногда очень высокой природной плодородностью и благоприятными мелиоративными свойствами. На этих землях возможно возделывание всех районированных культур.

2-я группа – пахотные земли с неблагоприятными агрономическими свойствами, нуждающиеся в улучшении. Эта группа объединяет тяжелосуглинистые и глинистые почвы, включая слабо- и среднеразвитые, карбонатного перегнойного типа, а также солонцеватые, солончаковатые, лугово-болотные, каменистые. На пойменных и террасных землях – различные виды и типы почв, включая дерново-подзолистые, лугово-болотные, солонцеватые, солончаковатые, карбонатные, черноземы, луговые и другие почвенные.

3-я группа – пахотные земли ограниченного использования, нуждающиеся в существенном улучшении. Эта группа объединяет различные по генезису и мелиоративным свойствам почвы. На этих землях выращивают многолетние культуры и чистые пары, а различают культуры сплошного посева: озимые, яровые зерновые, зернобобовые, однолетние и многолетние травы, входят в севообороты пропашные культуры.

4-я группа – пахотные земли с ограниченной возможностью их освоения. К ее составу относятся почвы. На этих почвах выращивают культуры с высокими возможностями специализации – многолетние травы, однолетние травы, озимые и яровые зерновые культуры. В севооборотах допускается почвозащитные приемы обработки почвы и посева пропашные посевы.

5 для группы – малопродуктивные земли особо ограниченного использования, расположенные на крутых склонах более 3° с каменистостью и очень сильнокаменистыми почвами, с глубинным разрезом. Такие земли относятся к сфере лесного хозяйства, служат в основном как сенокосы и пастбища.

Задание. Пользуясь данными хозяйства или выданного преподавателем задания заполнить таблицу 4

Таблица 4

Характеристика сельскохозяйственных угодий по рельефу

Виды угодий	Распределение по склонам			
	до 1°	1–3°	3–5°	>5°
Сенокос				
Пастбища				

Анализ таблицы _____

Контрольные вопросы

1. Что такое агролесомелиорация?
2. Что есть агроэкологическая группировка и какие признаки положены в ее основу?
3. Какие условия учитываются при выделении механических групп почв?
4. В какие группы объединяются хозяйства для более эффективного использования земли?
5. Какова характеристика однокилометровых участков хозяйства по рельефу?

Занятие 3. Описание агролесомелиоративных и климатических условий хозяйства

Рельеф – внешний природный показатель, который определяет экологическое, климатическое и продуктивное состояние агроландшафта. Характер рельефа определяет водный режим территории и плодородие почв. Правильное планирование и организация угодий, формирование благоприятного, экологически устойчивого агроландшафта.

Задание. Пользуясь данными хозяйства или выданным преподавателем заданием заполнить таблицу 5, 6, 7

Таблица 5

Агрохимические показатели плодородия почв

Показатели	Пло-	Гранулометри-	Гумус	Содержание	Ж

[illegible]	[illegible]	[illegible]			100 [illegible]	
			№	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Анализ таблицы____

Таблица 6

Агрохимические [illegible] и группировка [illegible]

Тип почвы	[illegible]						Агро-[illegible]	[illegible]
	N	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible] %	[illegible]		

Анализ таблицы

Таблица 7

Агроклиматические ресурсы

№	Показатели	Количественные данные
	Сумма осадков, мм	
	[illegible]	
	[illegible]	
	[illegible]	
2	Коэффициент [illegible]	[illegible]
3	Температура воздуха, °С: [illegible]	
	[illegible] – [illegible]	
	[illegible] – [illegible]	
	[illegible] – [illegible]	
4	Сумма активных температур за вегетационный период	
5	Продолжительность вегетационного периода	

Анализ таблицы____

Дается общая оценка [illegible] ресурсов [illegible] производственного потенциала сельскохозяйственного предприятия. [illegible]

Контрольные вопросы

1. Что определяет характер [illegible]?
2. Отношение растений к реакции почвы.

3. Сравнить структуру плановых и фактических потребностей.

4. Какие мероприятия необходимо использовать для повышения продуктивности?

5. По каким показателям сравнивается между собой продуктивность?

ТЕМА 3. РАСЧЕТ СТРУКТУРЫ ПОСЕВНОЙ ПЛОЩАДИ

Занятие 1. Расчет потребности в кормах

Параметры кормовой базы разрабатываются исходя из полного обеспечения потребности животных всеми видами кормов с учетом страховых запасов по основным видам кормов.

Задание. Используя исходные данные, приведенные в приложении, рассчитать потребность животных в кормах, энергетических единицах, переваримом протеине, обменной энергии и кормовых единицах. Форма расчета кормов дана в табл. 10, 11. Результаты расчетов занести в таблицы 8 и 9.

Объем производства продукции (табл. 8 приложения 5) должен быть взят как показатели сельскохозяйственного производства.

Данные кормовых единиц (табл. 7) рассчитываются на производство продукции (приложение 5).

Расчет затрат кормовых единиц с учетом страхового фонда (по плану 6) и корма, идущие на прирост и затраты кормовых единиц (по плану 7) оформляются (табл. 9 приложения).

Потребность в энергетических кормовых единицах (ЭКЕ) (табл. 9, колонка 6) должна быть взята из приложения и показателей колонки 3 и колонки 5 (гр. 5 табл. 8).

Расчет потребности в энергетических кормовых единицах с учетом страхового фонда (гр. 7) должен быть произведен по аналогии с потребностью ЭКЕ (гр. 6) страхового фонда по зимовке).

Таблица 8

Потребность в кормовых единицах

№	Группы животных	Среднегодовое поголовье	Продуктивность	Общее производство продукции	В том числе на		
					содержание продукции	прирост	затраты на страховой фонд
1	2	3	4	5	6	7	8

Потребность в переходящем протезе (ПП) (табл. 9, экспликация 7) рассчитывается как разность количества [illegible] и количества имеющихся [illegible]

Расчет переходящего протеза в условиях стоматологической поликлиники (по данным [illegible] отделения) приведен в [illegible] (таблица 7), а потребность в [illegible] (по отчетным)

Таблица 9

Потребность в материалах для изготовления ортопедических конструкций и переходящего протеза

№	Группа зубных	Требуется материалов для изготовления конструкций и протезов, кг			Переходящий протез		
		металлов и сплавов	пластмасс	оттискных масс	на 1 чел.	всего	количество зубов в протезе
1	2	3	4	5	6	7	8

Расчет потребности зубных протезов и материалов для их изготовления

Зубные единицы – 554;

Объем работ, усл. ед. – 6214;

Средний размер – 90;

Переходящий протез – 37.

Таблица 10

Расчет потребности в переходящем протезе

(материалы для изготовления протезов 3–4 групп)

Группа сложности	Стоимость материалов				Потребность		
	группа	ЗКЕ	на 1 протез, руб.	на 1 ЗКЕ, руб.	на 1 протез	ЗКЕ	всего протезов
1	2	3	4	5	6	7	8
1–10	[illegible]	1,50	45	30	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2,00	2,15	1,37	92	82	3,20	4,32	338
1–10	III	1,10	101	1,5	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8
[illegible]	III	[illegible]	103	V	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2300	1,00	1,12	110	90	6000	6500	600
[illegible]	0,95	[illegible]	115	97	[illegible]	[illegible]	711
2400	0,91	1,11	114	99	6250	7150	704
[illegible]	0,94	1,17	116	107	6975	8134	804
2400	0,91	1,15	118	102	7290	8400	820

Таблица 1.

Затраты энергии и пищи при подъеме человека
крутой горнолыжной трассе при неравномерном ветре

Вариант трассы	Для человека весом 70 кг, имеющего запас энергии			Для человека весом 70 кг, имеющего запас энергии		
	норма	ОДЕ	[illegible]	[illegible]	ОДЕ	[illegible]
Длина трассы	6,0	5,4	12	6,5	5,4	12
Энергия, затраченная при подъеме по трассе, [illegible]	1500	11,7	50	1650	1253	50

Рабочая температура воздуха составляет
в типовых вариантах
плюсовые варианты 1500,
объемная энергия МДж – 5900,
на энергичный прогон кг – 590

Таблица 12

Годовая потребность энергии при отборе в энергии, питании
(в пересчете на 1 человека)

Основной продукт	Энергия, израсходованная на отдых			Всего затрат		
	масса кг	ОДЕ	[illegible] кг	[illegible]	ОДЕ	[illegible] кг
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Контрольные вопросы

1. Как рассчитывается обменная энергия корма?
2. От чего зависит суточная потребность коров в энергии и переваримом протеине?
3. Как рассчитываются затраты корма на 1 кг прироста?
4. Как рассчитывается потребность в энергетических кормовых единицах?
5. Как рассчитывается потребность в переваримом протеине?

Занятие 2. Структура годового расхода кормов и потребность в кормах

Полученные данные по кормовым рационам и структуре годового расхода кормов с учетом запланированного годового поголовья переносятся в таблицу 16 в соответствии с группами животных.

Задание. В данном задании студенты, используя кормовые рационы, составленные на занятии 1, и данные таблицы 15 – 4 и 15 – 6, рассчитывают структуру расхода кормов.

Физический вес корма определяется путем деления потребности в кормовых единицах на кормовые достоинства корма.

Корма должны быть сбалансированы по питательности с допустимыми отклонениями ± 1 т. е. если корм сухого вещества 40 %, то допустимо 39 – 41 % (не более). Разница в 2 % должна быть отнесена на сочные корма (силос).

Таблица 17

Примерная структура расхода кормов в среднем на одно животное в группе (голову) по видам кормов, ц

Наименование животных	Количество животных: всего	в том числе: коровы	в том числе: нетели	Получено: всего	в том числе: сено	в том числе: сенаж	в том числе: силос	в том числе: сенаж	Зеленый корм	Итого
1. Молочный тип хозяйства										
К	35	27	1	37	4	5	11	3	11	35	101
5511	36	24	1	25	7	5	34	3	21	35	100
4[illegible]	38	27	1	35	2	6	33	1	22	34	101
4522	30	28	2	15	23	5	33	21	23	22	100
К	35	26	2	15	1		33	1	12	31	101

продолжение таблицы 13

Агрохимико-физические показатели											
[illegible]	11	11	1	17	1	4	19	1	15	1	108
[illegible]	17	14	1	17	1	4	46	4	12	1	108
[illegible]	19	1	1	17	2	5	11	1	13	1	108
[illegible]	19	1	1	17	2	5	11	1	13	1	108

Таблица 14

Примерная структура запасов кормов

на продуктивность животноводства, кормовых единиц, %

Показатели	Достигнуто в среднем			Основные				Группы				Значение	Значение
	всего	в том числе		всего	в том числе		всего	в том числе					
		сено	сено		сено	сено		сено	сено	сено			
Прирост [illegible]	65	50	5	10	1	4						5	
Прирост [illegible]	18	17	1	14	13	1	28	9	17	1		40	
[illegible]	30	35	2	9	5		37	13	15	4		38	
Молодняк [illegible]	16	14	1	10	4	6	13		1	[illegible]		29	2
Молодняк [illegible]	12	11	1	11	13	8	32	8	21			25	-
Молодняк [illegible]	25	3	1	18	13	6	32	17	23			24	

Таблица 1

Структура решений для различных систем вентиляции

Группа	Число опытов	Получено опытов	Результаты		
			вариант I	вариант II	вариант III
Установки системы А (с использованием оборудования [1] [2] [3])					
Компрессор	42	39	26	22	11
Конденсатор	41	37	24	20	9
Терморегулятор	4	4	4	4	–
Сепаратор	12	12	10	10	2
Фильтр	11	11	5	5	4
Вентилятор	28	24	17	13	10
Отстойник	3	2	2	2	1
Испаритель	1	–	–	–	1
Установки системы Б (с использованием оборудования [4] [5] [6])					
Компрессор	31	17	12	10	5
Конденсатор	21	12	8	7	4
Терморегулятор	3	3	2	2	1
Сепаратор	15	14	11	9	4
Фильтр	10	11	6	4	2
Вентилятор	15	11	7	6	3
Отстойник	2	2	1	1	–
Испаритель					1
Итого	1141	1140	1100	1101	1141

Таблица 16

Потребность в жирах

Показатели	Ед. измерения	Мужчины старше 18 лет	Женщины старше 18 лет	Дети 7–10 лет	Дети 11–13 лет	Подростки 14–17 лет	Взрослые 18–29 лет	Взрослые 30–59 лет	Взрослые 60 лет и старше
Норма	г/сут	70	60	50	60	70	70	65	60
Калорийность	ккал	630	540	450	540	630	630	585	540
Доля от общей калорийности рациона	%	30	30	30	30	30	30	30	30
Содержание в 100 г продукта	г	70	60	50	60	70	70	65	60

Корзинные единицы, а также фекальный вес (гл. из таблицы 15, скопированы в колонку 17 ниже.

Таблица 17

Потребление кислорода у различных организмов (в мг/кг/час)

№ п/п	Корм	Весовые единицы, гл.	Фекальный вес
2.	Конусные единицы		
3 4.	Сухие корма		
5 6.	Сено		
7 8	Зеленый корм (трава)		
9	Мокрые отходы		

Контрольные вопросы

1. Какие виды потребления кислорода вы знаете?
2. Что такое потребление кислорода?
3. Какие виды потребления кислорода вы знаете?
4. Для каких кормов и условий КПД усвоения кислорода выше всего?
5. Для каких кормов и условий КПД усвоения кислорода ниже всего?

Занятие 3. Зеленый и сырьевой конвейеры

Занятие 3. Основы организации конвейера. Работа на мясном конвейере ведется по заказу или по запросу. Для этого потребуется количество зеленых кормов (табл. 17, строка 3, данные фекального веса) должно не превышать потребности сырого корма в условиях работы на отдельной кормушке. Проведите расчет потребности в кормах для животных в сентябрьский объект с 15-ти дней. Все полученные данные запишите в таблицу 18.

Вы должны обязательно взять площадь потребления (гл. если такая есть). Затем определите количество корма (сухого зеленого корма) с полученными в предыдущих корректных условиях и сухого корма (табл. 15).

Таблица 18

Зеленый конвейер

№ п/п	Элементы	Площадь, га	Выращиваемая культура, сорт, гибрид	Способ и схема посева, посадки	Операции	Сроки	Ответственный
1	2	3	4	5	6	7	8
1	[illegible]						
2	[illegible]						
[illegible]	[illegible]						
[illegible]	[illegible]						
					Ожидаемый объем производства продукции		
					Подпись лица, составившего документ		

Для повышения устойчивости кормовых культур к засухе, заморозкам, ветровым и водным эрозиям, а также для защиты посевов от ветра, снега, пыли, солнца, вредителей и болезней растений на полях севооборота, а также для улучшения условий труда механизаторов, животных и обслуживающего персонала, создаются полезащитные лесные полосы.

Для повышения устойчивости кормовых культур к засухе, заморозкам, ветровым и водным эрозиям, а также для защиты посевов от ветра, снега, пыли, солнца, вредителей и болезней растений на полях севооборота, а также для улучшения условий труда механизаторов, животных и обслуживающего персонала, создаются полезащитные лесные полосы.

При невозможности создания лесных полос применяются кулисы из кукурузы, подсолнечника и других высокорослых культур.

Примерный состав кормовых культур для зеленого конвейера и сроки их использования для животных зоны Смоленской области приведены в таблице 19. Для районов первой зоны сроки использования будут на 7-10 дней позднее, а третьей зоны – раньше, чем во второй зоне.

Таблица 19

Примерная схема зеленого конвейера по месяцам
(Смоленская область, Центральная зона)

Культура, сорт	Площадь, га	Количество скармливаемого корма	Срок использования		Количество животных, которых можно прокормить в течение суток	Фактическое использование кормов по месяцам
			начало	конец		
1	2	3	4	5	6	7
Естественные угодья	Всего естественных угодий				[illegible]	Разнотравно-злаковые [illegible]
Сеяные травы	VII-VIII	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

1	2	3	4	5	6	7
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Окончание табл. 15

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Продолжительность использования одного поля при указанной спецификации составит 10–14 дней. Суточная норма выдачи зеленой массы 30–40 кг/гол. Если скошенную траву не успевают скормить в течение суток, ее необходимо ворошить. Для продления и лучшего использования необходимо включить в зеленый конвейер пропашные (после уборки ранних зерновых) и однолетние культуры (после уборки ранних зерновых и однолетних трав).

Кормовые, зернобобовые включаются в количестве до 25–30 процентов от потребности в кормах (рацион).

Пример расчета:

Продолжительность пастбищного периода 180 дней

- Суточная потребность в зеленом корме составляет 30 т

С культурных пастбищ поступит 50 т зеленой массы.

в том числе в мае (25%) 12,5 т, июне (20%) 12,5 т, в июле и августе (15%) 7,5 т, в сентябре (10%) 5,0 т

- Ежедневно с природных пастбищ будет поступать в мае 0,5 т, июне 0,1 т, в июле и августе 0,2 т, сентябре 0,2 т

Задание 2. Организация справочных материалов. Для составления сырьевого конвейера необходимо воспользоваться информацией из таблицы 17 по рубрикатору в графе (физические нормы) и перенести в таблицу 20

Расчет сырья. Количество сырья, принятое в производство, записывается в таблицу 20, где указывается их процентность, площадь и выход зерна. Перерасчет по часть сырья производится с помощью калькулятора. Если многократный ряд, то каждый из причинных и условных – по одной ячейке и на одной строке с основной. Сначала в строку записывается основной, а при наличии – остальные.

Сырьевой конвейер. Для заготовки сырья используется калькулятор. Сначала нужно определить количество продукции, которые планируется получить – количество и по каждой строке с основной. Сначала в строку записывается основной, а при наличии – остальные.

По итогам проведенных опытов выявлен высокий выход питательных веществ с сахарной при уборке в конце вегетационного периода. Количество Для повышения биологической ценности корма зерно гороховое имеет целесообразно использовать с добавлением: травяной, отавы многолетних бобовых трав. Однако при этом необходимо учитывать, что использование обычных смесей, не предназначенных для данной цели

Таблица 20

Сырьевой конвейер

Группа материалов	Нормативный запас		Количество	Площадь	Выход зерна
	мин	макс			
Основ	50		Продукция основная		
			Итого		
Основ	20				
			Итого		
Основ	15				
			Итого		
Вспомогательные материалы	10				
	10		Итого		

Расчет стоимости. Первая часть затрат определяется по технологической карте. Вторая часть стоимости определяется из расчета стоимости гибрида кукурузы с учетом стоимости гибрида кукурузы в смеси с зерновой, самостоятельно возделываемой бобовой культурами.

Расчет выручки продукции. Потребность кормления скота на планируемую урожайность, полученная площадь (га) заносятся в экспозицию.

Расчет минимизации. Комплексно-целевой метод должен быть в первую очередь использован в сбалансированном по всем элементам питания и веществам рационе. Основой для этой задачи по выбору культуры, которая получит лидирующий балл. Например, зеленая масса с гектара 600 ц от сорняков, зеленая масса 120 ц, сено 110 ц, силос 110 ц. Минимизация затрат на производство корма и цена. Дополнительный интегральный балл с целью компенсировать недостаток 60 ц. Сумма набранных баллов по всем показателям и занимает основное место при выборе культуры.

Прочие сенокосы, их посевная и урожайность берутся из задания.

После расчета севооборота необходимо указать сроки и объем полевых работ по следующей схеме:

Пример. Сено прибрано 870 т

Сено заготавливается с суходольных сенокосов и составляет 432 т, из них сено 1-го укоса 324 т, сено 2-го укоса 214 т.

Сенаж требуется 2960 т (урожай зеленой массы 4385 т). На 1 т сенажа расход зеленой массы 2,0 т зеленой массы.

Рассчитываем размеры и количество траншей при высоте заполнения в 3-5 рядов и длине траншеи 5-10 м, высоте стен по окончании укладки 3-3,5 м, ширине 10 м, площади 50 м².

- Ширина 10 м, высота 3 м, объем хранения 1 м² площади траншеи 2,5 т, объем заложенного сенажа: 2560 т / 2,5 т/м² = 1024 м².
- длина всех траншей 1024 м² / площадь одной траншеи (10 м × 3 м = 30 м²) = 120 м.
- количество траншей 120 м общей длины / длину одной траншеи (50 м) = 3 шт. Одна траншея длиной 120/3 = 40 м.
- при этом количество тракторов, загружающих траншеи (1 трактор на 2 траншеи) = 2 шт.
- скорость загружающего 2960 т / 2 дня = 1480 т.

Стоимость 2710 т в валовой энергии 3023 т. Для приготовления используется зерно гибрида кукурузы 1057 т и среднеспелый гибрид кукурузы в смеси с зерновой 1057 т. Оставшаяся пропашка в фуражно-кормовой севооборот идет.

Определить потребность в плодовых прививках: ширина – 10 м, длина – 50 м, высота – 2,5 м, один надставной – 1м
Масса 1 м³ сапропеля влажностью – 0,7 т, полуперепревшего – 0,75 т, смеси компонентов с минеральной солью – 0,70 т.

- Объем смеси для 1 м² площади: О = 10×5×2 = 100 м³; 100 м³ × 50 = 1750 м³;
- масса питательной смеси в 1 траншее – 1750 м³ × 0,7 т = 1750 м³ × 0,75 т = 1312,5 т.

Количество траншей – площадь обработки : объем питательной смеси в траншее = 3750 м² : 1312,5 = 2

Здесь нужно 3750 м² : 1 гектар = 1250 шт. – 345 т, значит – 345 т, значит потребуется – 345 т;
Все культуры: бахчевые и фруктовой спелости

Задание 3. Рассчитать посевные площади, урожайность и валовое плодовое корма. Для решения сложить на корневые зеки должны быть занесены в таблицу 2.

Новые покрытия сапропелем были использованы на сенокосах и пастбищах сапропелем перепревшим и смешанным с минеральной

Таблица 21

Посевные площади, урожайность и валовой плодовый корм

№ п/п	Культура	Площадь, га	Урожайность, т/га	Валовой сбор, т	Потребность в плодах, т
	2	3	4	5	6
1	Многолетние травы, всего				
2	в т.ч. Однолетние травы				
3	в т.ч. Пропашные культуры				
	в т.ч.				
4	Кормовые				
	в т.ч.				
5	Технические культуры, всего				
	в т.ч.				
6	Картофель, всего				
7	Плоды, ягоды, виноград, всего				
	в т.ч. Плодовые насаждения				
8	Другие сельскохозяйственные культуры				
9	Прочие земли, всего				

На бумаге указать культуры и описать их положение в (основной корневой системе, или стержневой, или мочковатой) боковые корни, направление указать стрелками вниз

Контрольные вопросы

1. Какие культуры имеют стержневую систему? В каких случаях проводят обрезку?
2. Какие культуры имеют мочковатую систему? В каких случаях проводят обрезку?
3. Какие культуры имеют смешанную систему? В каких случаях проводят обрезку?
4. Какие виды обрезки вы знаете? Назовите их функциональное значение.
5. Как различаются корневые системы растений?

Занятие 4. Расчет структуры посевных площадей

Структура посевных площадей представляет собой удельный вес различных сельскохозяйственных культур, выраженный в процентах к пашне

Обычно ее выражают в гектарах или процентах, причем в основу принято вносить площадь, занимаемую теми или иными культурами

В севообороте 25 га. Площадь, занятая под культурами, составляет 20 га. Определите процентное соотношение площади, занимаемой культурами

Структура посевных площадей является результатом длительной работы по выбору наиболее рентабельных культур

Для каждого хозяйства по мере изучения почвенных и климатических условий, а также с учетом природных ресурсов и экономических условий складывается определенная система севооборотов, в которой отражены и специализация хозяйства.

Таблица 22

Расчет размера структуры посевных площадей
по предшественникам, зерно-пропашной

Наименование культуры	Площадь	В том числе по		
		пару	[illegible]	[illegible]
1. Зерновые и зернобобовые культуры	55:25	55:10	17:10	20:55
2. [illegible]	20:25	20:10	20:25	25:10
3. [illegible]	20:25	20:10	20:25	25:10
[illegible]	5	5	5	5

продолжение таблицы 22

2. Технические	3-12	3-7	3-12	3-10
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3. Овощебахчевые и картофель	0,1-1	0,1-0,5	0,1-1,5	0,1-0,5
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
однолет.	0,5	0,3	1,5	0,1
4. Кормовые всего	3-4	3-3,5	3-4 тн	3-3,5
В т.ч. многолетние травы	2-3	2-3	2-3	2-3
Сенокосы	2-3	2-3	2-3 тн	1-1,5
5. Пастбища	2-3	2-3	2-3	1,5-2
Выход пашни	100	100	100	100
Под многолетние	20-30	30-40	20-30	30-40

Оптимальное соотношение 2-3 - основа - кормовые культуры, 1 - овощебахчевые культуры и картофель. В зависимости от почвенных условий 2-3 - кормовые угодья и 30% и более многолетних трав - хорошо для пастбищ, а кормовые - 50% и более многолетних трав - хорошо для сенокосов и кормовых севооборотов

Целью расчёта структуры посевных площадей можно с рациональной структуры, и затем спланировать по ней такие расчеты, чтобы они обеспечивали потребность хозяйства в кормах, одни и другие в пределах

Итоговый расчет структуры посевных площадей оформляется в виде таблицы 23.

В первой колонке (графа 1) указываются группы культур, во второй - культуры внутри групп, в третьей - площади, занимаемые культурами в севообороте.

Во второй колонке показываются проценты от общей площади пашни, которые должны быть по экономической структуре земледельческой зоны области, края, республики

В третьей колонке указываются площади культур, которые планируется возделывать в хозяйстве. Подбор культур лучше начать с культур, используемых на кормовые цели (табл. 23), а оставшуюся площадь распределить в соответствии с рациональной структурой для зоны (табл. 22)

При решении вопроса, сколько и какие культуры следует и по какой последовательности их размещать, нужно учитывать, что в принципе и кормовые угодья выполняют функции улучшения почвенного плодородия, как и чистые пары. Они улучшают и перегнивают и повышают его. В этих целях целесообразно вводить больше до 60-70% от площади пашни.

Таблица 2)

Расчет структуры посевных площадей хозяйства

Сельскохозяйственные культуры	Урожайность, ц/га	Площадь, га	Валовой сбор, ц	Требуется для животноводства, ц	Продано государству, ц			Остается на семена, ц	Примечание
					Всего	в том числе			
						I кв.	II кв.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пар									
Яровая пшеница									
Овес									
Ячмень									
Кукуруза на зерно									
Горох									
Сенаж									
Силос									

Чистые пары используются в основном под яровые культуры, однако в полной мере небольшая часть чистых паров может использоваться под посевы яровых ячменя и других культур.

В северной и центральной зонах области с низкими весенними запасами влаги в почве под чистым паром и после него накапливается влаги больше, чем в почве под занятым паром. В качестве парозанимающих растений используются культуры с поздними вегетационными периодами и рано освобождающие поле: горох, однолетние травы, кукуруза на зеленый корм и другие.

Чистые пары, как и обычно, лучше размещать на полях, которые будут заняты в последующем под озимыми культурами, остающиеся паровые поля распределяют между другими.

В четвертой колонке указывается урожайность культур (ц с единицы площади) в среднем за последние 3 года по хозяйству.

В пятой колонке определяется площадь, на которой будет получено каждой культуры. Для этого нужно перемножить площадь и урожайность этих культур.

Потребности по семенам определяются для тех культур, семена которых получены с учетом коэффициента размножения, и семена их нужно сохранить для посева.

посева затем в полуторном; последовательно прибавляют 2/3 от ныне отвального фонда и получают общую потребность в основной (осенней) [7]. В отрасли [7] применяют еще, что вносят в почву удобрения (в том числе органические) и их дозу.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение структуры посевных площадей. В чем она выражается?

2. С чего следует начать анализ структуры посевных площадей?

3. Как планируется состав сельскохозяйственных культур и их оптимальная структура, которые наиболее полно отвечают специфике?

4. Чем руководствуются при решении вопроса, сколько и какие культуры следует иметь и по каким признакам это определяется?

5. Для каких культур и по какому принципу определяется потребность за весной?

ТЕМА 4. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СЕВООБОРОТОВ

Правильно выполненная работа по составлению севооборотов, несомненно, окажет огромное влияние на дальнейшее развитие сельского хозяйства, повышение плодородия почвы и получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, а также на экономическую эффективность производства и снижение уровня себестоимости продукции растениеводства.

При разработке севооборотов должны соблюдаться следующие принципы научного характера:

- Разнообразие культур по биологическим особенностям, по отношению к теплу, по влаге, по питательным веществам, по глубине проникновения корневой системы в почву, по требованиям к предшественникам.
- Размещение культур по схеме зерно-пропашной: зерновые, пропашные – зернобобовые допускаются только после чистого пара и выбора оптимального предшественника.
- Размещение картофеля и корнеплодов по схеме: ранний пар – капуста ранняя, чистый пар – картофель, чистый пар –

картофель — картофель сформировался почва возможности экспортировать большой, вредителей. Для улучшения фитосанитарного состояния и почвы обязательным элементом технологии является использование в составе органического вещества поступающего в почву.

• Плановое использование сидеральных культур, которые богатого и других элементов питания оказывается типом влияния почвы на корневую культуру (пшеницу, свеклу). Срок посева многолетних сидеральных культур в один из сроков. Для создания травянистых почв с хорошим использованием (многолетние) необходимо применять летние посевы, под посевные злаки, используя полупаровую обработку.

• Многолетние травы с длительным использованием структурности необходимо размещать в таких полях, которые предназначены для получения зеленой массы, сенажа (например, клевера, костреца и Гогенгейма) использование травы в качестве корма

Задание 2. Составьте план схему севооборота для того чтобы составить севооборот, необходимо, прежде всего, определить число полей в севообороте. Для этого нужно объединить культуры близкие по биологическим особенностям и отношению к предшественникам в группы и обычно число полей севооборота должно быть не меньше числа групп. Такое число полей в севообороте можно определить, перегнав площади под культурами в процентах от общей площади севооборота и 100% разделить на процент наименьшей группы. По предложенной структуре посевных площадей культур можно выбрать, что в них различные группы входят

1. Озимые зерновые 650 га или 20,0%

2. Пропашные: сахарная свекла и сам травы) 696 га или 21,4%;

3. Яровые зерновые (яровая пшеница) 1471 га или 46,3%;

4. Прочие культуры (кукуруза) 348 га или 10,3%

Всего 100%

Число полей 3276 га : 348 га = 9 полей по 10,0% 10,0% – 2 поля

Пространственное севооборотов и оценка предшественников представлены в приложении 1.

Для системы севооборотов, разработанных для хозяйства, заполняется в виде таблицы ниже материал (табл. 24), с обязательным указанием структуры посевных площадей, типов почв, номеров севооборотов, полей и контуров, ранее описанных в п. 4.

Таблица 24

Перечень севооборотов, закрепленных за хозяйством

Севооборот №	Севооборот №	Севооборот №
Наименование	Наименование	Наименование
Структура посевных площадей	Структура посевных площадей	Структура посевных площадей
1	1	1.
2	2	2.

Основой системы организации территории являются севообороты. Размеры полей для полевых севооборотов 200–400 га для кормовых 25–100 гектаров. Колебание размеров полей в севообороте не должно превышать 10% от среднего размера поля. Число полей, их конфигурация и направление границ должны обеспечивать рациональное использование сельскохозяйственной техники.

Задание 2. Разработать план перехода к ландшафтным севооборотам и размещению культур на полях севооборота с учетом фактического размещения культур на полях севооборота с почвенной картой, материалами обследований и других изысканий.

Последовательность выполнения задания следующая:

- Обследовать предполагаемые к освоению земли;
- Выявить фитосанитарное состояние почвы и посевов на полях;

Оценить агрохимическое состояние почв.

Определение показателей, характеризующих плодородие почв, позволяет решить вопрос о посевах культур, подлежащих размещению в ландшафтных севооборотах.

Данные о площади каждого вида культур, убранной за весь период предшествующего года

Размещение культур с учетом предшественников на полях севооборота позволяет выбрать лучшие культуры

- Определить поля, которые предполагается освоить в ландшафтных севооборотах;
- На разработанных полях должны быть культуры севооборота

- Н, возвращаясь из прочих, по ту, что себе подать достаточ-
ступлений финансовую и интересах

предшественник более 7 лет.

сахарную свеклу более лет.

зернобобовые (горох) более 5-6 лет.

Озимые поля запахивать культурами, у которых сложная пальцевость, биология и специальные агротехнологии и уборки.

В перечень отнесены культуры, которые должны иметь полетные права с ответственным, чтобы на под освоения были права всех возрастов. План экрана в севооборот привести в виде таблицы 24

Таблица 25

План перехода к севообороту

1..... 2.... ... 3.. ..... 4 ..... 5 ..... 6..... 7..... ...

№ п/п	Размещение культур по полям и годам ротации											
	1		2		3		4		5		6	
	культура	№	предшественник	№	культура	№	предшественник	№	предшественник	№	предшественник	№
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Основой для составления плана размещения культур в севообороте должен быть принцип, а размещение культур по полям и последствиям производится в соответствии с принятой схемой

После освоения севооборота составляется ротационная таблица

Таблица 26

Ротационная таблица

Схема чередования культур в новом севообороте

1 ..... 2..... .. 3.... ..... 4 ..... 5..... 6..... ....7. .....

№ п/п	Годы						

Контрольные вопросы

1. Какова основная группировка построения севооборотов?
2. Как осуществить смену полей в севообороте?
3. Какие культуры можно объединить в группы?

1. Каковы допустимые размеры ошибок в зависимости от типа севооборота?

2. Как определяется потребность культур в минеральных удобрениях и расчетная доза?

3. Для какого культурного растения и какими приемами определяется потребность в азоте?

ТЕМА 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ, ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ И ВОСПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ

Занятие 1. Расчет доз минеральных удобрений

Расчет доз минеральных удобрений по планируемому урожаю культуры по балансовым нормативам с учетом питательных веществ, внесенных с органическими удобрениями.

Определение оптимальных доз удобрений по запланированному урожаю является наиболее сложным вопросом современной агрономической науки и практики. Наиболее приемлемыми, научно обоснованными являются расчеты, при которых учитывается потребность растений в элементах питания, естественное плодородие почвы, возможности использования доступных элементов питания из почвы и удобрений, органических удобрений, внесенных под предшественников культуры, последействие органических и минеральных удобрений. Содержание питательных веществ в органических удобрениях в приложении 2; содержание элементов питания в минеральных удобрениях в приложении 3; группировка почв по степени обеспеченности подвижными формами фосфора и калия – в приложении 4.

Задание. Рассчитать дозы минеральных удобрений. Для расчета доз использовать следующие данные:

1. Планируемая урожайность культуры. Обычно для этого используют фактически полученный урожай (ФУ), рассчитанный по наиболее благоприятным годам (не менее 3), и прогнозируемую урожайность (ПУ), увеличенную на 10–15 ц/га (для условий орошения).

2. Данные агрохимической паспортизации почв, полученные в соответствующем муниципальном районе (табл. 37).

Таблица 27

Влияние почвенно-климатических условий на урожайность культуры

Культура	Нормативная урожайность основной продукции, ц/га		
	лимон (К)	свекла (Р)	капуста (Кр)
1	2	3	4
Плодовые и ягодные Овощные открытого грунта	200 45	140 112	150 270
Овощи Свекла	350 315	175 147	475 265
Чеснок Репа	65 400	175 138	225 45
Черноплодно-рябиновый сочетание земель	60 20	5 2	0,5 1,0
Плодово-ягодный и сочетание садов	200 400	125 0,5	30 20,0
Плодово-ягодный	220	125	220
Сирень	200	110	50
Смешанные древесные	250	0,5	0,5
Сирень и прочие ягодные культуры Многолетние цветочные	28 200	2,1 0,5	9,0 5,0
Многолетние цветочные растения	40	30	40
Сочетание	60	11,5	12,0

3. Содержание в почве легкодоступных веществ, в обменных черноземах Северной области составляет в 1 кг не более 0,6 г почвы гидролизуемого азота 7-10, подвижного фосфора 6-9, обменного калия 12-16. Обычно в почве преобладают и значительно в карбонатах, калийных и фосфатах.

Масса пахотного горизонта почвы на 1 га 2000 т, значит 1 мг элемента в 100 г почвы соответствует 20 кг его в пахотном горизонте на 1 га.

4. Коэффициенты использования питательных веществ из почвы минеральных удобрений и полей (табл. 28, 29)

После посева в почве остается 100 кг, а после однолетних бобовых культур 50 кг минерального азота, коэффициент использования в первый год 70%, во второй год – 10%.

Таблица 28

Средние коэффициенты использования элементов питания растениями из почвы и удобрений

Год, культура	Почвенный запас			Минеральные удобрения		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
1-й	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2-й	0,25	0,10–0,15	0,20–0,25	0,05	0,10–0,15	0,20
3-й	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Таблица 29

Коэффициент использования растениями питательных веществ из почвы и удобрений

Культура	Элементы минерального питания		
	азот (N_2O_5)	фосфор (P_2O_5)	калий (K_2O)
Яровая пшеница, сорта интенсивного типа	25	12	15
Кукуруза на силос	30	20	25

Пример определения дозы удобрений при планировании урожая зерна.

Строка 1: из табл. 27;

Строка 2: строка 1 · урожайность культуры;

Строка 3: из задания;

Строка 4: строка 2 : строка 3 · 100;

Строка 5: из табл. 28;

Строка 6: строка 4 · строка 5 : 100

Строка 7: Недостающее количество элементов питания (азота, фосфора, калия) на планируемый урожай

В последующие годы коэффициенты использования из почвы равны: по азоту – 30, фосфору – 25 и калию – 30%.

Строка 8: строка 7 · количество посевного клина, т;

Строка 9: Коэффициенты использования NPK из удобрений (азота – 25, фосфора – 30, калия – 60%);

Строка 10: строка 8 · строка 9 : 100;

Строка 11: с учетом данных строки 5 и строки 10.

Строка 12: табл. 29;

Строка 13: строка 12 · строка 2;

Строка 14 и 15: приложение 3

Строка 16: строка 13 : строку 15

Строка 17: строка 16 · поправочный

Таблица 10

Расчет доз удобрений на планируемый урожай

Характеристики	N	P_2O_5	K_2O
1. Вынос, кг			
2. Вынос, [illegible]			
3. Содержание [illegible]			
4. Содержание [illegible] а) [illegible] б) [illegible]			
5. Содержание [illegible]			
6. [illegible]			
7. [illegible]			
8. [illegible] 9. [illegible] 10. [illegible]			
11. [illegible]			
12. [illegible]			
13. [illegible]			
14. [illegible]			
15. [illegible]			
16. [illegible]			
17. [illegible]			

После расчета доз минеральных удобрений в их дачу разрабатывается план применения минеральных удобрений и заполняется табл. 11

Таблица 11

План распределения доз минеральных удобрений

Культура, [illegible]	Основное удобрение				Припосевное внесение			Подкормка, кг		
	[illegible]	кг	[illegible]	кг	кг	[illegible]	кг	кг	[illegible]	кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

После разработки плана распределения удобрений по срокам и способам выбирается форма минеральных удобрений для каждой культуры и устанавливается [illegible] (см. гл. 7)

Контрольные вопросы

1. Как рассчитывается валовое количество питания по планируемому урожаю?

2. Как можно оценить будущую урожайность культуры по количеству питания из почвы?

3. Как рассчитывается потребность в минеральных удобрениях?

4. Как можно повысить эффективность удобрений?

5. Как особенности почв влияют на эффективность минеральных удобрений по срокам и способам внесения?

Занятие 2. Расчет баланса органического вещества и оценка самообеспеченности

Основой для балансовых построений почвенного плодородия является современное учение, основы которого в значительной степени определяются экономическими, агрофизическими и биологическими особенностями почвы. В богатой гумусом почве повышается эффективность растительных фосфатов, снижаются потери элементов питания от вымывания, повышается скорость разложения пестицидов, уменьшаются затраты на обработку почвы, эффективность применяемых удобрений и многое другое. При постоянном отчуждении гумуса почвой из-за недостатка органических удобрений ухудшаются ее физические свойства.

Наибольшие потери гумуса наблюдаются при минеральных и органических процессах, приводящих к эрозии почвы. Это происходит при нарушении севооборотов, применении тяжелой техники.

Поэтому при разработке адаптивно-ландшафтной системы земледелия и севооборотов необходимо провести расчеты гумусового баланса.

Баланс гумуса в почве – это разность между количеством его, которое поступило в результате минерализации свежих растительных остатков и органических удобрений, полностью израсходованных запасов за счет минерализации и ухода с почвой. Будущее отчуждение гумуса при планировании севооборотов можно принять равным его начальному запасу, а поступление – равным потерям.

Задание. Рассчитать приход гумуса в почву. Приход гумуса в почву рассчитывают исходя из массы соломины и корневых остатков, внесения органических удобрений и коэффициентов гумификации и минерализации (табл. 32). Расчеты привести по приведенной таблице 33.

Таблица 32

Коэффициенты гумификации (минерализации) органических веществ в почве и потери гумуса при минерализации

Органическое вещество	Коэффициент
Солома злаковых культур Зеленая масса сидератов	0,25 0,20
Корни и пожнивные остатки: Клевер, люцерна	0,15 0,25-0,3
Навоз КРС свежий, перепревший	0,25-0,27 0,20
Торф верховой	0,25
Торф низинный	0,20
Сапропель пресный	0,15-0,20
Органика отходов животноводства	0,20-0,25

Таблица 33

Расчет баланса гумуса в севообороте

№ п/п	Культура	Площадь поля, га	Урожайность основной продукции, т/га	Количество пожнивно-корневых остатков, т/га	Гумус почвы, кг/га
	Пары				
	Итого				

Коэффициенты минерализации и гумификации для органических удобрений, биологических особенностей сельскохозяйственных культур и агротехнических мероприятий принимаются по справочным данным (табл. 32).

Пример расчета баланса гумуса:

1. Количество пожнивных и корневых остатков, оставшихся после уборки урожая:

Озимая пшеница с 1 га площади севооборота:

2. Поступление гумуса в почву: пожнивных остатков – 4 кг, с корнями – 3 кг, суммарно с коэффициентом 0,7: 7×0,7=4,9 кг, среднегодовой запас гумуса в почве 5,0 кг

Таблица 31

Уравнения регрессии для расчета запасов

(лист 1)

Вид корма	Удельный вес в рационе, %	Уравнения регрессии для определения запасов		Условия использования	Уравнения регрессии для определения потерь	
		зимнего периода	весна–лето		зимнего периода	летний
Сенаж разнотравный	10–25	$y=0{,}3x+3{,}2$	$y=0{,}2x+4$	Δt 10–30 °С	$y=0{,}2x+2{,}3$	$y=0{,}1x+1{,}5$
	10–25	$R^2=0{,}92$	$R^2=0{,}87$	35–40 %	$R^2=0{,}84$	$R^2=0{,}79$
Зеленая масса	10–20	$y=0{,}1x+1{,}8$	$y=0{,}4x+0{,}6$	20–30 %	$y=0{,}2x+5{,}1$	$y=0{,}4x+6$
Силос	10–30	$R^2=0{,}91$	$R^2=0{,}85$	2–10 %	$R^2=0{,}86$	$R^2=0{,}74$
Сено	10–20	$x\ 0{,}2x+3{,}2$	$x\ 1x+2$	20–30 %	$x\ 0{,}15x+0{,}1$	$x\ 0{,}4x+2{,}5$
Трава	5–20	$R^2=0{,}93$	$R^2=0{,}81$	5–10 %	$R^2=0{,}88$	$R^2=0{,}77$
Торф	5–20	$x\ 0{,}14x+3{,}5$	$x\ 0{,}26x+7{,}3$	20–30 %	$x\ 0{,}2x+2{,}3$	$x\ 0{,}37x+12{,}5$
Травяная	5–15	$R^2=0{,}96$	$R^2=0{,}88$	10–20 %	$R^2=0{,}91$	$R^2=0{,}81$
Подстилочная	5–15	$x\ 0{,}04x+3{,}1$	$x\ 1x+2{,}2$	10–20 %	–	–
Картофель	50–200	$R^2=0{,}91$	$R^2=0{,}84$		$R^2=0{,}87$	$R^2=0{,}76$
Сахарная свекла	100–200	$x\ 0{,}02x+0{,}1$	$x\ 0{,}07x+1{,}3$	20–30 %	$x\ 0{,}05x+2{,}4$	$x\ 0{,}1x+3{,}6$
Силосу	50–200	$R^2=0{,}95$	$R^2=0{,}83$	20–30 %	$R^2=0{,}89$	$R^2=0{,}78$
Кормовая корнеплоды	50–200	$y=0{,}1x+1$	$y=0{,}2x+5{,}5$	25–30 %	$y=0{,}15x+2{,}1$	$y=0{,}3x+5{,}2$
Концентраты	0,5–30	$x\ 0{,}2x+3{,}2$	$x\ 0{,}1x+3{,}7$	–	$x\ 0{,}22x+5$	$x\ 0{,}08x+16{,}2$
Дрожжи кормовые	0,05–30	$R^2=0{,}93$	$R^2=0{,}77$	20–30 %	–	–
Сено травяное	10–45	$x\ 0{,}2x+3{,}2$	$x\ 0{,}2x+7{,}2$	–	–	–
Хлеб пшеничный	0,5–30	$R^2=0{,}93$	$R^2=0{,}81$	20–30 %	$R^2=0{,}88$	$R^2=0{,}77$

(лист 2)

1 – в числителе

2 – в знаменателе

Всего поступит в почву: 10 + 1,25 15,7 = 15,95 т/га

3. Потери азота на 1-м этапе составят, кг: П1 = 16,9

4. Потери гумуса (Δ) рассчитываются, кг: П2 = 50 (цифра 50 – средний коэффициент гумификации растительных остатков – минеральный коэффициент).

5. Решаем уравнение регрессии (табл. 31) для определения массы растительных остатков (Δx) и корней (Δx') по урожаю основной продукции каждой культуры севооборота (см. П1 – данную цифру).

Озимая рожь – 3,2 т/га

x_1 = 0,2 · 5,3 = 5,61

x_2 = 0,6 · 11,9 = 19,83

6. Сумма остатков данных культур и их корней культур севооборота составит: $x_1 + x_2$ = 22,75 т/га

7. Таким образом, этого растительных и корневых остатков хватит в среднем составит П.6 этих данных на количество культур в севообороте.

8. Исходя из этого по уравнению коэффициента минерализации растительных остатков и корней = 0,50, получим ежегодный приход гумуса в почву, т/га: П.7 т/га = 1,5

9. Ежегодные потери гумуса из почвы составят: П4 – П5, т/га

10. Из полученных данных – из П4 и П5 – получим окончательно необходимое количество гумуса, не хватающее для бездефицитного баланса гумуса в нашем примере необходимо внести из расчета, т/га: П10 т навоза – П8 т гумуса/т навоза

11. Для создания бездефицитного баланса гумуса потребуется внести навоза или соломы (см. выше расчеты П10/П8).

Контрольные вопросы

1. Чем отличаются запасы гумуса?
2. Какие цели и задачи преследует наблюдение, в почве гумуса?
3. Какими методами можно определить запасы гумуса?
4. Как рассчитывается потеря гумуса в почве?
5. Как определяется масса растительных остатков?

ТЕМА 6. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОЧВОЗАЩИТНОЙ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Системой обработки почвы называется совокупность приемов ее обработки, применяемых в севообороте.

Задание. Пользуясь по указаниям 5, п. 7 разработать почвозащитную ресурсосберегающую систему обработки почвы в севообороте в виде таблицы 35

Таблица 35

Почвозащитная ресурсосберегающая система обработки почвы

Очередность культур	Приемы основной обработки почвы	Приемы предпосевной обработки почвы	Агротехнические приемы
1	2	3	4

Мероприятия, применяемые для обеспечения системы, направленных и отраслей, должны выбираться с учетом в хозяйстве почвы и орудий их технического состояния и соответствовать условиям научно-технического прогресса, структуре посевных площадей с учетом специализации хозяйства, технологических карт возделывания культур, материалы по лесомелиоративному строительству и почвенному обследованию.

Контрольные вопросы

1. Что служит мероприятием применяемым для обеспечения системы, направленных и отраслей?

2. Что подлежит почвозащитной ресурсосберегающей системе обработки почвы?

3. Какова сущность и требования почвозащитной ресурсосберегающей обработки почвы?

4. Какие агротехнические приемы применяются при почвозащитной ресурсосберегающей обработке почвы?

ТЕМА 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ЛОШАДЕЙ В ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ АГРЕГАТАХ. КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ПОЧВ ОТ ВОДНОЙ И ВЕТРОВОЙ ЭРОЗИИ

Потребность в сельскохозяйственных машинах определяют по величине числа с практически возможно полным использованием потребных на участке машин и их рабочих машин. Поэтому при формировании машинно-тракторных агрегатов следует избегать излишнего перегруза их по мощности. Отношение фактической потребной мощности трактора к номинальной мощности двигателя называется загрузкой трактора.

На загруженных работах коэффициент загрузки трактора, работающего с плугом, должен быть не менее 0,8–0,9, а при работе с культиватором – не менее 0,6–0,7.

Обработка проводится на почвах с мощностью пахотного слоя не менее 18 см под культуры с глубоко проникающей стержнекорневой системой (кормовые корнеплоды, сахарную, кормовую свеклу). При выборе рабочей скорости движения агрегата учитывают, что при работе на глубину 25–30 см, под культуры сплошного посева, после пропашных – глубину рыхления увеличивают до 27–30 см. Для этого используют плуги с высокими корпусами, почвоуглубители, безотвальные плуги-чизели, чизели и другие орудия.

На склонах до 3° применяется вспашка поперек склона, а на полях с уклонами 3,1–5° и 5,1–8° со средне- и сильносмытыми почвами и при рельефе, не позволяющем, почвоуглубители, применяют плуги-прибитку или разбрасывание и при этом глубину обработки ограничивают 18–20 см.

Щелевание целесообразно проводить на многолетних травах на 28–30 см полосами через 70–90 см при измерении почвы до глубины 5 см.

Минимальную глубину основной обработки при зерновых культурах и пропашных культурах (кроме картофеля) на 8–10 см и при работе плугами и ярусные пахотные культуры, размещенные после пропашных, зернобобовых и однолетних трав, а также на полях при внедрении технологий возделывания кормовых культур на кормовые севообороты с оборотом 3–4 полей применяют.

При мелкой обработке целесообразно применять с плугом, используя почвообрабатывающие посевные агрегаты типа

АПШ-3, АПШ-1.5 (культиваторные), КЛ-1.8 (фрезерную) или плуги прямого лемеш. СПШ-1, СПШ-8, ДМС «Прикарп. ВС.

При применении борозднения, предшествующей обработке почвы или посеву растений на склонах крутизной более 3° (при посеве растений поперек движения на почвах крутизной 3–8, 8–12 и 12–20 %).

Потребность в почвообрабатывающих агрегатах определяют в целом норм выработки, продолжительности выполнения работы по формуле

$$K_A = \frac{S}{W \times T_k}$$

где k_A – количество агрегатов;

S – суммарная площадь, на которой планируется время обработки, га;

W – производительность агрегата, га/час;

T – время планируемой работы агрегата, ч;

k – продолжительность агротехнического срока выполнения обработки поля, дней.

Задание. Рассчитать потребность в определенных видах почвообрабатывающих агрегатов (табл. 26)

Таблица 26

Потребность в машинах для почвообрабатывающих агрегатов

Наименование культуры	Площадь посева, га	Время, ч	Марка трактора	Количество	работа
					при посеве	на поле

Рекомендуемые нормы выполнения работ: боронование поперек склона – 3 дня; предпосевная культивация – 2 дня; культивация междурядий – 3 дня; внесение удобрений – 3, в фазу кущения – 15 дней; опрыскивание – 2 дня.

Контрольные вопросы

1.Что служит исходными данными для обоснования потребности в сельскохозяйственных машинах?

2.Как определяется потребность хозяйства в почвообрабатывающих агрегатах?

3. Классы сезонные приемы и способы обработки почвы в севообороте?

4. Какой минимальный набор машин для обработки почвы должен быть в хозяйстве?

ТЕМА 8. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ СОРНЯКОВ, ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Задание: Разработать интегрированную систему защиты сельскохозяйственных культур от сорняков, вредителей и болезней с учетом охраны окружающей среды на поле

- Ознакомиться с данной фитосанитарной обстановкой полей, экономическими порогами вредоносности вредителей, болезней и сорняков и влиянием основных агротехнических мероприятий на численность популяций вредных организмов

- Разработать систему мер борьбы с вредителями, болезнями и сорняками культур от вредителей и болезней (табл. 36)

- разработать систему применения гербицидов в севообороте (табл. 37).

- рассчитать экономическую потребность в средствах химической защиты растений

Таблица 37

Система применения гербицидов в севообороте

Культура	Культура	Культура	Срок применения	Препарат, доза	Норма расхода препарата, кг/га	Потребность в препарате —
1	2	3	4	5	6	7

Таблица 38

Сводка мероприятий по данному сценарию развития культуры

Мероприятие	Причины, предпосылки возникновения	Срок проведения	Ожидаемые результаты	Вероятность реализации	Затраты, млн руб.	Сферы влияния на население, чел.	Потребность в ресурсах
1	2	3	4	5	6	7	8
Приоритетные мероприятия							
Проведение ремонтных работ	Ремонт [illegible]	[illegible]	[illegible]				
Организация [illegible]	Создание [illegible]	Ежегодно	[illegible]				
Создание [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]				
Приобретение [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]				
Культура							
Приобретение [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]				

Продолжение таблицы 38

1	2	3	4	5	6	7	8
Помещение для приема пищи и хранения пищевых продуктов	Шкаф холодильный	2 (в зависимости от количества работников)					
Оборудование для мытья посуды	Мойка ванная	1 (в зависимости от количества работников)					
Оборудование для мытья рук	Кран смесительный для мытья рук	1 (на каждый моечный стол)					
Оборудование для мытья рук	Сенсорное устройство	1 (в зависимости от производительности)					
Оборудование для мытья рук	Устройство для обеззараживания воздуха	Не менее					
Оборудование для обеззараживания воздуха	Облучатель	1 (в зависимости от производительности)					
Кладовая для хранения сухих продуктов	Стеллаж	1 (в зависимости от производительности)					
Оборудование для обеззараживания воздуха	Облучатель	1 (в зависимости от производительности)					
Кладовая для хранения овощей	Стеллаж	1 (в зависимости от производительности)					
Оборудование для обеззараживания воздуха	Облучатель	1 (в зависимости от производительности)					

Приложение к приказу Министерства финансов Республики Беларусь

Окончание таблицы 28

1	2	3	4	5	6	7
Оснащение производственных, складских и вспомогательных помещений						
Предприятие общественного питания	Пальто с вешалкой, бумажные полотенца	Не менее 1 шт. на 1 место для посетителя				
Кухонная посуда						
Предприятие общественного питания	Кастрюли, противни, ножи, разделочные доски	Не менее одного комплекта на предприятие				
Предприятие общественного питания	Специальная одежда для работников	Комплект, 1 шт. на каждого работника				
Предприятие общественного питания	Санитарная книжка	Имеет				
Количество посадочных мест в торговом зале						

Примечание. Для общественной столовой, работающей в обеденный перерыв, количество мест в торговом зале должно составлять не менее 50% расчетного числа посадочных мест. Предприятие должно иметь в наличии не менее одного комплекта посуды на каждые 10 посадочных мест.

Контрольные вопросы

1. Как оценку, проведенную фитосанитарной экспертизой?
2. Какие способы уборки семенников используются при возделывании?
3. Какие системы применения гербицидов вы знаете?
4. Как рассчитать экономическую потребность хозяйства в химических средствах защиты растений.

ТЕМА 9 ПРОКАЛИБРОВАНИЕ СИСТЕМЫ СЕМЕНОВОДСТВА

Задание

1. Привести расчет потребности хозяйства в семенах зерновых, картофеля, зерновых культур, многолетних трав с учетом страхового и переходящего фонда. Отметить потенциальные удовлетворенные потребности в семенах.

2. Рассчитать производство семян по репродукциям.

3. Составить баланс ресурсов районных и зерновых семян основных культур.

4. Составить план внедрения интенсивных зерновых сортов культур.

5. Разработать систему мероприятий по повышению качества семян основных культур.

Расчет потребности хозяйства в семенах сельскохозяйственных культур с учетом страхового и переходящего фонда и площади семенного участка. Для этого по каждой культуре определяют репродуктивность семян, площадь товарного посева, урожайность.

Страховой фонд семян зерновых культур, кормовых корнеплодов 15 %, картофеля – 30%, подлежащих к посеву раз – 10%.

Для справки: Показатели планируемого количества посадочного материала зерновых культур, картофеля, многолетних трав – собственного репродуктора, культуры, сортовой, репродукции – выдаются районным земельным комитетом или фирм.

Формы отчета работы представлены в таблицах 39.-45

Таблица 39

Расчет потребности хозяйства в основных кормовых и зерновых культурах, корнеплодах и кормовых травах

Культура	Площадь посева, га	Норма высева, кг/га	Потребность хозяйства, т	Структура посевных площадей, %	Общая потребность в семенах, т
1	2	3	4	5	6

Таблица 40

Расчет земельного участка для сенокосного звена

Культура	Кол. звеньев	Площадь сенокоса, га	Урожайность сена, ц/га	Валовой сбор сена, ц
1	2	3	4	5

Контрольные вопросы

1. Как рассчитывается потребность хозяйства в основных зерновых, картофеле, кормовых культурах, многолетних травах, урожаях сеяных и естественных сенокосов?
2. Как рассчитать производительность машин и агрегатов?
3. Назовите районированные и перспективные сорта сельскохозяйственных культур.
4. Как составить план внедрения передовых видов сортов полевых культур?
5. Какие показатели характеризуют использование качества семян сельскохозяйственных культур?

ТЕМА 10. РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТЕ

Занятие 1. Расчет потенциальной продукции (ПУ) по приходу ФАР

Известно, что ФАР – это часть солнечной радиации, поглощаемая фотосинтезирующими растениями, используемая в процессе фотосинтеза. Усвоение этой радиации – это значит повышение их продуктивности и также использование поступающей солнечной радиации.

Плотность фотосинтетически-активной радиации (ФАР) изменяется в зависимости от географической широты по вертикали и дн. Северной области в среднем приходится в пределах 41 Для решения ФАР в средней полосе при данной культуры, требуется установить фактическую продолжительность вегетационного периода и определить ФАР соответственного типа. данных имеющихся весны.

Таблица 4

Фотосинтетическая активная радиация по широте Северной области

Месяцы	Плотность ФАР, кДж/см²	Месяцы	Плотность ФАР, кДж/см²
Январь Февраль	4,01 8,32	Июнь Август	31,27 26,70
Март Апрель	17,98 23,3	Сентябрь Октябрь	15,64 8,71
Май Июнь	31,74 34,7	Ноябрь Декабрь	4,6 2,92
За год	211,1		

Данные. Величины ФАР в период вегетации культуры в разработанных программе

Период расчета ФАР за период вегетации яровых. Период от всходов до созревания у них составил 85 дней (с 6.V по 31.VIII. В данном случае ФАР ($Q_{фар}$) должна быть вычислена по формуле

$$Q_{фар} = \frac{X_{ср} \times n}{m} + 1,2 + 1,2 = 91,2\text{кДж}$$

Однако коэффициент использования ФАР (Кисп) посевами будет отличаться от этого с учетом сорта, влагообеспеченности, технологии возделывания и других факторов. Согласно данных А. А. Шатилова (1966) коэффициент использования ФАР обычных посевами составляет 1,5–3%, а урожаями – 3,5–5 %. Он установил, что наиболее крупный фотосинтез наблюдается в средней полосе при густоте 40–50 тыс. м²/га, поглощающие при этом максимум солнечной радиации.

В Северной области за период вегетации получают 3,0–3,5 кг/м² сухой массы ФАР что соответствует урожайности зерна ФАР – 12,5–14,0 кг/м². Сумма средних за сутки температур свыше + 5 °С составляет в северной зоне 2150–2400°.

в лесостепной зоне 2500–2600°, в зоновой зоне 2600–2700°. Продолжительность безморозного периода 120–140 дней.

Почвенный покров представлен чернозёмами, ФАР достигает 3–5%, что позволяет получать 60–100 ц зерна или 300–400 ц клубней картофеля. Всего 120 000 га сева, 2 000 000 тонн зелёной массы кукурузы.

По коэффициенту использования ФАР почвы подразделяются на следующие группы: низкие – 0,5–1,0%, средние – 1,0–1,5%, хорошие – 1,5–2,0%, высокие – 2,0–2,5%, очень высокие – 2,5–3,0%, теоретически возможные – 5,0–10,0%.

Контрольные вопросы

1. Сущность и приход фитосинтетической деятельности растений.
2. Какова методика расчета ФАР за период вегетации культуры?
3. Какие существуют А. А. Ничипорович, коэффициенты использования ФАР обычных практических посевов?
4. На какие группы по коэффициенту использования ФАР подразделяются посевы?

Занятие 2 Расчет потенциальной урожайности биомассы

Расчет потенциальной урожайности биомассы при заданном коэффициенте использования ФАР, оптимальном сезоне вегетации и высокой культуре земледелия рассчитывается по формуле

$$Y_{биом} = \frac{Q_{14} \times K_{ФАР} \times 10^4}{K}$$

где $Y_{биом}$ – максимально возможный урожай сухой биомассы, ц/га;

Q_{14} – приход ФАР за вегетационный период культуры, кДж/см²;

$K_{ФАР}$ – коэффициент использования ФАР посевом, %;

K – калорийность единицы урожая сухой биомассы, кДж/ц;

10^4 – коэффициент перевода в абсолютные величины.

При расчете потенциального урожая культуры в севообороте №1 Кого следует использовать для оценки кривизны

многолетних трав за пропашных культур в размере 20%, а для всех других культур – 25%.

Результаты приведенных расчетов по формуле приведены в таблице 43

Таблица 43

Плотность сельскохозяйственных культур, возделываемых основной и побочной продукции

Культура	Основная продукция	Относительная стоимость единицы продукции	Урожайность (т)	Выход условного кормового продукта с 1 га		
				высокая урожайность	средняя урожайность	низкая урожайность
Пшеница озимая	т	1,0	3,5	19 600	19 040	17 675
Яровая пшеница	т	1,05	2,5	18 550	17 325	17 675
Ячмень озимый	т	1,1	3,0	19 650	19 095	18 810
Рожь озимая	т	1,2	3,0	19 302	18 810	18 045
Ячмень	т	1,01	2,1	18 375	18 165	18 047
Овес	т	1,03	2,9	18 502	18 270	18 100
Гречиха	т	1,07	2,7	19 228	18 960	18 810
Горох	т	1,03	2,7	18 977	18 710	18 502
Просо	т	1,01	2,9	19 488	18 482	18 560
Сои	т	1,1	1,1	20 196	20 020	19 250
Подсолнечник	т	1,5	4,01	19 680	19 411	18 840
Кукуруза на силос	т	1,02	2,0	17 136	17 850	16 720
Кормовая свекла	т	1,0	2,0	16 702	16 702	16 702
Картофель	т	1,15	1,5	17 825	17 250	17 020
Столовая свекла	т	1,05	1,5	17 850	17 640	17 325

Для перехода от условных абсолютных кормовых культур, рассчитанного по формуле, к урожаю культур этой стандартной кормовой единицы нужно применить формулу

$$У_{..} = \frac{У_{тех} \times 100}{100 - р}$$

где $У_{тех}$ – урожай зерна или какой-либо другой основной с.-х. продукции, т/га (в первом приближении принимается равным планируемому урожаю);

р – стандартная влажность зерна (ГОСТ 13586.3-83).

Далее, исходя из расчетного урожая зерна и данных о стандартной влажности, необходимо рассчитать урожай зерна, используя следующую формулу:

$$У_{..} = \frac{У_{тех} \times 100}{(100 - Д) \times Л}$$

где $У_{..}$ – урожай зерна или какой-либо другой основной с.-х. продукции, т/га (в последующем именуется как урожай зерна), т/га;

Д – влажность основной продукции, % (ГОСТ 13586.3-83);

Л – сумма частей в отношении основной и побочной продукции в общем урожае биомассы (табл. 12).

Контрольные вопросы

1. В каких случаях расчет показателя коэффициента условной чистой продукции фотосинтеза (КЧПФ) является целесообразным?
2. Какие показатели следует использовать при расчете показателя коэффициента использования ФАР?
3. Какую операцию необходимо выполнить для перехода от урожая абсолютно сухой массы к урожаю культуры с заданной влажностью?

Какую формулу следует использовать для расчета урожая зерна?

Задание 3. Определить КПД ФАР

для выращиваемой урожайности по культуре и севообороту

Показатель эффективности использования солнечной радиации урожаем называется коэффициентом полезного действия (КПД ФАР) – это отношение количества энергии, запасенной в продукции фотосинтеза или образовавшейся в фитомассе урожая, к энергии суммарной радиации.

КПД характеризует либо эффективность использования солнечной радиации, либо потенциальную урожайность культуры. Если рассматривать

планету Земля в целом то КПД задействованной ФАР составляет около 0,2%. Соответственно, КПД фотосинтеза в естественных условиях невысок.

Для разных растений и разных сельскохозяйственных культур величина КПД фотосинтеза отличается. Так, кукуруза – 2,5-3,5, пшеница – 2,0-2,5, рис – 2,5-3,0, сахарная свекла – 3,0-4,5 [Ахметов].

Задача повышения КПД путем увеличения количества энергии, которая способна поглощаться в фотосистеме, а также в целом увеличения валового урожая растений [Ахметов] можно представить в виде:

$$КПД_{факт} = S_{ФАР} \times a / 10^4 \times Y_{сух},$$

где $Y_{сух}$ – урожайность абсолютно сухой биомассы, кг/га;

a – теплотворная способность сухой биомассы, кДж/кг;

$S_{ФАР}$ – суммарный поток ФАР в виде фотосинтетически активной радиации, Дж/см^2.

Результаты произведенных расчетов по формуле и сформулированные выводы приведены в таблице 1.

Таблица 1

Потенциальный урожай культур в зависимости от прихода ФАР

Культура сельскохозяйственная	Приход ФАР за вегетацию, Дж/см^2	Калорийность урожая, Дж/кг	Условия получения максимальной урожайности	Потенциальная урожайность, ц/га	Фактическая урожайность, ц/га
1	2	3	4	5	6

Контрольные вопросы

1. Что такое $КПД_{ФАР}$?
2. В чем выражается $КПД_{ФАР}$?
3. По какой формуле определяется $КПД_{ФАР}$?
4. Какие $КПД_{ФАР}$ являются самыми высокими?

Занятие 4. Определение действительно возможной урожайности по влагообеспеченности

Действительно возможная урожайность – это урожайность, которая обеспечивается не только почвенно-климатическими и почвенными лимитирующими факторами. Для Самарской области такие факторы, определяющие получение потенциальной урожайности

показателя обеспеченности запасами корней (K_3). Величина ДНУ определяется по формуле:

$$ДНУ = V/K_3$$

где ДНУ – достоверный эксплуатационный запас древесины, м³; значения представляет произведение величин:

V – запас спелых насаждений, м³;

K_3 – коэффициент, учитывающий степень использования ресурсов [4].

Таблица 44

Коэффициенты полноты использования эксплуатационных запасов древесины в зависимости от состава и возраста насаждений

Состав насаждения	Коэффициенты использования запасов, K_3
Сосновые	0,6–0,8
Дубовые	0,5–0,7
Буковые	0,4–0,6
Грабовые	0,3–0,5
Ясеневые	0,2–0,4
Кленовые	0,1–0,3
Липовые	0,2–0,4
Смешанные хвойные	0,5–0,7
Смешанные лиственные	0,3–0,5
Спелые	0,6–0,8
Перестойные	0,4–0,6
Молодняки	0,1–0,3

Запасы продуктивных кормов (ПК) можно определить по данным полевой таксационной описи. При этом учитывают только спелые и перестойные насаждения, которые к моменту сбора урожая достигают возраста, позволяющего получать максимальный выход продукции. Коэффициент использования запасов кормов составляет от 0,5 до 0,8 и зависит от рельефа и механического состава почвы. Для наших расчетов K_3 составляет среднее значение 0,7.

Запасы продуктивных кормов определяются по формуле:

$$V = Q \times k_3$$

Более достоверные результаты можно получить, если предварительно определить (ПК) – средний запас кормов, сосредоточенный в напочвенном слое почвы перед посевом и эффективно используемых растениями в течение вегетационного периода (Ф):

$$Ф = Ф_{общ} + Ф_{ф} \times K_3.$$

где $W_{опр}$ – ожидаемая урожайность культуры в ц с 1 га, определенная по данным бонитировки почв;

$П_к$ – поправка на агрохимические свойства почв;

$К_р$ – коэффициент использования климатических ресурсов (принимается 0,7).

Таблица 15

Справочные материалы к выполнению задания

Культура	Ботаническая группа (ранжир)	Коэффициент водопотребления	Оптимальная кислотность почвы, pH	Допустимая минерализация оросительной воды, $W_{опр}$, г/л
Ячмень	1	0,61	6,5	5,0
Сахарная свекла	2,5	0,82	7,0	2,5
Кукуруза на силос	3	0,94	6,8	5,0
Капуста	4	0,91	7,0	3,0
Овес	5	0,62	6,0	4,0
Просо	6	0,55	6,0	2,5
Пшеница	7	0,93	6,5	5,0
Горох	8,5	0,97	7,0	1,5
Картофель раннеспелый	9	0,71	6,0	5,0
Картофель среднеспелый	10	0,81	6,5	3,5
Клевер	11	0,95	6,5	4,5
Кукуруза на зерно (кукуруза молочной спелости)	12	0,77	6,5	3,0
Многолетние травы 1-го года пользования	13,5	0,87	6,0	4,5
Многолетние травы второго года пользования	13,5	0,77	6,0	4,5

Задание. Рассчитайте урожаи по всем возможным севооборотам культур севооборота по влагообеспеченности. Полученные данные запишите в виде таблицы 16

Таблица 16

Действительно возможные урожаи культур

Культура севооборота	Запас продуктивной влаги в почве перед посевом (посадкой), мм	Осадки за вегетационный период, мм	Сумма температур за вегетационный период, °С	Коэффициент использования гидротермического потенциала, $К_р$	Урожай, ц/га
1	2	3	4	5	6

Контрольные вопросы

1. Что такое дёрн и какова его роль в почве?
2. Почему фрагментарно разложившийся дёрн?
3. Как можно определить запас прошлогодней массы в почве по данным подсчёта числа живых побегов?
4. Какой коэффициент используется при расчёте подземной и суммарной массы?
5. Как влияет применение различных удобрений на данные показатели?

ТЕМА 11. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБУСТРОЙСТВА ПРИРОДНЫХ КОРМОВЫХ УГОДИЙ

В зависимости от состояния растений и почвы применяют комплекс мероприятий коренного и поверхностного улучшения.

Коренное улучшение. Коренному улучшению подлежат сенокосы и пастбища, на которых все вышеперечисленные и некоторые другие признаки выражены сильно. Это заболоченные (более 30%) поверхности или заболоченные луга, а также бедные и убранные от воды.

При коренном улучшении сенокосов и пастбищ в зависимости от класса и типологического состояния кормовых угодий осуществляют применение группы мероприятий:

1. Гидротехнические – регулирование водного режима осушением (открытой или закрытой сетью) или орошением.
2. Культуртехнические – расчистка от древесно-кустарниковой растительности, камней, остатков деревьев, пней.
3. Агротехнические – внесение минеральных удобрений, посев трав, предварительно обработав почву, и другие.

Поверхностное улучшение сенокосов и пастбищ включает в себя комплекс культуртехнических, агротехнических и организационных мероприятий, обеспечивающих повышение продуктивности и улучшение качества травостоя. При этом происходит улучшение условий произрастания ценных кормовых растений и ликвидируется или подавляется их засорение.

Наиболее отзывчивы на поверхностное улучшение чистые или злаковые (злаково-бобовые) культурные пастбища, а также естественные сенокосные и пастбищные угодья, расположенные на равнинах и в предгорьях.

и плавней в травостое сенажных лугов; посевы безотказ... лисохвоста лугового, двукисточника тростникового, лядвенца рогатого и других ценных трав.

В зависимости от конкретных условий и задач прирост... травостоя повышается улучшение влияет: расчистку трав от кустарников и мелколесья в заболоченной поверхности регулирование и улучшение водного режима; посев зерновой и травосмесей; внесение... фосфорно-калийных удобрений; ...

Обогащение травостоя проводят механической обработкой дернины с последующим высеванием... бобовых, внесением удобрений, а также, подсевом при неудовлетворительном... бобовых компонентов трав.

Дернину на... обрабатывают... дисковыми боронами БДТ-3; БДТ-7; БДТ-10 в 2-4 следа в зависимости от величины кочек, плотности и... травостоя.

Внесение... фосфорно-калийных... минеральных... фосфорными или... удобрениями... приводит заметное... Для повышения продуктивности... азотные, фосфорные, калийные или полное минеральное удобрение в дозе по 45-60 кг/га...

Борьба с... на... растительного... и... растений... использования и... сенажа... своевременное... уничтожение, ... сорняков... ...

Задача. Разработайте систему обустройства... кормовых... и... использования и... травостоя...

1. Анализ... состояния и состава травостоя... и пастбища.

2. Установление... причин... способов... природу... фитоценоза...

3. Обоснование технологии... естественных кормовых угодий.

Используя... 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 задания... 47

Таблица 47

Предполагаемый уборочный конвейер

№ п/п	1	2	3	4	5
1					

Составил: Преподаватель _____ (подпись) (Ф.И.О.)

Для создания устойчивого запаса и постоянного снабжения населения разнообразными и лучшими местными сортами виноградных вин. Для бесперебойного поступления высококачественных и экологически чистых виноградных вин в течение всего года

ТЕМА 12. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Задание: Дать экономическую оценку производственной культуры. Экономическая оценка урожайности культуры и выхода растениеводческой продукции с гектара посевной площади определяется в виде таблицы 48

Таблица 48

Экономическая оценка производственной культуры с внесением минеральных удобрений

Культура	Посевная площадь, га	Урожайность, ц/га	Валовой сбор продукции				
			основной продукции	побочной продукции	Затраты труда, чел.-дней		
					на 1 га посевной площади	на 1 ц основной продукции	на валовой сбор
	2	3	4	5	6	7	8

Составил: преподаватель _____ (подпись) (Ф.И.О.)

Контрольные вопросы

1. В какой цели целесообразно осуществлять разработку [illegible] природных горных условий?

2. Что такое коренное улучшение и полное коренное улучшение?

3. Какие другие мероприятия относятся к коренному улучшению земель и постоянно действующие от засоления и минерализации грунтов и грунтовых условий?

4. Что такое планировка и улучшение и какими они [illegible]?

5. Какие [illegible] осуществляются при [illegible] условий и работ?

6. Что такое окультуривание грунтов и для чего проводят?

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Способы соединения деталей в столярной мебели

I способ

1. Шкант
2. Клей
3. Шкантовое отверстие
4. Деталь
5. Шкантовый паз
6. Деталь

II способ

1. Шкант
2. Клей
3. Шкантовое отверстие
4. Деталь (конструкция)
5. Клей
6. Конструкция
7. Деталь

III способ (крепление)

1. Шкантовое отверстие
2. Шкантовый паз
3. Шкант
4. Деталь
5. Конструкция
6. Шкантовое отверстие
7. Шкантовый паз
8. Деталь (конструкция)
9. Конструкция

IV способ

1. Шкантовое отверстие
2. Шкантовый паз
3. Шкант
4. Деталь
5. Шкантовый паз
6. Деталь
7. Шкантовое отверстие
8. Деталь

V способ

1. Шкантовое отверстие
2. Шкантовый паз
3. Шкант
4. Деталь
5. Шкантовое отверстие
6. Деталь
7. Шкантовый паз

VI способ (крепление)

1. Шкантовое отверстие
2. Шкант
3. Деталь
4. Шкантовый паз
5. Деталь
6. Шкантовый паз
7. Конструкция

VII способ

1. Шкантовое отверстие
2. Шкантовый паз
3. Конструкция
4. Шкантовый паз
5. Шкантовый паз
6. Деталь

Приложение 2

Содержание питательных веществ в органических удобрениях, %

Питательные вещества	Азот	Фосфор	Калий	Кальций
Навоз свежий	0,5	0,25	0,6	0,25
Компост	0,5	0,25	0,69	0,21
Торф	0,45	0,11	0,1	0,11
Сапропель	0,83	0,27	0,07	0,33
Солома	0,45	0,15	0,61	0,15
Зеленая масса	0,5	0,1	0,6	0,25
Птичий помет	1,0	1,0	0,5	
Перегной	0,5-0,6	0,25-0,3	0,6	0,25

Приложение 3

Содержание питательных веществ в удобрениях

Питательные вещества	Действующее вещество, %		
	N	P_2O_5	K_2O
Органические удобрения			
Навоз	0,5	0,2	0,6
Минеральные удобрения			
Азотные			
Аммиачная селитра (NH_4NO_3)	34-35		
Сульфат аммония ($(NH_4)_2SO_4$)	20,5		
Карбамид (мочевина) ($CO(NH_2)_2$)	46		
Фосфорные			
Суперфосфат простой ($Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + CaSO_4$)		14-20	
Суперфосфат двойной ($Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$)		40-50	
Калийные			
Калий хлористый (KCl)			50-60
Калимагнезия ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4$)			28-30
Сульфат калия (K_2SO_4)			45-52
Сложные минеральные удобрения			
Калийная селитра (KNO_3)	13,5		45,5
Аммофос ($NH_4H_2PO_4$)	11-12	52-54	-
Диаммофос ($(NH_4)_2HPO_4$)	21	53	-
Нитрофоска	17	17	17
Нитроаммофоска	12	12	12
Азофоска	16	21	11
Нитрофос	26	24	-
Нитрофоска	20	20	-
Диаммофоска	16	16	16

Приложение 4

Группировка почв по степени кислотности

Очень кислые	pH KCl менее 4,5
Кислые	4,5–5,0
Слабокислые	5,1–5,5
Близкие к нейтральным	5,6–6,0
Нейтральные	более 6,0

Приложение 5

Классификация отдельных видов сооружений по их функциональному назначению

Вид сооружения согласно основному виду экономической деятельности	Характеристика	Нормативный срок службы, лет	Примечание
1	2	3	4
Здания			
2211 5 355	Здания производственные, административные и прочие нежилые	30	25 лет
7111 5 11	Здания производственные, административные и прочие нежилые	50	50 лет
7211 5 11	Здания производственные, административные и прочие нежилые	50	50 лет
1111 1 151	Здания производственные, административные и прочие нежилые	100	100 лет
1111 1 151	Здания производственные, административные и прочие нежилые	100	100 лет
1111 1 11	Здания производственные, административные и прочие нежилые	100	100 лет
1111 1 11	Здания производственные, административные и прочие нежилые	100	100 лет
1111 1 11	Здания производственные, административные и прочие нежилые	-	100 лет
1111 1 11	Здания производственные, административные и прочие нежилые	-	100 лет
7111 1	Здания специализированные	50	
Сооружения			
2211 1 1	Сооружения производственного назначения, административные и прочие	100	100 лет
1111 1 11	Сооружения производственного назначения	100	100
1111 1 11	Сооружения производственного назначения, используемые в сельскохозяйственной деятельности	100	100

1	2	3	4
[illegible]	[illegible]	6-12	[illegible]
[illegible]	[illegible]	6-12	10-14
[illegible]	[illegible]	1-12	[illegible]
[illegible]	[illegible]	1-12	[illegible]
[illegible]	[illegible]	-	[illegible]
[illegible]	[illegible]	-	[illegible]
[illegible]	[illegible]	-	[illegible]
[illegible]	[illegible]	-	[illegible]
[illegible]	[illegible]	-	1
[illegible]	[illegible]		3
	Бороны		
[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	-
[illegible]	[illegible]	[illegible]	-
[illegible]	[illegible]	-	-
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	2-12	[illegible]
[illegible]	[illegible]	2-12	-
[illegible]	[illegible]	[illegible]	-
[illegible]	[illegible]	6-18	-
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]		
	[illegible]		
[illegible]	[illegible]	-	11
	[illegible]		
[illegible]	[illegible]	-	-
	Сцепки		
[illegible]	[illegible]	-	[illegible]
[illegible]	[illegible]	-	[illegible]

Приложение К

Агрегаты для посева зерновых

и зерновых однолетних культур

Наименование	Марка, тип	Производительность, га
СЗ-3,6	Сеялка зерновая прицепная, 12 рядов, ширина захвата 3,6 м, для посева зерновых культур и семян однолетних трав	1
СЗП-3,6А	Сеялка зерновая прицепная, 12 рядов, ширина захвата 3,6 м, для посева зерновых культур и семян однолетних трав, с катками	1
СЗБ-3,6	Сеялка зерновая прицепная, 12 рядов, ширина захвата 3,6 м, для посева зерновых культур и семян однолетних трав, с бороной	1,5–2,4
СЗС-2,1	Сеялка зерновая прицепная, 6 рядов, для посева зерновых культур	2,2
СТС-5	Сеялка зерновая прицепная, 20 рядов, для посева зерновых культур и однолетних трав, с катками	4,2–5
СЗТ-3,6 «Заря»	Сеялка зерновая прицепная, 12 рядов, ширина захвата 3,6 м	1,5–2,2
СЗАК-3 «СИБИРЯК»	Сеялка зерновая прицепная	3
СЗТМ-4800-02	Сеялка зерновая прицепная, для посева зерновых культур, 12 рядов, ширина захвата 3,6 м, с катками	2,41–2,74
СЗ-5,4	Сеялка зерновая прицепная, для посева зерна, 18 рядов, ширина захвата 5,4 м, с катками	4,3–4,5
Апашенер-2000 Рапид 2.1	Сеялка зерновая, 2 диска, без прикатывающего катка, обработка почвы	0
Апашенер 3000 Рапид	Зерновая сеялка, 3 диска, с прикатывающим катком, для минимальной обработки	0

Приложение 7

Уборочная сельскохозяйственная техника

Наименование	Характеристика	Производительность, т/ч
«Енисей-1200»	Зерновой комбайн	8–10
«Дон-1500Б»	Зерновой комбайн	5,2
«Ротор-2»	Зерновой комбайн	4
«Вектор»	Зерновой комбайн	12
«Полесье-130»	Зерновой комбайн	4
«Ростсельмаш РСМ-161»	Зерновой комбайн для уборки риса, 160 л.с.	4 га/ч
«Ростсельмаш РСМ-171»	Зерновой комбайн для уборки риса	6,5 га/ч
«Ростсельмаш РСМ-181»	Зерновой комбайн для уборки риса	8 га/ч
«Акрос 534»	Самоходный зерноуборочный комбайн с бункером и жаткой	5
КСК-100	Кормоуборочный комбайн для заготовки силоса и сенажа	100
ЖВН-6	Зерновой шнековый погрузчик	40–50

Приложение 8

Нормативы расхода топлива (условные)

Зона	Культура				
	пшеница	ячмень	овёс	горох	соевые бобы
Лесостепь	5,2	4,8	4,6	5,0	5,4
Степь	4,5	4,3	4,1	4,4	

Примечание: Нормативы взяты ориентировочно, фрагмент (ред. 2007).

Приложение 9

Примерный перечень типовых опытов и учебной литературы

Наименование опыта, его назначение	Нормативная база, ГОСТ	Учебная литература, стр.
Испытание, оценка	2.3-2.5	14
Определение	2.1-2.11	10
Оценка качества	1.5 ... 4	11
Оценка устойчивости, жесткости конструкции	7.2-7.11	5
Оценка работы в условиях, близких к реальным	0.7+0.10.7	12
Оценка влияния на окружающую среду	2.1-2.8	19
Оценка влияния на человека, технологию	1.10.0(+1.2	14
Испытание на воздействие механических факторов	1,2+2.8	19 и источники по списку
Определение, исследование	1.2-10.3	10+ ...4
Испытание, исследование, определение	1.2-14+ +10.13	12.1
Испытание, исследование	1 ...0.2 ...	10
Испытание на воздействие	0,05+0,5 1,7	10 К 2.1
Испытание, исследование	2,25-2,8	10
Оценка, испытание, исследование	1,2-2,3+.	1-10
Оценка (определение) качества	0,31 0.5+0.1	7 и 10
Оценка (испытание) качества	0,31 0.5+0.1	1.1 и
Оценка (испытание, исследование)	0.1+0.10.1	5 и 7
Испытание (определение)	0.5 7.0	испытание
Испытание, определение, оценка	0,1 0.5	испытание, оценка, 5
Испытание	0.15 ... 0.17	испытание
Испытание = контроль, опыт	0,2+0,01	
Испытание, исследование	0,2+0,06	-
Оценка качества	0.10 - 0.12	12
Испытание	0.1+ +0.10	1
Анализ + расчет + оценка, опыт	1.0+1.5+0,1	11.10.1+
Экспериментальный	0.10 - 0.18	испытание
Опыт	0.1+ - 0.02	испытание
Применение Расчет Применение	1,2+1,2+ применение	

1) Опыт, испытание, определение, оценка, исследование, расчет, анализ, применение, учебная литература.

Приложение 10

Норма высева семян многолетних трав

Вид культуры	Норма высева при [illegible]	Всхожесть семян, %		Влажность семян, %		Срок хранения семян, лет
		1 класс	2 класс	1 класс	2 класс	
Бобовые травы						
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Злаковые травы						
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Приложение 11

Нормативы обеспеченности предприятий питания
в Оренбургской области

Вид предприятия	Норма посадочных мест на 1000 жителей
Предприятия общественного питания при промышленных предприятиях	10–15
Комплексы предприятий общественного питания в административных центрах	15–20
Специализированные предприятия быстрого обслуживания	5–10
Столовые при школах	30–40
Кафе, рестораны, бары, расположенные в торговых центрах	20–25
Столовые	
Столовые, открытые в рабочие дни недели, с обеденным перерывом	25–30
Столовые, открытые в рабочие дни недели, с обеденным перерывом, работающие по сменам	15–20
Столовые, работающие по сменам	10–15
Столовые, открытые в рабочие дни недели, с обеденным перерывом, работающие по сменам	20–25
Столовые, открытые в рабочие дни недели, с обеденным перерывом, работающие по сменам	15–20
Столовые, открытые в рабочие дни недели, с обеденным перерывом, работающие по сменам	10–15
Столовые, открытые в рабочие дни недели, с обеденным перерывом, работающие по сменам	5–10
Столовые, открытые в рабочие дни недели, с обеденным перерывом, работающие по сменам	10–15
Столовые, открытые в рабочие дни недели, с обеденным перерывом, работающие по сменам	5–10
Столовые, открытые в рабочие дни недели, с обеденным перерывом, работающие по сменам	10–15
Столовые, открытые в рабочие дни недели, с обеденным перерывом, работающие по сменам	5–10

Рекомендуемая литература

1. Казаков, Г. И. Системы земледелия и агротехнологии возделывания полевых культур в Среднем Поволжье : монография / Г. И. Казаков, В. А. Милюткин. – Самара : РИЦ СГСХА, 2010. – 261 с.

2. Сафонов, А. Ф. Системы земледелия : учебник / А. Ф. Сафонов, А. М. Гатаулин, И. Г. Платонов [и др.] ; под ред. А. Ф. Сафонова. – М. : КолосС, 2006. – 447 с.

3. Казаков, Г. И. Севообороты в Среднем Поволжье : учебное пособие / Г. И. Казаков, Р. В. Авраменко. – Самара : РИЦ СГСХА, 2008. – 136 с.

4. Казаков, Г. И. Экологизация и энергосбережение в земледелии Среднего Поволжья : монография / Г. И. Казаков, В. А. Милюткин. – Самара : РИЦ СГСХА, 2010. – 245 с.

5. Казаков, Г. И. Земледелие в Среднем Поволжье / Г. И. Казаков, Р. В. Авраменко, А. А. Марковский [и др.] ; под ред. Г. И. Казакова. – М. : Колос, 2008. – 308 с.

6. Казаков, Г. И. Обработка почвы в Среднем Поволжье : монография / Г. И. Казаков. – Самара : Изд-во СГСХА, 2008. – 251 с.

7. Подскочая, О. И. Сорные растения и борьба с ними в Самарской области / Г. И. Казаков, О. И. Подскочая, М. С. Раскин, Н. В. Никитин ; под ред. Г. И. Казакова. – Самара : Аэропринт, 2006. – 128 с.

Оглавление

Предисловие 4

Тема 1. Нужно ли будет запомнить много сложных имен, чтобы работать в науке? 4

Занятие 1. Чувствительность и специфичность методов определения молекулярных мишеней 4

Занятие 2. Оценка доказательной силы культуральных, биохимических, серологических и молекулярных исследований 10

Тема 2. Как сформулировать вопрос, чтобы получить ответ, который можно использовать 11

Занятие 1. Гипотезы, нулевые гипотезы 11

Занятие 2. Типичные ошибки при формулировании и использовании результатов экспериментов 11

Тема 3. Основы статистической обработки данных 15

Занятие 1. Описательная статистика 15

Занятие 2. Статистические критерии 19

Занятие 3. Базовый статистический анализ 21

Занятие 4. Более сложные статистические методы 28

Тема 4. Разработка научных концепций 31

Тема 5. Как генерировать идеи? Разработка научного проекта, описание материалов и методов исследования 35

Занятие 1. Генерирование идей, гипотез 35

Занятие 2. Поиск информации в научных базах данных 39

Тема 6. Работа с научными источниками. Правила оформления библиографических списков 43

Тема 7. Оформление научных работ. Требования к оформлению научных работ. Компьютерные программы для подготовки научных работ 48

Тема 8. Разработка системы защиты растений. Экологические основы и экспериментальное тестирование 60

Тема 9. Проектирование систем севооборотов 80

Тема 10. Разработка схем защиты. Экологически безопасные технологии возделывания культур 81

Занятие 1. Экономическая оценка ущерба от вредных объектов 81

Занятие 2. Пороги вредоносности и принципы их расчета 83

Занятие 3. Использование СЗР для защиты растений: преимущества и недостатки 85

Занятие 4. Методы и средства защиты растений в экологически безопасных технологиях 86

Тема 11. Разработка комплексных систем управления популяциями вредных организмов 89

Тема 12. Экономически эффективность и экологическая безопасность 91

Приложения 93

Рекомендуемая литература 95

Учебное пособие

Киселева Людмила Витальевна

Системы земледелия

Методические указания
для выполнения лабораторных работ

Отпечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать [illegible]. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. [illegible]. Уч.-изд. л. [illegible].
Тираж [illegible] экз. Заказ № [illegible].

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ
имени Н.И. Вавилова» 410012, г. Саратов, Театральная пл., 1
[illegible] 410056, г. Саратов, ул. Советская, 60

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования
«Самарская государственная
сельскохозяйственная академия»
Агрономический факультет

Н.В. Васина, В.В. Ракитина

РАСТЕНИЕВОДСТВО

Методические указания для выполнения курсовой работы

Кинель
РИЦ СГСХА
2016

УДК 633 (07)
ББК 41 Р

Вахина, Н.В.
В-19 Растениеводство / Методические указания для выполнения курсовой работы / Н.В. Вахина, О.О. Романцова. – Киноль РИЦ ГГСХА, 2016. – 44 с.

В методических указаниях приведены цель и задачи курсовой работы, объем, тематика, порядок и этапы выполнения и требования к структуре и оформлению, оформлению, порядку представления к защите, критерии оценки, ответственность автору. Методические указания предназначены для студентов заочников по направлению 35.03.04 Агрономия.

© ФГБОУ ВО Горский ГАУ, 2016
© Вахина Н.В., Романцова О.О., 2016

Оглавление

Предисловие 4
1 Общие положения 5
2 Требования к оформлению курсовой работы 7
3 Порядок проведения защиты курсовой работы 8
4 Структура курсовой работы для студентов, выполняющих курсовую работу по физико-математическому направлению 12
5 Структура курсовой работы для студентов, выполняющих курсовую работу по экономическому обоснованию технологических решений 13
6 Структура курсовой работы для студентов, выполняющих курсовую работу по инженерно-техническому направлению 13
Приложение 39

Предисловие

Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 декабря 2015 г. (регистрационный № 1131) предусмотрено выполнение курсовой работы.

Курсовая работа – самостоятельная, индивидуальная работа, имеющая профессиональную направленность, которой завершается изучение дисциплины. При выполнении курсовой работы обучающиеся должны показать способности к умению, опираясь на полученные знания и сформированные компетенции, самостоятельно решать поставленные учебные задачи и профессиональные проблемы, а также умение работать с научной литературой и другими источниками информации, правильно излагать свои мысли.

Цель курсовой работы – систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний студента, а также углубленное изучение данного раздела дисциплины, умение пользоваться нормативными документами и справочной литературой, а также навыки самостоятельной работы.

Задачи курсовой работы – показать студенту значимость самостоятельной работы, ее специальной литературы, а также научить анализировать результаты исследований в производственных экспериментах, критически осмысливать выполненные агротехнические приемы, умению делать выводы и грамотно оформлять курсовую работу, конкретными примерами практического решения задач.

1 Общие положения

Курсовая работа является формой самостоятельной работы студента. В ходе выполнения курсовой работы определяется степень освоения компетенции, реализуемые вузом в ходе обучения, оценивается его готовность к производственно-технологической, организационно-управленческой и научно-исследовательской видам профессиональной деятельности.

Курсовая работа должна быть выполнена с разработкой конкретных теоретических вопросов, являющихся частью научно-исследовательских работ, проводимых кафедрой, с использованием современных программных средств и информационных технологий.

Общие требования к написанию ВКР: логическая последовательность изложения материала, аргументированность и четкость формулировок, исключающая возможность субъективного и неоднозначного толкования, убедительность аргументации, конкретность изложения результатов работы, основанных на теоретических и экспериментальных исследованиях с применением современных информационных технологий.

Курсовая работа по программированию является самостоятельной работой студента. На основе отделения она выполняется на третьем курсе с использованием экспериментального материала. Курсовая работа должна быть выполнена с использованием современных информационных технологий. Для этого студенту предлагается выполнить курсовую работу по материалам изучения и обобщения опыта использования отдельных культур на примере конкретного хозяйства. В курсовой работе должны быть отражены результаты изучения технологии возделывания одной культуры. В работе приводятся разработанная студентом технологическая (операционная) карта.

Тема курсовой работы для очного отделения для каждого студента определяется на III курсе и утверждается на кафедре. Руководитель курсовой работы консультирует студента по вопросам выполнения работы, оказывает необходимую методическую помощь и подготавливает рекомендации по выполнению работы. Для выполнения курсовой работы студенту необходимо изучить специальную литературу, составить план работы, определить объем работы, рекомендуемый для данной темы.

Студенты заочного отделения выполняют курсовую работу по ... на 3 курсе. Такой курсовой работы являются ... дисциплины, ... и ... культуры, ... культуры и ... конкретного хозяйства. Основными ... являются: ... современный уровень развития ... и передовой ... и обеспечивать получение высокого урожая. Необходимо ... полный комплекс ..., ... по ... на ... Для ... хозяйства ... культуры, характеристику ... Курсовая работа выполняется с использованием ... по ... и ... культуры, ... и ..., материалов ... учреждений, а также обобщения литературных материалов. Если студент не привязан к конкретному хозяйству, курсовую работу он пишет по ... данным (по ... и ...), которые ... для условий ... зоны. Работа ... и ...

... потенциальной урожайности по ... ФАР, действительно возможной урожайности по ..., ... ограничивающему ...

... урожаев на ... урожайность.

... технологии возделывания полевой культуры для получения ... урожайности и дает ... обоснование, ...

3 Требования к оформлению контрольной работы

Курсовая работа должна быть напечатана грамотно, аккуратно, четким и разборчивым почерком с выделением всех разделов предусмотренными методическими указаниями. Материал излагается на одной стороне стандартного листа. Сверху – 2,5 см, между оставляется поле шириной 2 см, справа – 1 см, слева – 3 см. Интервал основной (красной) строки – 1,25 см. Страницы нумеруются арабскими цифрами. На титульном листе номер страницы не ставится, хотя и подразумевается. Лист титульного листа оформляется без рамки.

Курсовая работа должна быть напечатана на стандартных листах писчей бумаги формата А4 в следующем порядке расположения:

- поля: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 15 мм, нижнее – 20 мм;
- шрифт: размер 14 пт. Times New Roman;
- межстрочный интервал – полуторный;
- интервал красной строки – 1,25;
- выравнивание текста – по ширине.

Курсовая работа состоит из введения, структурных элементов основной части, выводов, списка литературы, приложения (при необходимости).

Титульный лист печатается по образцу, приведенному в методических указаниях (приложение 1).

Оглавление – начало работы по курсовой работе. В нем следует записать все заголовки и подзаголовки в той последовательности и в той же словесной формулировке, в которой они приведены в курсовой работе, и проставить напротив них страницы, с которых они начинаются.

Каждый раздел курсовой работы должен начинаться с новой страницы. В заголовках не допускается перенос слов. Точка в конце заголовка не ставится. Расстояние между заголовком и последующим текстом должно быть равно 1 (3 интервала), между заголовком раздела и подзаголовком – 1 см (2 интервала).

Сокращения слов допускаются только в соответствии с общепринятыми правилами. Например, компьютер – комп., материал – матер., конструкция – констр., чертеж – черт., программа – прогр., рисунок – рис., таблица – табл., формула – формул., уравнение – уравн.

Цитирование различных источников в курсовой работе (приветствуется) оформляется ссылкой на данный источник указанием его порядкового номера в списке использованной литературы в квадратных скобках после цитаты. В конце цитаты ставится точка. Например: «Цитата» [1]. Использование подстрочных ссылок не допускается. Прямая речь в тексте не допускается.

Объем курсовой работы 35 – 40 страниц рукописного текста или 30 – 35 страниц машинописного. Список литературы должен включать не менее 20 – 25 наименований. Все библиографические данные оформляются согласно приложению 16.

Цифровой материал, полученный в курсовой работе, следует оформлять в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь тематический заголовок и ссылку на нее. Таблицу помещают в тексте непосредственно после ссылки на нее. Нумерация таблиц сквозная (т. 1, 2, 3 и т.д.). Если в работе одна таблица, ее не нумеруют и слово «Таблица» не пишут. Таблицы должны быть выполнены печатным способом с полуторным интервалом. Например, таблица, содержащая сведения о количестве студентов, обучающихся по специальности 080502 «Экономика и управление на предприятии (по отраслям)» в ВУЗах г. Москвы, выглядит следующим образом:

Таблица 1 – Количество студентов, обучающихся по специальности 080502 «Экономика и управление на предприятии (по отраслям)» в ВУЗах г. Москвы

Годы	Число студентов, обучающихся по специальности, чел.	Количество выпускников, чел.	Количество преподавателей, чел.
2000	455	120	62
2001	524	154	75
2002	610	175	79
2003	612	203	81
Средние	550	163	74

Все иллюстрации в курсовой работе (схемы, графики, рисунки, диаграммы, фотографии) называются рисунками (Рис. 1). Рисунок в работе является важным элементом, по значению равным тексту и предназначенным для наглядного изображения. Рисунки, как

правило помещают на отдельных страницах. Основная текстовая сноска. Номер рисунка и его название располагаются внизу под рисунком по центру.

Уравнения и формулы выполняются отдельной строкой по центру. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов дается с новой строки. Формулы в работе следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всей работы. Если в работе только одна формула, то ее не нумеруют.

Работа считается выполненной только в указанном объеме и после ее оформления.

Все листы работы и приложения электронно подшиваются (брошюруются) в папку. Страницы курсовой работы, включая приложения, нумеруются арабскими цифрами в соответствии с общей нумерацией. Порядковый номер страницы ставят в центре нижнего поля страницы.

Студенты должны сдать курсовую работу на проверку не позднее, чем за 7 дней до начала экзаменационной сессии. Выполненные курсовые работы предъявляются на кафедре, где они и хранятся.

3. Порядок проведения защиты курсовой работы

Курсовая работа проверяется в течение 5 рабочих дней с момента ее получения, после чего возвращается студенту. В случае недостатков курсовой работы и защите руководитель курсовой работы приглашает к собеседованию, на котором студенту вопросы и оценивает выполненную работу.

Защита курсовых работ должна быть проведена до начала экзаменационной сессии.

Защита курсовой работы проводится в установленные кафедрой время и место, публично с выдачей оценки студенту при специальной комиссии, назначенной заведующим кафедрой с участием руководителя работы. В отсутствие последнего защита может быть проведена при условии представления руководителем письменного отзыва на курсовую работу с оценкой. Оценка, полученная за работу, определяется экзаменационной комиссией и заносится в зачетную книжку и ведомость. Курсовые работы должны быть возвращены студентам с оценкой не позднее, чем за неделю до защиты.

Комиссия оценивает защиту в протоколе. По решению ведущего преподавателя к защите могут приниматься вопросы присутствующих членов кафедры и студентов. Ведущий преподаватель отмечает, что публично не защитил курсовую работу, должен представить защиту в течение суток после защиты.

Непосредственная подготовка к защите курсовой работы заключается в написании тезисов доклада и оформлении иллюстративных материалов (приложений). Для выполнения указанных задач могут быть использованы графические редакторы и специально подготовленные плакаты или слайды. Защита состоит из доклада продолжительностью 5–8 мин, ответов на вопросы комиссии и присутствующих.

Рекомендуется следующая последовательность выполнения:

1) выбор курсовой работы (проекта);

2) постановка задачи и проблематики;

3) анализ состояния научного вопроса;

4) обоснование принятого решения и этапов курсовой работы (проекта);

5) выводы и предложения по результатам исследований.

В оформление иллюстративного материала целесообразно приступать после окончания работы над пояснительной запиской и отчетом по практике. Эти материалы являются основой для подготовки доклада при защите курсовой работы.

Основные положения доклада, в частности используемых исследований, излагаются в виде тезисов с акцентированием внимания на новизну и практическую значимость. Ответы на вопросы необходимо формулировать четко, ясно и по существу.

Защита должна показать самостоятельность выполнения студентом работы, а в результате защиты выявляться, что работа выполнена индивидуально.

Основными критериями оценки являются:

1. Полнота изложения работы, содержательность.

2. Объем экспериментальной части, количество выполненных результатов исследований.

3. Полнота собранного материала, научная ценность выводов, новизна.

4. Наличие в работе сообщения передового опыта и достижений отечественной науки.

5. Четкость построения работы, логическая последовательность изложения материала

6. Сроки сдачи работы на проверку

Оценка «отлично» выставляется при выполнении курсовой работы в полном объеме: работа отличается глубокой проработкой всех пунктов календарной части, оформлена в соответствии с установленными правилами, студент свободно ориентируется в материалах, безошибочно их применяет для решения задач, сформулированных в задании к работе, обладает передовым опытом деятельности сельскохозяйственной науки, на все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения.

Оценка «хорошо» выставляется при выполнении курсовой работы в полном объеме: работа отличается глубокой проработкой всех пунктов календарной части, оформлена в соответствии с установленными правилами, студент свободно ориентируется в материалах, безошибочно их применяет для решения задач, сформулированных в задании к работе, но допускает 2-3 незначительные ошибки при ответе на вопросы преподавателя, на большинство вопросов дает правильные ответы, защищает свою точку зрения достаточно обоснованно.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при выполнении курсовой работы с нарушением графика, но без грубых ошибок, с глубокой проработкой некоторых разделов. Студент усвоил основное содержание разделов теоретического материала, в то же время преподаватель обращает внимание на инициативу и самостоятельность при выполнении, на качество отчетности, допущенные при защите ошибки, затруднения в изложении своей точки зрения.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, когда студент не может защитить свои решения, допускает грубые систематические ошибки при ответах на поставленные вопросы или вовсе не отвечает на них.

4 Структура курсовой работы

Для курсовых работ, выполняемых студентами заочной формы обучения, структура идентична структуре работ, выполняемых студентами очной формы обучения.

Задание

Реферат

Оглавление

Введение

1. Обзор литературы

1.1 Народнохозяйственное значение культуры

1.2 Биологические особенности

1.3 Технология возделывания

1.4 Обзор литературы по изучаемому вопросу

2. Условия проведения исследований

2.1 Климат почвы Северного Кавказа

2.2 Температурный режим воздуха и его влияние на величину урожая. Ресурсы тепла

2.3 Обеспеченность посевов ФАР. Расчет потенциального урожая по приходу ФАР

2.4 Режим влажности почвы и обеспеченность культуры. Расчет урожая по влагообеспеченности

3. Агротехника и методика исследований

3.1 Задачи, схема опытов и наблюдений, методы их

3.2 Агротехника опытов

3.3 Характеристика почвенных условий. Расчет урожаев по лимитирующим факторам

3.4 Сроки и методика исследований

4. Результаты исследований

4.1 Полевая всхожесть и динамика развития

4.2 Фенологические наблюдения и продолжительность межфазных периодов

4.3 Динамика роста растений

4.4 Влияние изучаемых агроприемов на элементы структуры урожая, накопление сухого вещества

4.5 Урожай и его структура

Выводы и предложения

Библиографический список

Приложения

Если оценка рубежа отсутствует, то для определения необходимого числа измерений можно воспользоваться методом последовательного анализа Вальда

Задание
Реферат
Оглавление
Введение
1. Исходные данные для составления курсовой работы
1.1 Основные сведения о хозяйстве
1.2. Природно-климатические условия. Метеорологические наблюдения на полях севооборота
1.3 Анализ структуры посевов
2. Особенности развития возделываемой культуры
2.1 Биологические характеристики культуры
2.2. Особенности роста и формирования урожая
3. Технология возделывания
3.1 Критический анализ существующей технологии возделывания культуры в хозяйстве
3.2. Агрономическое обоснование разрабатываемой и рекомендуемой элементов технологии возделывания культуры
Заключение
Библиографический список
Приложения

Для студентов, выполняющих курсовую работу по направлению «Агрономия» рекомендуется следующая структура работы

Задание
Реферат
Оглавление
Введение
1. Обзор литературы
1.1 Биологические особенности культуры
1.2 Технология возделывания
1.3. Влияние отдельных агроприемов на продуктивность культуры
2. Природные условия зоны возделывания культуры
2.1 Краткая характеристика основных природно-климатических условий Самарской области

2.2. Температурный режим воздуха и его влияние на рост и развитие культуры. Расчет сумм. Расчет потенциальной урожайности с использованием ФАР

2.3. Режим влажности почвы, влияние его на развитие культуры. Расчет возможного урожая по влагообеспеченности и гидротермическому потенциалу.

2.4. Почвенная характеристика зоны. Расчет доз удобрений по планируемому урожаю

3. **Разработка** мероприятий по повышению культуры земледелия и получению планируемой урожайности. Их экономическое обоснование

Заключение
Библиографический список
Приложения

Курсовая работа состоит из вступления, каждая из которых начинается с нового листа и имеет

Пример приложения 21

Реферат (1 страница)

Краткое точное изложение основного содержания работы, включающее сведения, цель, задачи и методы, а также содержание полученных результатов. Рекомендуемый объем данного реферата

Курсовая работа содержит ____ страницы машинописного текста, включает ____ таблиц, ____ рисунков и ____ использованных источников.

Ключевые слова _____

(Перечень ключевых слов через запятую, например)

КГ – зерновые;

Т – технические;

К (С) – зерно и сено;

КПК – кормовые сельскохозяйственные

Научный руководитель _____

Ш соответствии с заданием _____

Дипломная работа
и т.п.

Оглавление

После реферата следует оглавление. В нем возвращается заглавие глав и параграфов с указанием страниц. Пример (курс 1.3 интервал)

Введение (1–2 стр.)

Во введении нужно кратко (в несколько предложений) дать описание, перед работающими по данной тематике исследователями не специалистами языка. Обоснование проблемы, актуальной для данной науки. Подчеркнуть важность и актуальность проблемы, которая должна быть решена как для практических и теоретических задач сельскохозяйственного производства, так и для науки в целом.

1. Обзор литературы (10–15 стр.)

Описываются данные по основным вопросам и проблемам в данной области исследования.

На основе изучения литературных источников и личных наблюдений за ростом и развитием данной культуры дается характеристика ее биологических особенностей, и дается описание с точки зрения, как с ее, оптимальному режиму, требованию культуры к почве и предъявляемым ею требованиям к агротехнике, критическим периодам развития. Приводятся цитологические фазы развития.

Характеризуется современная технология возделывания культуры в Самарской области. При этом необходимо осветить следующие вопросы: 1) размещение культуры в севообороте; 2) место в системе обработки почвы; 3) система удобрений; 4) подготовка семян к посеву; 5) характеристика районированных сортов и гибридов в области; 6) сроки, нормы и глубина посева; 7) уход за посевами и своевременная уборка.

По обзору литературы по изучаемой теме, должно быть получено четкое представление о степени изученности вопроса, выявлено и твердо установлено, что осталось неясным, требует ли

ниеся и требует проверки и что осталось совершенно нерешенным.

При изучении литературы в первую очередь необходимо использовать периодические издания: журналы, научных сборниках статей, авторефераты диссертаций. Особое внимание следует уделять опубликованным трудам сотрудников Самарской ГСХА, Самарского НИИСХ им. Н.М. Тулайкова, Поволжского НИИМЭСХ им. П.Н. Конончихина.

В обзоре литературы нельзя допускать механического переписывания текста, а также использования устаревших данных, не имеющих научной ценности для данной работы.

Список использованной литературы, источников и приложения к нему оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ. Ссылки на использованную литературу в тексте работы обязательны.

2. Условия проведения исследований (5...7 стр.)

Одним из главных факторов, определяющих рост и развитие растений, является почвенно-климатическое условия. Знание этих условий дает возможность правильно подойти к подбору сортов, разработке оптимальной технологии возделывания культур, получению стабильных урожаев.

Характеристика почвенно-климатических условий должна быть дана по материалам метеорологической станции, в зоне действия которой проведены исследования, и по материалам Гидрометеослужбы страны.

2.1 Климат и почвы Самарской области

В разделе кратко характеризуются основные отличительные особенности климата Самарской области. Обязательно освещаются осадки: их достаточность, засушливость, неравномерность распределения по месяцам и годам и т.д. Описываются основные типы почв области и указывается их почвенно-климатические зоны. Описываются особенности зоны проведения исследований.

2.2 Температурный режим воздуха и его влияние на величину урожая. Вегетационный

Чтобы дать правильную оценку полученным результатам опыта, необходимо проанализировать метеорологические условия

сложившихся в ходе проведения исследований, в сравнении со средними многолетними показателями и установить влияние их на изучаемые культуры.

Для оценки влияния температурного режима на урожай целесообразно заполнить таблицу (пункт 3.4). При этом использовать данные, более приближенной к опытному участку метеостанции. Необходимо проанализировать показатели и сравнительную характеристику культур по влагообеспеченности и указать, в какой мере благоприятный температурный режим оказал влияние на прохождение фенологических фаз растений и развитие.

Следует помнить, что благоприятно для большинства сельскохозяйственных культур является интервал температур с положительными температурами выше 10° С и прекращение вегетации при температуре ниже 5°. В связи с этим важно знать сумму активных температур (сумму температур выше 10° С) за вегетацию. В Северной области эта сумма в зависимости от зоны составляет 2200 - 2400°. Обязательно указать даты наступления весны по весенним и первым осенним заморозкам и рассчитать безморозный период. При этом необходимо отметить силу заморозков на почве и в воздухе и объяснить какие культуры они повредили по посевам. Для ранних культур и скороспелых сортов продолжительность вегетационного периода при накоплении суммы температур через 5° составляет в переходе через эту температуру у них начинается использование вегетационных факторов жизни растений основные

2.3 Обеспеченность посевов ФАР. Расчет потенциального урожая по величине ФАР

Известно, что 90 - 95% всей биомассы растений составляют органические вещества, образующиеся в процессе фотосинтеза. Увеличение урожаев растений - это увеличение их продуктивности, способности накапливать на единице площади посевов больше органической массы. Одним из факторов, определяющих величину урожая, является фотосинтетически активная радиация (ФАР). Изучение закономерностей поглощения ФАР посевами сельскохозяйственных культур и использование ее в процессе фотосинтеза позволяет выявить резервы повышения урожайности. Для определения ФАР, приходящей на посевы определенной культуры, требуется установить фактическую продолжительность ве

гетационного периода и суммировать ФАР соответственного числа дней каждого месяца по формуле:

$$Q\text{фар} = \frac{\text{ФР} \times}{\text{Д}}$$

(1)

где: Qфар – приход ФАР за вегетационный период культуры, кДж/ $см^2$;

ФР – приход ФАР за месяц, кДж/ $см^2$;

Ч – фактическая продолжительность вегетации в месяце, дней;

Д – количество дней в месяце.

Приводим пример расчета ФАР за период вегетации ячменя по формуле (1). Период от всходов до созревания у него составил 85 дней (с 6.V по 31.VII). В данном случае ФАР (Q фар) за вегетацию ячменя составит:

$$Q\text{фар} = \frac{31,5 \times 25}{31} + 34,7 + 31,77 = 91,76 \frac{\text{кДж}}{}$$

Однако коэффициент использования ФАР (Кфар) посевами будет зависеть от многих причин: сорта, почвенного плодородия, влагообеспеченности, технологии возделывания и других факторов. Согласно данным А. А. Ничипоровича (1966), коэффициент использования ФАР обычных производственных посевов составляет 1,5...3% и рекордных – 3,5...5 %. Он установил, что наиболее высокие урожаи создают посевы, имеющие общую площадь листовой поверхности 40…50 тыс. $м^2$/га, поглощающие при этом максимум солнечной радиации.

Расчет потенциальной урожайности биомассы при заданном коэффициенте использования ФАР, оптимальном режиме метеорологических условий и высокой культуре земледелия рассчитывается по формуле:

$$Убиол = \frac{Qфар \times Кфар \times 10^4}{K}$$

(2)

где: Убиол – максимально возможная величина урожая абсолютно сухой массы, ц/га;

Q фар – приход ФАР за вегетационный период культуры, кДж/см^2;

К фар – коэффициент использования ФАР посевом, %;

К – калорийность единицы урожая (1 кг), кДж, (прил. 6);

10^4 – коэффициент перевода в абсолютные величины.

Пример:

Рассчитать потенциальную урожайность ячменя при использовании 2 % ФАР. По формуле (2).

Далее, исходя из соотношения зерна к соломе и стандартной влажности (прил. 6), необходимо рассчитать урожай зерна, пользуясь следующей формулой:

$$Уз = \frac{Убиол \times 100}{}$$

(3)

где: Уз – урожай зерна или какой-либо другой основной с.-х. продукции при стандартном содержании в ней влаги, ц/га;

В – стандартная влажность основной продукции, %;

Л – сумма частей в отношении основной и побочной продукции в общем урожае биомассы (например, при соотношении основной и побочной продукции 1: 1,4 Л = 2,4).

$$У_з = \frac{95{,}45 \times 100}{(100 - 14) \times 2{,}4} = 46{,}25 \frac{ц}{га}$$

Рассчитанный урожай зерна в 46,25 ц/га при использовании 2 % солнечной радиации, не следует считать предельным. Увеличивая коэффициент использования ФАР до 4…5 и более процентов, можно рассчитать максимальный урожай сельскохозяйственных культур. Однако такие урожаи можно получить лишь при оптимальном сочетании водного, пищевого и воздушного режимов. В связи с тем, что природно-климатические условия нашей страны весьма разнообразны, при программировании урожаев необходимо установить факторы ограничивающие рост продуктивности посевов для каждой почвенно-климатической зоны.

2.4. Режим влажности почвы, влагообеспеченность культуры. Расчет урожая по влагообеспеченности

В разделе необходимо подробно описать сложившийся режим влажности почвы в течении вегетационных периодов в годы проведения опытов в сопоставлении со средними многолетними показателями. Отдельно рассматриваются данные по влагообеспеченности растений по периодам, указываются запасы продуктивной влаги в почве к началу весенних полевых работ. Показатели, характеризующие режим влажности приводятся в виде таблиц (прил. 7,8,9). Анализируя эти данные особое внимание следует уделить на то, какое влияние они оказали на рост, развитие и продуктивность изучаемой культуры. При этом следует иметь в виду, что для ранних зерновых культур решающее значение при формировании урожая имеют осадки первой половины вегетации (май – июнь); пропашные культуры более эффективно используют осадки второй половины лета.

Насколько благоприятны запасы влаги для растений, устанавливают при расчете показателя влагообеспеченности культур по формуле:

(4)

где: Н – потребность м³/ч

Q – количество выделяемых вредностей, мг/ч

20 – среднегодовое количество вредных выделяющихся вещ-в, %;

100 – коэффициент кратности воздухообмена по вредности.

Пример

По среднегодовым данным на территории Канска ежегодно выпадает 110 мг осадков или 1100 м³/га (1 мг равен 10 м³/га) и 30 % от среднегодового количества осадков выпадает в виде снега. Определить потребность в воде для снегования по расчетам формулы (4)

= 1250 м³/га

Решение: зная среднегодовые количества осадков и потребность в воде, определяется потребность в воде для растений по следующей формуле:

$$W = H_1 - H \quad (5)$$

где W – количество недостающей воды, м³/га;

O_1 – годовое количество осадков, м³/га.

Н – потребность м³/га

Пример расчета по формуле (5):

W = 1100 – 1250 = 2650 м³/га.

Зная коэффициенты кратности воздухообмена для культуры (при 100 % влажности) можно рассчитать объем необходимой урожая. Коэффициенты кратности воздухообмена [illegible] по среднегодовым осадкам, нужно на

транспирацию и испарение, затрачиваемое на продуцирование единицы урожая.

Действительно возможный урожай по влагообеспеченности определяется по формуле:

(6)

где ДВУ – действительно возможный урожай сухой биомассы, т/га;

$K_в$ – коэффициент водопотребления культуры, м³/т;

W – запасы продуктивной влаги, м³/га

Таким образом, действительно возможный урожай в зоне Канска составит по формуле (6):

Часто более достоверные данные получаются, когда продуктивную влагу (W) рассчитывают как сумму запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы весной и эффективно используемых осадков за вегетационный период.

Итак, рассчитанный ранее максимальный урожай зерна ячменя 16,25 т/га по коэффициенту использования ФАР в зоне Канска в богарных условиях не может быть получен вследствие ограничивающего действия лимитирующего фактора – влагообеспеченности посевов.

3. Агротехника и методика исследований

3.1 Задачи, место проведения исследований, материал

В этой части курсовой работы указываются конкретные задачи и цель исследований, место расположения опытного участка, почва (хозяйство, участок ОПХ), номер и площадь севооборота. Затем описывается посевной материал: название культуры, сорта, его характеристика, кондиции, качество

3.2. Агротехника опытов

Кратко описывается агротехника проведения опытов с обоснованием, в случае отклонения от принятой агротехники.

3.3 Характеристика почв опытного участка. Расчет доз удобрений на запланированный урожай

Описать опытный участок (тип почвы, механический состав, содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, реакция почвенного раствора, содержание легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия). Необходимо указать так же водно-физические свойства почв (удельную массу, ППВ, плотность сложения пахотного слоя и др.).

Рассчитать дозы удобрений с запланированной урожайностью. При этом кроме уровня плодородия почв, агроном должен учитывать потребность растений в элементах питания, количество удобрений, внесенных под предшественников, вынесенный вместе с ними NPK с почвы и удобрений.

Дозы удобрений рассчитываются по формуле

(7)

где $Д$ – доза удобрений, кг/га д.в.;

$В$ – вынос элементов питания с урожаем, кг/т;

$П$ – содержание в почве доступного питательного вещества, мг/кг;

$Е$ – коэффициент использования питательных веществ из почвы (табл. 12);

$К$ – коэффициент использования питательных веществ из удобрений (табл. 12);

$С$ – содержание действующего вещества в удобрении, %.

Если одновременно используются минеральные и органические удобрения, то расчет доз минеральных удобрений делается по формуле

(8)

где: $Д_н$ – количество вносимого навоза, т/га;

$П_н$ – питательное вещество навоза, кг/га;

$К_н$ – коэффициент использования питательного вещества навоза.

Расчет начинают с определения выноса элементов минерального питания с запланированным урожаем. Примерный вынос элементов питания с урожаем сельскохозяйственных культур приведен в приложении 11.

Содержание в почве доступного питательного вещества (П) рассчитывается на основании почвенных картограмм. При этом показатель содержания питательных веществ в почве (в мг на 100 г) умножаем на 30, так как каждый мг элемента в 100 г почвы соответствует 30 кг его на 1 га.

В нашем примере требуется внести на гектар минеральных удобрений следующее количество по формуле (7):

=0,9 ц/га аммиачной селитры

$$Д = \frac{100 \times 35{,}0 - 225 \times 7}{20 \times 20} = 4{,}8$$

ц/га суперфосфата

ц/га калийной соли.

Данные расчета записывают в таблицу 2

Таблица 1 – Расчет доз удобрений на запланированную урожайность зерна 25 ц/га

Показатели	Элементы питания		
	N	P_2O_5	K_2O
Вынос урожаем с 1 га	50,5	14,1	37,4
Содержание в почве			
мг/кг почвы	2,1	1,5	15
кг/га	121	224	344
Коэффициент использования из почвы, %	20	5	7
Будет использовано из почвы, кг/га	24,2	11,2	24,1
Планируемая прибавка урожая	25	10,1	34,2
Коэффициент использования из удобрений, %	60	20	70
Доза внесения в N-P-K на планируемую прибавку урожая	91,1	14,5	21,1
Коэффициенты возврата	органические удобрения	минеральные удобрения	вся биомасса
Планируемое количество возвращаемых в почву, %	30	20	40
Доза внесения минеральных удобрений (кг/га)	0,0	0,0	0,0

Условия для расчета

Пример расчета минеральных и органических удобрений на планируемый урожай зерновой культуры:

Таблица 1 – Расчет доз удобрений на запланированный урожай зерновых культур 25 ц/га

Показатели	Элементы питания		
	N	P_2O_5	K_2O
Вынос урожаем с 1 га	144	7	100
Содержание в почве			

[illegible]	[illegible]	[illegible]	12
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Коэффициент использования из почвы, %	20	7	8
Будет использовано из почвы, кг/га	34,2	13,7	[illegible]
Внесено с органическими удобрениями [illegible]	15	[illegible]	[illegible]
Коэффициент использования из навоза, %	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Будет использовано из навоза, кг/га	45	24	[illegible]
Баланс NPK по почве и органическим удобрениям, кг/га	102	20,7	138,7
Требуется внести с туками, кг/га	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Коэффициент использования из туков, %	80	[illegible]	80
Доза внесения NPK с минеральными удобрениями, кг/га д.в.	124,7	67,7	[illegible]
Вид минерального удобрения	аммиачная селитра	суперфосфат двойной	калийная соль
Содержание действующего вещества в удобрении, %	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Количество минерального удобрения, ц/га	3,7	[illegible]	[illegible]

3.5. Схема и методика исследований

В данном разделе приводится схема опыта, указывается число вариантов, [illegible] делянок, повторность. [illegible] учетных площадок [illegible] выделяется контрольный вариант опыта. Затем студентом должны быть перечислены проводимые в опытах учеты, наблюдения и анализы: [illegible] густоты стояния растений [illegible] фенологические наблюдения, динамика прироста сухого вещества, учет площади листьев, урожая, анализ структуры урожая и т.д. и описаны методики их проведения.

4. Результаты исследований (12...15 стр.)

Прежде чем приступить к изложению материала, полученного в экспериментах, студенту необходимо обработать его, систематизировать, представить в виде [illegible] таблиц и рисунков (графи-

кос. диаграмм). Полевое агрохимическое табличное диаграмм свидетельствует о экологической продуктивности и прибыльности отдельных культур с определенных [illegible] При [illegible] полученных данных и выявлении [illegible] цифр таблиц, элементарным их сравнением. Необходимо сопоставлять экспериментальные данные с результатами исследований других авторов, подтверждая свои выводы или противопоставляя их.

На основе анализа информационного материала можно сделать [illegible] и дать составлению небольшое заключение.

4.1 Полнота всходов и сохранность растений

На основании полученных данных по густоте стояния растений [illegible] на время уборки и перед уборкой урожая необходимо определить полноту всходов, а также выживаемость растений, установить влияние почвенных факторов возделываемых культур на величину урожая [illegible]

4.2. Фенологические наблюдения и продолжительность межфазных периодов

Проанализировать влияние почвенных агрохимических показателей на [illegible] и продолжительность прохождения ими основных фенологических фаз развития [illegible] Определить межфазный период.

4.3 Динамика роста растений

По [illegible] прирост растений и [illegible] по фазам развития. Определить среднесуточный прирост в разных вариантах. В какие фазы отмечен наиболее интенсивный рост в высоту.

4.4 Влияние изучаемых агроприемов на увеличение листовой поверхности, чистой продуктивности фотосинтеза и прибавки сухого вещества

Рассмотреть и сделать [illegible] какое образование тот или иной агроприем оказывает влияние на [illegible] процессы, [illegible] сухого вещества по фазам развития и величину ее продуктивность растений. Рассчитать и [illegible] работе, влияние [illegible] на формирование листовой поверхности, как изменяется чистая продуктивность фотосинтеза по вариантам опыта. Установить, какой агро-

приемы способствуют увеличению эффективности поверхностного внесения фосфоритной муки.

4.5 Урожай и его структура

Урожайные данные перед их анализом обязательно подвергаются статистической обработке. Приведение вывода с контрольным вариантом опыта. Данные о биометрических показателях структуры урожая помещают в виде приложения к курсовой работе.

Выводы и предложения (1...1,5 стр.)

Выводы и предложения являются итогом проделанной работы, путем которой должны быть ответы на поставленные задачи. Формулируются они сжато, четко, в виде отдельных пронумерованных абзацев.

Библиографический список

На каждый источник должна быть ссылка в алфавитном порядке в тексте курсовой работы. Фамилии авторов располагают в алфавитном порядке. Список отечественных авторов дается первым. При ссылке на более трех авторов допускается указывать фамилию и инициалы только первого с добавлением слов «и другие». После названия и инициалов авторов указывается место издания работы, место издания, издательство, год издания. Допускается сокращение названия только двух городов: Москва - М., и Санкт-Петербург - СПб. Для журнальных статей после фамилии и инициалов авторов указывается название статьи, название журнала, год издания, том, номер издания, а для работ из сборников перед названием указывают номер тома или выпуска. В конце ставятся номера страниц, на которых помещена данная статья.

Примеры оформления списка литературы приведены в приложении 6.

Приложения

В приложение к курсовой работе помещают вспомогательный или дополнительный справочный материал, а также материалы, которые по отдельности не использованы в курсовой работе. Приводятся только те приложения, на которые имеются ссылки в тексте работы.

Если курсовая работа выполнена с использованием компьютерных технологий, следует указать используемое программное обеспечение, операционную систему, графические редакторы и т.д.

Задание (приложение 2)

Реферат (1 страница)

Краткая характеристика основного содержания работы: количество страниц, использованных источников, иллюстраций, таблиц, приложений, наличие графической части, ключевые слова, краткая характеристика объекта исследования, цель работы, полученные результаты, степень внедрения, область применения, экономическая эффективность или значимость работы, прогнозные предположения о развитии объекта исследования.

Курсовая работа содержит ___ страницы машинописного текста, включает ___ таблиц, ___ рисунков и ___ использованных источников.

Ключевые слова: _____

Сокращения, используемые в тексте: (например)

ЭВМ – электронно-вычислительная машина;

ПК – персональный компьютер;

ОЗУ – оперативное запоминающее устройство;

ВЗУ – внешнее запоминающее устройство;

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина;

ПО – программное обеспечение;

ЕПС – единая программная система.

В работе применялись _____

В результате исследования _____

Выполнены расчеты _____

и т.д.

Оглавление

Начало реферата следует оформлять с новой страницы. В нем последовательно перечисляются наименования всех разделов и подразделов работы, включая приложения. Начинается с введения и заканчивается перечислением литературы.

Введение (1,5...2 стр.)

Краткая характеристика народно-хозяйственного значения культуры и отрасли, в которой выполняется работа, ее целей, задач. Описывается современное состояние производства изучаемой культуры в стране, области, районе, конкретном хозяйстве. Указываются пути решения поставленных задач с помощью курсовой работы.

1. Исходные данные для составления курсовой работы (5...7 стр.)

1.1 Основные сведения о хозяйстве

Характеризуется специализация хозяйства, район расположения, удаленность от областного, районного центров, от ближайшей железнодорожной станции, от пунктов сдачи сельскохозяйственной продукции, размеры, специализация, землепользование, обеспеченность рабочими руками и механизмами, численность трудоспособных, урожайность и валовой сбор основных культур.

1.2. Природные условия. Метеорологические особенности вегетационного периода

Дается краткая характеристика природных условий по данным ближайшей метеорологической станции. Характеризуются типы почв, глубина пахотного горизонта, содержание гумуса, реакция почвенной среды и т. д. Описывается обеспеченность рельефа, выраженность эрозионных процессов.

Анализируются сведения о метеорологических условиях за последние три года и в том числе текущего вегетационного периода в сопоставлении со средними многолетними данными по осадкам, температурам воздуха и почвы, влажности почвы и другим (см. п. 3.4, 3.8, 3.9).

Следует указать, в какой степени природные условия данной зоны соответствуют успешному возделыванию данной культуры и сортов, районированных и рекомендуемых, какие неблагоприятные, экстремальные условия отмечались за годы изучения, урожайность.

1.3. Анализ отрасли полеводства

Показать специализацию, сложившуюся на предприятии в зависимости от природных, экономических и иных условий, какие изменения в ней произошли за последние три года (прил. 13). Рассмотреть севообороты, в которых возделывается изучаемая культура, как они освоены. Проанализировать урожайность основных культур в динамике (прил. 14) и определить тенденции ее изменения экспериментальной

косвенно о тесных различиях культурных от сходных многолетних и объяснить значение этих отношений.

Урожай с площади с разными культурами зависит от густоты растений. Поэтому определение числа растений при густоте их стояния имеет первостепенное производственное значение для высоких качеств почвы. В период полных всходов на опытных участках определяют густоту стояния растений на 0,25 м² в четырехкратной повторности. При ширине междурядий 15 см учет делается по двум смежным рядкам длиной 50 см (15 * 2 * 50 = 1500 см²). Необходимо рассчитать количество всходов на гектар площади и рассчитать средний процент всходов на 1 м², зная норму высева, вес 1000 штук семян. Полевая всхожесть семян в % от 1000 штук и количество всходов на 1 м² зависят от качества почвы, предпосевной обработки почвы, сорта, высева качества посевного материала и т. д.)

Густоту стояния растений определяют в период уборки. Определяют густоту стояния растений до начала уборочных работ. Цветов объявляют, в связи с чем произошло изреживание посева. Данные проведенных учетов записываются в таблицу.

3. Технология возделывания (15... 20 стр.)

3.1. Критический анализ существующей технологии возделывания культуры в хозяйстве

Дать общую агротехническую оценку предшественников рекомендуемой культуры.

Описать способы обработки почвы и применения удобрений под эту культуру в данном хозяйстве, сроки, способы, нормы, глубину посевов семян, применение в хозяйстве посевов по уходу за посевами, технологию проведения уборочных работ, подготовку урожая к хранению.

Таким образом, обоснование и выявление с использованием литературных данных рекомендации, передовым опытом выращивания, разработка технологии возделывания изучаемой культуры, приемы и операции, отмеченные по группам и сведены в сводную технологическую карту по культуре.

3.2. Агрономическое обоснование разработанной и рекомендуемой хозяйством технологии возделывания культуры

В этом главном разделе курсовой проект студент разрабатывает передовую прогрессивную ресурсосберегающую технологию возделывания культуры в конкретных природных и экономических условиях хозяйства. При этом используются новейшие достижения науки и практики АПК. Каждому агрономическому приему должно быть обоснование с необходимыми ссылками на литературные источники.

Вопросы данного раздела раскрываются в следующей последовательности:

• Расчет действительно возможного урожая по влагообеспеченности. Необходимо рассчитать действительно возможный урожай культурой по коэффициенту. Методика расчета с указанием обозначений для этого урожая указана на странице 21

• Место в севообороте. Определить и кратко охарактеризовать место данной культуры в севообороте. Перечислить лучшие предшественники.

• Основная и предпосевная обработка почвы. Произвести отгонку прироста запаса влаги за осенне-зимний период, рельеф полей, гранулометрический состав почвы, биологические особенности культуры, экономические, научно-исследовательских учреждений опыт передовых хозяйств и рекомендуемую систему основной обработки почвы. При этом указываются сроки проведения работ, глубина обработки, используемые машины и орудия.

• Удобрения. Используя методику, изложенную на страницах 19-21 и последовательность указаний, студент должен рассчитать дозы внесения удобрений на запланированный урожай культуры (доза основная и припосевная). Затем следует разработать и обосновать способы и сроки внесения удобрения, назвать те машины и технологии в хозяйстве и биологических особенностях культуры. Результаты разработок занести в таблицу .

Таблица 4 – Система удобрений

			Продолжение

Показатель	Единица измерения	Нормативное значение	Расчетное значение	1	2	...
Урожайность						
Форма клубня						
Выравненность						
Потребительские качества						
Товарность						

- **Подготовка семян к посеву.** Определяют качество посадочного материала: наличие и вирусное (или инфекционное) заражение, условия его вегетационного периода, устойчивость к болезням, вредителям, повышенная температура, повреждения, болезни, продуктивность, качество урожая.

Используя эти данные, обязательно отбирают для посадки семенной посадочный материал (клубни, луковицы, корневища, рассады, прививки, черенки, микроклубни или биотехнологические препараты и т.п.). Необходимо теоретически обосновать каждый прием с указанием требуемого применения, критериев отбора посадочного материала, указать нормативные значения и заполнить таблицу 5.

Таблица 5 – Мероприятия по подготовке семян к посеву

Перечень мероприятий	Материалы, инструменты	Способ работы	Затраты времени на выполнение работы, мин/чел	Дата проведения работы
Сортировка Протравливание Воздушно-тепловое воздействие Биотехнологическое воздействие Замачивание в растворах стимуляторов роста и т.п.				

- **Посев.** Правильный выбор лучших сортов основы – один из

важнейшее условий получения высокого и планированного урожая. Обоснованный оптимальный срок посева культуры в конкретную агрономическую зависимость от ряда природных факторов и почвы и начину посева, состояния почвенного и почвенного прогревания почвы и других факторов. При определении срока посева следует учитывать биологические особенности сорта, качество семян, степень засоренности полей, предшественник. Основой расчета норм высева является густота посева, масса 1000 семян и всхожесть семян. Густота посева характеризует количество растений, высеянных на 1 м². Норма высева должна полностью отвечать основным требованиям к посеву. Все агротехнические мероприятия заносим в таблицу 6.

Таблица 6 – Посев

Предшественник	Способ, срок посева	Норма высева, кг/га	Глубина заделки семян, см	Агротехнические требования к посеву

• Уходные работы. В ходе этих работ необходимо определить все приемы по уходу за посевами с применением химических средств борьбы с сорняками, вредителями и болезнями. Необходимо предложить культуры, подкормку посевов, полив, борьбу с вредителями, болезнями и другими вредными организмами и способы уборки урожая.

Определяем агрофон. Это почвенно-климатические условия, в которых будет расти и развиваться растение. Знание биологических особенностей культуры (быстрое или медленное развитие растений в первые фазы развития, отношение к различным видам вредителей и болезней и другие) позволяет правильно выбрать предшественник, который обеспечивает наименьшую засоренность посевов, уменьшает численность вредителей и болезней.

Необходимо выполнить требования к качеству работ по уходу и определить сроки и способы проведения каждого мероприятия. Данные заносим в таблицу 7.

Таблица 7 – Технологическая карта по уходу за посевами

Мероприятия по уходу	Цель проведения	Сроки проведения работ	Используемые средства	Требования к качеству

Таблица 3 – Уборка урожая

Вид работ	Объем работ	Сроки выполнения работ (начало и окончание)	Ответственный за выполнение работ

Пояснительная записка курсовой работы оформляется в соответствии с требованиями к оформлению текстовой документации.

Для определения оптимальной структуры рабочего капитала должна быть проанализирована каждая его составляющая.

Здесь приводится содержание и структура курсовой работы по предложенному варианту, а также краткое описание проделанной работы с использованием методических указаний.

Задание (Приложение 2)

Реферат (1 страница)

Краткое точное изложение содержания работы, включающее описание, цели и выводы, а также содержание приложения и результаты. Рекомендуемый объем текста реферата

Курсовая работа содержит ____ страницы машинописного текста, включает ____ таблиц, ____ рисунков и ____ использованных источников.

Ключевые слова:

Сокращения, использованные в тексте (например):

КГ – килограмм;

Т – тонна;

Га – гектар;

КПД – коэффициент полезного действия.

Наименование руководителя _____

В соответствии с заданием _____

Выполнение расчета
и т.д.

Оглавление

После реферата следует оглавление. В него включаются заголовки глав и параграфов с указанием страниц. Печатается через 1,5 интервала

Введение (1,5 – 2 стр.)

Здесь кратко излагается народнохозяйственное значение культуры, перспективность ее для производства, ее биологические особенности, приемы и условия выращивания, ее влияние на продуктивность полевой кормовой культуры и определяется цель на ближайшую перспективу.

1.Обзор литературы

1.1. Биологические особенности культуры

1.2.Технология возделывания изучаемой культуры

1.3. Влияние отдельных агроприемов на продуктивность культуры

В этом разделе освещаются материалы литературных данных, работ ученых и специалистов по возделыванию культуры. В качестве первого задания использовать данные периодической литературы

3. Разработка технологии возделывания культуры для получения максимальной урожайности. Ее экономическое обоснование

В этом разделе, который является главным в курсовом проекте, студент разрабатывает конкретную технологию возделывания изучаемой культуры с учетом ближайших агроприемов по результатам, принятым за отправные природные возможности поля. При этом используются новейшие достижения науки и передовой практики, при условии полной гибели семян и сорняков, внедрении удобрений и применении новых агроприемов

Особое внимание при разработке новой технологии следует уделить внедрению агротехнических приемов, способствующих снижению затрат труда возделывания культуры и получению более

решений с учетом биологической технологии возделывания. Каждый рекомендованный агроприем должен иметь агрономическое обоснование.

Все технологические операции должны быть направлены на обеспечение получения расчетного каждым студентом для конкретных условий действительно возможного урожая продукции культуры или урожая, рассчитанного по приходу ФАР для условий региона.

Основная и предпосевная обработка почвы. Принимая во внимание конкретные природные условия (тип почвы, степень эродированности, климатические условия), дать в севообороте вспашку и систему основной обработки культуры, рекомендации по применению специальных приспособлений (плуг-лущильник, плуг-рыхлитель и т.д.) для улучшения обработки почвы. При этом указывается срок проведения работ, глубина обработки, сельскохозяйственные машины и орудия.

Удобрения. На основании полученных результатов агрохимического обследования почв определить потребность в удобрениях под планируемую урожайность культуры, дать рекомендации по способам и срокам внесения удобрения, исходя из биологических особенностей культуры, а также вида удобрения. Указать нормы и способы внесения удобрений.

Подготовка семян к посеву. Дать описание подготовки семян к посеву (протравливание, инкрустирование, дражирование, обработка микроудобрениями или биологическими препаратами и т.д.).

Подготовка почвы к посеву. Обосновать срок посева, способ посева, норму высева, глубину заделки семян, агротехнические требования к посевным качествам семян, сроки и способы контроля качества посевного материала (чистота, сортовое, посевное качество и т.д.).

Посев. Подробный выбор пути достижения оптимального урожая по культуре по получению высокого и стабильного урожая.

Обосновывая оптимальный срок посева культуры в хозяйстве, студенту необходимо исходить из данных агрометеорологического

почве и зависимость эффективности применения почвы и других факторов.

По рекомендации научного руководителя студент выполняет опыты и самостоятельно изучает литературу по теме работы. Результаты опытов и наблюдений, предусмотренных планом работы, обрабатываются методами математической статистики. Полученные данные анализируются, делаются выводы и предложения производству.

Указания по выполнению. В этой части курсовой работы необходимо изучить все вопросы по уходу за посевами зерновых и технических культур, их биологические особенности, технологию возделывания, научную организацию труда, технику безопасности и охрану труда. Особое внимание уделить борьбе с сорняками, борьбе с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур и т.д. При этом необходимо отразить вопросы выбора средств механизации (марки машин, их устройство, принцип работы, правила эксплуатации и регулировки), подготовки машин к работе, способы устранения возможных неисправностей.

Указать возможность совмещения нескольких операций по уходу за посевами.

Основные мероприятия по уходу за посевами должны быть увязаны с особенностями культуры (фазами ее развития, ростом и развитием растений, реакцией на применение различных видов гербицидов и агрохимикатов и т.д.). Использование средств защиты растений, средств механизации, оборудования и других технических средств должно быть обосновано экономически.

Необходимо привести требования к качеству работ по уходу за посевами и дать агробиологическое обоснование каждого мероприятия.

Уборка урожая. При рассмотрении этого раздела необходимо изучить основные условия, влияющие на продолжительность вегетационного периода сорта, способы и сроки уборки. Описать технику, используемую на уборке, требования к качеству убираемых работ.

Выборка (объем 1-2 стр.)

Здесь студент должен кратко сформулировать рекомендации для получения планируемого урожая полевой культуры.

Приложение 1

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Оренбургский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра

Курсовая работа

Тема:

Выполнил

Студент

Группа

Научный руководитель

Дата защиты

Оценка

Приложение 1
Пример оформления титульного листа

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный аграрный университет»
Кафедра Технологического оборудования

ЗАДАНИЕ
на курсовую работу по дисциплине
Тема выполнения

Студенту

_____

Тема работы утверждена

Исходные данные к технической части курсовой работы прилагаются

Задание выдано «__» _____ 20__ г. Руководитель

Приложение 7

Приложение 4

Данные о среднемесячной и годовой температуре за тепловлажностный период

Город	Широта местности	Высота над уровнем моря, м		
Средняя температура воздуха, °С				
ЗП				

Приложение 5

Показатели климатических условий Самарской области

Районы	Средняя температура воздуха, °С	Районы	Средняя температура воздуха, °С
Алексеевский	5,02	Исаклинский	3,77
Безенчукский	3,91	Кинельский	23,35
Кинель-Черкасский	17,19	Кинель-Черкасский	2,82
Богатовский	20,1	Красноармейский	3,18
Красноармейский	21,1	Красноармейский	4,7
Красноармейский	21,7	Красноармейский	1,74
Волжский	21,1		

Приложение 6

Калорийность белковой составляющей культур, применяемых для изготовления кулинарной продукции

Культура	Количество белка в 100 г продукта, г	Количество белка в 1 порции, г	Количество порций, содержащих 1 г белка	Калорийность 1 порции блюда		
				цельного молока	обезжиренного молока	творога
Говядина тушеная	14	14,28	0,7	133,42	146,13	177,99
Говядина отварная	14	14,28	0,7	133,42	146,13	177,99
Яйцо куриное	12	14,28	0,8	115,02	126,55	153,47
Рыба тушеная	14	14,28	0,7	133,42	146,13	177,99
Печень	14	14,28	0,7	133,42	146,13	177,99
Сыр	14	14,28	0,7	133,42	146,13	177,99
Творог	14	14,28	0,7	133,42	146,13	177,99
Горошек	14	14,28	0,7	133,42	146,13	177,99
Фасоль	14	14,28	0,7	133,42	146,13	177,99
Какао	11	14,28	0,9	104,65	114,62	139,56
Шоколад	6	14,28	1,6	57,12	62,56	76,18
Макаронные изделия	11	14,28	0,9	104,65	114,62	139,56
Макаронные изделия	11	14,28	0,9	104,65	114,62	139,56
Картофель	2	14,28	7,1	19,03	20,84	25,37
Капуста белокочанная	2	14,28	7,1	19,03	20,84	25,37

Приложение 7

Сравнительный анализ фактического меню-раскладки

Наименование блюда	Органолептическая оценка			
	привлекательность	вкусовые		
		сладкий	соленый	кислый
Завтрак Обед				
Полдник Ужин				
Итого за день				
Среднее значение				

Плато			
Ч Ч			
Ухтомо Ивано			
Ч			
Ч			
Ухтомо			
Ленино			
Ч			
Ч Ухтомо			
Ухтомо Ч			
Ч Ухтомо			
Ухтомо Ленино			
Ленино Ленино			

Приложение № 5

Количество осадков по периодам, мм

Точка	Периоды		
	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Средняя многолетняя норма			
Ч1			
Ч1			
Ч1			

Приложение № 6

Запасы продуктивной влаги в почве к началу весенних полевых работ, мм

Годы	Продуктивная влага в слое почвы	
	0 – 20 см	0 – 20 см
Ухтомо-Ленинское Ч1…. Ч1….		
Ч1		

Приложение 10

Коэффициент водопотребления культур в условиях Самар-
ской области

Культуры	Зоны Самарской области			Среднее по области
	I	II	III	
Пшеница яровая	710 - 1030	727 - 1037	662 - 932	800 - 1030
Пшеница озимая	903 - 1153	968 - 1273	859 - 1249	900 - 1300
Ячмень	875 - 1125	1033 - 1167	747 - 1053	-
Овес	767 - 1167	1035 - 1217	705 - 1103	-
Просо	954 - 1201	1033 - 1217	843 - 1161	911 - 1051
Гречиха	711 - 1013	1171 - 1441	1041 - 1401	1101 - 1311
Горох	710 - 1010	1014 - 1344	1001 - 1301	1054 - 1317
Лен		1041 - 1075	1101 - 1271	1071 - 1241
Подсолнечник	1231 - 1477	1351 - 1621	1275 - 1530	
Кукуруза на зерно	-	1133 - 1600	849 - 1190	1001 - 1210
Кукуруза силосная	1101 - 1321	1276 - 1531	1102 - 1322	1171 - 1411
Кормовые корнеплоды	1331 - 1544	1331 - 1732	1254 - 1456	1341 - 1561
Однолетние травы	1111 - 1333	1331 - 1732	-	-

Примечание. Большему урожаю соответствует меньший ко-
эффициент, а меньшему урожаю - большой коэффициент.

Приложение 11

Вынос азота, фосфора и калия с урожаем сельскохозяйствен-
ных культур

Культура	Вынос элементов питания на 1 тонну основной продукции		
	азота	фосфора	калия
Озимая пшеница	30,0	11,5	27,5
Озимая рожь	30,0	12,0	28,0
Яровая пшеница	28,0	11,0	25,0
Ячмень	23,0	9,0	20,0
Овес	24,0	9,0	30,0
Просо	25,0	9,0	30,0
Гречиха	33,0	12,0	12,0
Горох	60,0	7,0	22,0
Вика	60,0	8,0	40
Лен	70,0	20,0	30,0

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Приложение 13

Коэффициенты использования растениями питательных веществ из почвы и удобрений, %

Культура	Азот	Фосфор	Калий
Почвы			
Зерновые, технические и кормовые культуры	50 – 55	5 – 10	50 – 60
Картофель	40 – 50	20 – 30	60 – 70
Минеральных удобрений			
Зерновые, технические и кормовые культуры	50 – 60	20 – 25	60 – 70
Картофель	60 – 70	25 – 30	70 – 80
Органических удобрений			
Зерновые и бобовые	25 – 30	10 – 15	20 – 25
корнеплоды	20	15 – 20	15 – 20
силос	10	10	10 – 15
Навоз подстилочный	20	–	50
Навоз полужидкий	20	10	50

Приложение 14

Структура посевных площадей в хозяйстве

Культура	200 г.		200 г.		200 г.	
	га	Сбор зерна с 1 га, ц	га	Сбор зерна с 1 га, ц	га	Сбор зерна с 1 га, ц

Приложение 14

Урожайность основных культур

Культура	Условия выращивания		
	200... г.	200 г.	200... г.

Приложение 15

Технологическая карта на выполнение работ по культивации почвы

Вид работ	Исполнители	Объем работы	Агротехнические и зоотехнические требования, предъявляемые к работе	Оптимальная дата агротехнического выполнения работ	Состав агрегата		Количество, шт.
					Трактор	Сельскохозяйственная машина, орудие	

Приложение 16

Примерная эффективность применения технологии возделывания

Культура

Область (край)

Белов, В. П. Оздоровление открытого грунта / В. П. Белов, П. А. Азаркин, П. М. Поль. – СПб. : Прометей, 2012. – 360 с.

Книга без авторов

Чуланова, В. А. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы и технологии / В. А. Чуланова, Е. Ю. Терехова, Г. В. Сидоров. – М. : Колос, 2009. – 670 с.

Книга с авторами

Шкаликов, М. Ю. Биологическая защита растений / М. Ю. Шкаликов, Ф. С.-М. Джаджия, И. В. Андреева, О. Г. Туликова. – М. : Колос, 2011. – 296 с.

Книга с авторами

Шкаликов, В. А. Защита растений от болезней / В. А. Шкаликов, О. О. Белошапкина, Л. Л. Бокарева [и др.]. – М. : Колос, 2011. – 248 с.

Статья в журнале (газете)

Говоров, Д. П. Основные грибные болезни земляники садовой и устойчивость к ним новых сортов и форм / В. Н. Говоров // Аграрный XXI. – 2008. – № 2–3. – С. 12–13.

Статья в сборнике (материалах)

Глухарь, В. В. Рост корней и урожайность фасоли в зависимости от способов и приемов основной обработки чернозема / В. В. Глухарь, А. П. Голосненко, П. А. Голосненко // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2005. – № 1. – С. 34–38.

Статья в журнале (газете)

Терехова, Е. Ю. Агроприемы, оптимизирующие фитосанитарное состояние посевов и параметры элементов структуры урожая гречихи посевной / Е. Ю. Терехова, В. А. Чуланова, А. Ф. Федоров, А. А. Кириченко // Аграрный XXI. – 2008. – № 7–8. – С. 30.

Статья в журнале (газете)

Ульянов, А. Н. Эффективность глубины вспашки почвы на

харной зоологии / А. Н. Уланов, В. Т. Семенов, П. О. Шестерова [и др.] // Агро XXI. – 2002. – №5. – С. 17

Статья в сборнике трудов конференции

Пшеничнов, В. А. Основные элементы современной биологической защиты растений / В. А. Пшеничнов // Биологическая защита растений – основа экологической безопасности АПК : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2003. – С. 9–11

Статья в сборнике трудов конференции

Бакланова, О. А. Мониторинг опасных болезней пшеницы в Нижнем Поволжье / О. А. Бакланова, Т. С. Маркелова // Научное обеспечение АПК : сб. материалов конф. – Саратов, 2013. – С. 147–149

Статья в сборнике трудов конференции

Маркелова, Т. С. Фитосанитарная оценка посевов пшеницы в Нижнем Поволжье в условиях биологизации земледелия / Т. С. Маркелова, О. В. Иванова, В. А. Пшеничнов, О. А. Бакланова // Высокотехнологичное растениеводство : сб. статей. – Саратов, 2013. – С. 161–165.

Статья в сборнике трудов конференции (более 4 авторов)

Аленькина, С. А. Оценка параметрического коэффициента различных по устойчивости свойств колосков пшеницы мягкой на сигнальные факторы корней предшественников / С. А. Аленькина, Л. П. [и др.], К. А. Трубачеева и др. // Научное обеспечение АПК : сб. материалов конф. – Саратов, 2013. – С. 142–145.

Документы

Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды [Федеральный закон РФ от 10.01.2002 г. №7-ФЗ] : принят 31.12.11 г.]

Стандарты

ГОСТ 33347 – 15. Оценка, нормы качества органической продукции растениеводства. Общие положения, термины и определения. – М. : Изд-во стандартов, 2015. – 32 с.

Электронные ресурсы

Официальный сайт Министерства сельского хозяйства и продовольствия Самарской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://msh-samara.ru/. – Загл. с экрана.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Российский государственный
сельскохозяйственная академия»

Кафедра «Растениеводство и селекция»

Л.В. Кононова, А.А. Васина

КОРМОПРОИЗВОДСТВО

Методические указания
по прохождению учебной практики
по кормопроизводству

Коломна
РИЦ ГСХА
20[illegible]

УДК 633.2.03 (075.32)
ББК 42.3 я 723
К-66

Кравченко Л. В.

К 66 Кормопроизводство : методические указания по прохождению учебной практики / Л. В. Кравченко, А. А. Ваганов. – Красноярск : РИО КрасГАУ, 2015. – 53 с.

Методические указания предназначены для организации и проведения учебной практики студентов по дисциплине «Кормопроизводство».

Издание предназначено для специалистов, обучающихся по направлению 35.03.07 «Агрономия».

Методические указания содержат задания для выполнения индивидуальных работ, список рекомендуемой учебной литературы, вопросы для самоконтроля.

© ФГБОУ ВПО «Красноярский ГАУ», 2015

© Кравченко Л. В., Ваганов А. А., 2015

Оглавление

	Стр
Предисловие	3
Тема 1. Проведение фенологических наблюдений за ходом вегетации многолетних трав	6
Тема 2. Основные симптомы и морфологические признаки болезней многолетних злаковых трав	8
Тема 3. Природные кормовые угодья, их классификация и характеристика	17
Тема 4. Биологические особенности кормовых растений и их ботаническая [illegible]	21
Словарь терминов	27
Рекомендуемая литература	29
Приложения	30

Практика

Учебная практика по дисциплине «Агрохимия с основами почвоведения» проводится на государственном языке ФГБОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия» на базе научно-исследовательской лаборатории «Агрохимия» кафедры растениеводства, селекции и земледелия ФГБОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия» (НИЛАХ) Самарского ГСХА.

Руководство по учебной практике осуществляется кафедрой, путем закрепления студентов за преподавателем кафедры, который руководит всеми этапами прохождения практики.

Целью учебной практики является закрепление и углубление полученных теоретических знаний по дисциплине «Агрохимия с основами почвоведения». Она дает возможность студентам ознакомиться с основными направлениями деятельности научно-исследовательской лаборатории «Агрохимия» кафедры растениеводства, селекции и земледелия ФГБОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия», а также с постановкой простейших полевых опытов, принять непосредственное участие в уборке зеленой массы и семян зерновых трав на научно-исследовательской лаборатории «Агрохимия» (НИЛАХ) Самарского ГСХА.

Задачами учебной практики являются:

- освоение навыков закладки, постановки и ведения полевых опытов;
- изучение различных технологий возделывания сельскохозяйственных культур;
- знакомство с основными биологическими, морфологическими, хозяйственно-ценными признаками, определяющими свойства растений и их отдельных органов;
- знакомство с современными методами исследований в области почвоведения и агрохимии.

Студенты на практике отрабатывают практические навыки исследовательской работы. В частности студенты изучают видовой состав растений на естественных и культурных лугах, определяют ботанический состав травостоя, учитывают урожай зеленой массы и семян трав. На примере изучения различных видов зерновых трав бобового и злакового растения изучают технологии возделывания

культивация культуры и заготовки кормов. Применяют участие в уборке кормовых культур.

Самостоятельной практической работы:

- определение главнейших видов многолетних злаковых луговых трав по послеуборочной массе, урожайности и ботанического состава (на производственных посевах), полевость.

- определение основных видов однолетних злаковых кормовых трав по послеуборочной массе, урожайности и ботанического состава (на производственных посевах), полевость.

- систематизированно и последовательно приобрести навыков уборки кормовых культур в кормоуборочном комбайне.

- ознакомление с технологическими операциями по заготовке сена ГОСТом (сено сеяных, злаковых, травяных лугов на производственных объектах).

- освоение массовых технологических операций возделывания кормовых культур (кукурузы, сахарной, кормовой, кормовых, лекарственных).

освоение операции посева (установка семян на заданную норму высева и контроль заданной семян, подбор оптимального материала, оценка качества посева по ГОСТу),

- умение использовать приобретенные знания, умений при изучении, обобщении трав, сделать и представить в обобщенном виде качество работ по ГОСТу.

- определение оптимального срока уборки культур на зеленую и сенажную массу, сено с соблюдением ГОСТа.

Учебная работа выполняется по бригадам по 3-4 человека и выполняет задание после объяснения преподавателя. По итогам оформляется соответствующий объект практики по защите кафедры или в производственных условиях хозяйства.

Методы применения практики в зависимости от вида практики — полевой, полевой, опытный — по технологии и методам. Используются методы выполнения задания практики в данном конкретном хозяйстве, которое закреплено бригадой.

В результате прохождения учебной практики обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения универсальных и профессиональных компетенций:

В результате прохождения учебной практики формируется следующие компетенции

ПУ-1 Способность

способность распознавать по морфологическому признаку наиболее распространенные в регионе сельскохозяйственные растения и сельскохозяйственные культуры, оценивать их физиологическое состояние и определять влияние различных факторов на изменение роста, развития и качества урожая.

готовность использовать агрохимические технологии и приемы применяемые в экологически безопасном производстве

- готовность применять технологии и приемы обработки почвы с учетом требований сельскохозяйственных культур при их размещении по территории земледельческого

- способность обосновать выбор сортов сельскохозяйственных культур в конкретных условиях региона, уровня и интенсификации земледелия с учетом требований к почве

готовность обеспечить технологии улучшения и рационального использования природных кормовых угодий, приготовление грубых и сочных кормов

Форма отчета - индивидуальный отчет и отчет. В процессе прохождения практики ведется дневник (Приложение 1). После прохождения практики составляется индивидуальный отчет (Приложение 2) в произвольной форме. По основании отчета и дневника руководителем по месту прохождения практики оценивается отчет, который вместе с дневником сдается

Тема 1. Проведение фенологических наблюдений на опытных однолетних и многолетних трав

Задание: Определить фенологические фазы растений.

Порядок выполнения задания.

Изучение фенологии и наблюдение отмечаются в дневнике фенологических фаз развития растений. Результаты оформляются в таблице 2.

Задание выполняется на опытном поле кафедры. Завершается работа проверкой правильности определения фенологических фаз развития растений и составлением отчета, который оформляется в виде реферата.

Основные сведения. В результате роста в течение вегетационного периода масса и объем отдельных частей растения неодинаково увеличиваются. Одновременно с ростом в организме растения происходят глубокие качественные изменения, то есть развиваются новые части растений, например листья, стебель, соцветия, плоды. Время появления новых органов растения называют наступлением очередной фенологической фазы развития растения. По наступлению той или иной фазы устанавливают сроки проведения различных агротехнических мероприятий, а так же сроки уборки растений на зеленые корма и семена. У растений разных ботанических групп и видов отмечаются свои неодинаковые фазы развития.

В первый год жизни у озимых трав отмечают фазы появления всходов, отрастания, выхода в трубку, колошения (у растений с коротким типом колоса) или выбрасывания (у растений с длинным типом колоса), цветения, созревания семян. У бобовых - появление всходов, ветвления, стеблевания (растения), бутонизации, цветения, плодоношения, побурения, созревания семян. Аналогичные, но не всегда одновременно по времени наступления фазы развития отмечаются у растений других ботанических групп. Но не всякое растение может пройти и первый год жизни и перейти в генеративную фазу. В зависимости от разных факторов (время посева, погодные условия, биологические

особенности растений и др. Указатели на первый год жизни могут служить одной из важных фаз

Например, ранне-отрастающие растения имеют те же фазы развития, что и в первый год, за исключением фазы всходов, вместо которой отмечают фазу весеннего отрастания. Продолжительность фазы весеннего отрастания характеризуется появлением первых побегов, которые начинают расти, когда среднесуточная температура устанавливается на уровне 4-5°С. Признаком наступления соответствующих фенологических фаз у многолетних и однолетних трав служат всходы. Фаза образования характеризуется появлением первых цветков. Для фазы цветения характерно массовое появление цветков. К этой фазе относят период от открытия единичных цветков до окончания цветения, в это время растения готовятся к зимовке, происходит закалка.

Фазу цветения и продолжительность каждого этапа определяют по числу дней, прошедших от всходов до

Таблица 1

Фенологические фазы растений

Культура	Дата наблюдения фаз развития			

Вопросы для самоконтроля

1. Какие фазы отмечают в первый год жизни у озимых трав?
2. Какие фазы отмечают в первый год жизни у бобовых трав?
3. Какие фазы отмечают в год пользования у озимых и яровых трав?
4. Какова особенность определения фазы кущения травостоя на пастбищных угодьях?
5. Какие фазы развития растений обычно отмечают в поливной зоне?
6. Какие фазы развития растений соответствуют пастбищной спелости?

Тема 2. Ознакомление с морфологическими, биологическими и экологическими свойствами растений сенокосов и пастбищ

Задание 1. Определение основных видов злаковых и бобовых трав по вегетативным признакам и нецветущим растениям (в вегетационном состоянии).

<u>Порядок выполнения задания.</u> Для правильного определения злаковых трав в нецветущем состоянии необходимо знать особенности морфологического строения вегетативных органов. При этом обращают внимание на следующие признаки: а) тип кущения; б) листосложение (складчатое, свернутое), в) влагалище листа (замкнутое, открытое, волосистое, гладкое, опушенное, плотное, неплотное); г) поверхность листа (матовая, глянцевая, опушенная, шероховатая, ребристая и т.д.); д) особенность основания листа (с ушками, без ушек), е) форма и размер язычка в основании пластинки листа, ж) особенность основания стебля (окраска, наличие узла кущения в виде луковички и др.).

После знакомства с морфологическими особенностями растений приступают к сбору и определению видов злаковых и бобовых трав, встречающихся на сенокосах и пастбищах.

Занятия проводятся на коллекционном питомнике кафедры. По таблицам 3, 4, 5 студенты определяют виды трав и кладут этикетку на определенное растение. Распределяют растения по продолжительности жизни, темпам роста и развития (табл. 6).

Завершается занятие проверкой правильности определения растений и контрольным определением 4-5 растений, предложенных преподавателем.

<u>Обратите внимание.</u> Растения следует [illegible] по хозяйственно-ботаническим группам растений: злаки, бобовые, осоки, разнотравье, а также самостоятельно выделенная группа: вредные и ядовитые.

Отношение растений к условиям увлажнения, экологические типы.

Мезофиты - растения, произрастающие в течение всего вегетационного периода (или большую часть его) в условиях умеренного увлажнения. Живут в среднем до 10-15 лет и более. Листья нежные, широкие (0,3–0,5 см).

Ксерофиты – растут в условиях недостатка влаги. Живут в среднем до 3-5 лет. Различают два типа ксерофитов: склерофиты и суккуленты.

Склерофиты - более или менее сухие растения, имеющие листья узкие, свернутые, уплощенные, сильно опушенные или покрытые восковым налетом, а также погруженные в ткани.

Суккуленты – это сочные жизненные растения. Во влажные сезоны тела этих растений накапливают в своих стеблях и листьях большое количество воды и затем расходуют ее экономно во время засухи.

Полуксерофиты – растут в условиях недостаточного увлажнения, имеют и признаки листа.

Гидрофиты - водные растения.

Мезоксерофиты промежуточная группа - живут в условиях недостаточного, сильного или кратковременного увлажнения, имеют признаки и ксерофитов.

По *типу обмена веществ* бывают: С3-растения, С4-растения, САМ-растения.

У *однолетних растений* листья распределяются более или менее равномерно по всей длине стебля. В кусте преобладают удлиненные пластинчатые и пластинчато-лопастные побеги.

У *злаковых растений* основная масса листьев расположена у основания побегов (розеточные). В кусте преобладают укороченные и удлиненные черешковые побеги.

Листья пищевых злаковых трав (по В. Г. Васильеву)

Различают *влагалищные* (расположенные в пластинчатые язычки. Ушковидные язычки имеют несколько разновидностей. Ушковидные формы имеют одно отличие: находятся не под

0,5-2,0 см и более. Основания побегов утолщенные. У злаковых злаков одно семядольное междоузлие длиной 0,1-0,3 см. Основания побегов утолщенные.

Задание 2. Ознакомиться с признаками ксероморфности надземных органов, их расположением и полезными свойствами.

На основании изучения морфологических признаков (см. выше) и знакомства с некоторыми биологическими и экологическими особенностями растений и их органов заполнить таблицы 7, 8, 9.

Задание 3. Определение пригодности ядовитых растений в пищевых целях.

Общие сведения. Не природные условия создают дикорастущих растений загрязнения вредных и ядовитых. Причиной отравлений является ядовитое вещество, содержащееся в растениях. Многие ядовитые растения широко используются в медицине и ветеринарии для лечебных целей.

Вкусовые качества зрелых и ядовитых растений зачастую совпадают или сходны плохо по запаху, вкусу и другим признакам.

К вредным относятся такие растения, которые оказывают вредное физиологическое воздействие, вызывая заболевание животных и иногда приводят к их гибели. В России насчитывается около 60 вредных растений, но истинное число их еще не выяснено. Это лютики, ломонос, ядовитый клевер, дурнишник колючий, белена, цветистый, полевой горицвет, дикие луки, ирисы, полевая и другие. Длительно используются такие растения, которые вызывают изменение деятельности органов животного, а при сильных отравлениях приводят к гибели. Некоторые растения вызывают очень

молодых животных, которые хуже различают ядовитые травы и поэтому чаще отравляются. Это авария лекарственный, беременности осенний, более черная болезнью пятнистый, век ядовитый, зеркальный плод. Цветы пятна головка, ландыш майский, осенний и др.

Порядок выполнения задания. После знакомства с морфологическими особенностями растений приступают к сбору и определению видов простых и ядовитых трав, встречающихся в окрестностях школы.

Занятие проводится на различных видах со сложенных горизонтальных уклонов. Студенты с помощью преподавателя и используя определительные растения

Таблица 1

Определение культурных многолетних злаков по ветвлению побегов

Ветвление побегов					
Корневищные злаковые растения		Корневищно-кистевые злаковые растения			
Побеги с укороченными междоузлиями, расположенными [illegible]	Побеги с удлиненными междоузлиями, расположенными [illegible]	Побеги с укороченными и удлиненными междоузлиями, расположенными [illegible]	Стебли прямостоячие, [illegible]	Укороченные побеги расположены [illegible]	Побеги [illegible]
Пример: [illegible]	Пример: [illegible]	Пример: [illegible]	Пример: [illegible]	Пример: [illegible]	Пример: [illegible]

Таблица 4

[illegible]

[illegible]

[illegible]		[illegible]						
[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]		[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]		[illegible]			
			[illegible]		[illegible]			
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Исходные данные		Измерения						Расчет	

Таблица 2

Продолжительность жизни основных типов растений

Группа растений	Средняя продолжительность жизни	Максимальная продолжительность жизни	Пример растений
Однолетние	1 год	1 год	Эфемеры, яровые культуры
Двулетние	2 года	2 года	Свекла, капуста
Многолетние	3 года	3 года	Плодовые деревья, ягодные кустарники
Среднелетние	5 лет	5–8 лет	Некоторые хвойные, виноград
Долголетние	10 и более лет	20 лет	Кедровый стланик, секвойя, многие хвойные

Знание продолжительности жизни растений имеет большое значение при выращивании растений и контролируемом определении для растений, представляющих производственную.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие типы растений выделяют по характеру и биологическому циклу развития? Какой вид растений, по вашему мнению, является наиболее распространенным в природе растительного покрова почвы?

2. Перечислите виды распространения многолетних плодовых культур и Самарской области и дайте им краткую оценку.

3. Как отношение многолетних бобовых растений к водному режиму, урожаю и качеству почвы. Способному ли это влиять на режим?

4. Что такое многолетние злаковые бобовые растения и называют?

5. Перечислите распространенные виды растений Самарской области, дайте им характеристику.

6. Дайте определение и назовите представителей многолетних злаковых растений.

7. Какие растения называются однолетними и почему? Приведите примеры.

Таблица 7

Биологические особенности культурных многолетних злаков

№ п/п	Название	Ценность культуры	Тип культуры	Тип побегообразования	Длина вегетации	Засухоустойчивость	Устойчивость к заморозкам	Отношение

Таблица 8

Экологическая особенность, отличающая многолетние злаковые культурные растительные ценозы

Название злаков	Отношение к влажности почвы	Отношение к плодородию почвы	Отношение к солевому режиму
1	2	3	4

Таблица 9

Морфологическое описание растений многолетних злаковых культурных растительных ценозов

№ п/п	Название растения	Характер стебля	Высота стебля	Окраска цветков	Длина листа	Опушенность	Отношение к влажности почвы	Устойчивость к засухе	Холодостойкость
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Тема 3. **Природные кормовые угодья, их классификация и инвентаризация**

Задание 1. Ознакомиться с классификацией кормовых растений.

Оборудование и материалы. Существуют два направления в классификации: флороценотическое (геоботаническое) и фитоценотическое (по Дагису, Уэстхуфу и Вестерхейдену). Впервые принципы флористической классификации были изложены К. Р. Кипиани. Позднее эти принципы были положены в основу классификации А. М. Дагиса (табл. 10)

Таблица 10

Классификация пустошей по Дагису А.М.

Класс	Группа	Наименование группы
Луга холодных зон		
I	Луга гипоксильные	
	1	Суходольные
	2	Пойменные
II	Луга долинные	
		эпигипротемпературные
	2	Долинные гипотемпературные
	1	Эпигипрофильные гипотемпературные
Луга холодных зон		
I	Материковые гипотемпературные	
	2	Обычные луга гипотемпературного строения Степные гипотемпературные луга
II	Луга гипотемпературного пояса	
III	эпигипротемпературные Долинные гипотемпературные	
	1	Эпигипрофильные гипотемпературные

Растения отличаются друг от друга по типу корневой системы: по первостепенным анатомическим признакам, по строению стебля.

Также кормовые угодья подразделяются с учетом конкретных условий местообитания и растительности.

Лабораторные занятия проводятся в виде практикумов, выполняемых по культурно-экологическому состоянию (в общем и отдельно взятому природному) в течение всего периода работы студентов. Умение использовать полученные знания, умения и навыки для последующего использования в своей профессиональной деятельности.

Задание 2. Проведите мониторинг природных условий экосистемы.

Мониторинговую программу составляют качественный и количественный учет природных и социальных факторов и систем.

Порядок выполнения задания. В целях проведения мониторинга природных ресурсов и экологического состояния окружающей среды, а также проведения мероприятий по их улучшению следует в каждом хозяйстве провести учет всех площадей земельных и пастбищ и дать им качественную оценку.

Перед началом проведения студенческой группы разбиваются на звенья в зависимости от числа учащихся, выбирается общий план и два способа изучения их состояния, составляется маршрут (культурно-технический, по экологическому состоянию почвы, растительности).

Группа студентов разбивается на звенья по 4-5 человек. Каждому звену определяется общий план маршрута и два способа изучения участка (маршрут, которое звено должно обследовать и описать).

Для этого рассматривают план землепользования хозяйства и на местности определяют границы участка, отведенного для изучения, маршрута.

Внутри этого участка студент должен выбрать такой определенный вид обследования (почва, растительность, определяя урожайность, культурно-экологическое состояние).

На основании изученной литературы студент должен составить отчет и сделать доклад по итогам. Нужно изучить определенный вид состав растительности, его растения, находящиеся в таком экологическом состоянии. Необходимо перечислить как культивируемые, так и дикорастущие растения, произрастающие на территории, определить их принадлежность к семейству. Описание по группам, назвать ученую группу растений, их общее количественное группы и дать полную растительную группировку.

ю, вставая на пильники место это лесообразующую породу деревья. Например, если в таежном древостое хвои, то рекомендуется группу группу древостоя с преобладанием хвойных пород размещать сплошь.

Инвентаризация описи пригодных лесных угодий включает:

1. Местоположение участка.
2. Номер контура на плане.
3. Площадь, га.
4. Цифровая (по экономическому) оценка.
5. Фактическое использование.
6. Разряд.
7. Почвенно-геологическая характеристика (глубина грунтовых вод, гранулометрический состав).
8. Древесина (насаждение, сомкнутость).
9. Условия возобновления.
10. Рубки, проведенные в группе и вокруг нее в течение последних 10 лет.
11. Оценка.
12. Хозяйственное состояние. Древесно-кустарниковая растительность: Загрязненность, %. Захламленность, %. Высота м/с, см. Диаметр см. Количество, шт/га. Наименование пород.
13. Удаление с площади, куб.м.
14. Рекомендуемое мероприятие по улучшению. Устойчивость древостоя на каждом участке должна определяться числом выделов, имеющих в каждом из них. Выделы с неустойчивостью 1-3 баллами или 1-2 от пригодности всей массы в зависимости от типа леса и фазы развития доминирующих видов деревьев.

Результаты записывают по вышеприведенным данным (табл. 11, 12)

Таблица 11

Определение пригодности участка к посадкам (м²)

Вид растительности	1	2	3	4	Всего га
Сосна					
Ель					

Категория пригодности для лесохозяйственных групп приведена в таблице 12.

Таблица 12

Хозяйственно-биологические группы

Хозяйственно-биологические группы	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Итого
Вес, г					
Процентное отношение, %					

По мощности дернина бывает слабой (толщина до 6 см), средней (6-12 см) и мощной (свыше 12 см).

Пункт 11 (тип луга) заполняют после определения рельефа участка, почвы, условий увлажнения, группового состава растительности [illegible].

При оценке культуртехнического состояния луга отмечают заросленность (приблизительное количество деревьев на 1 га, породы, диаметр стволов), закустаренность (процент покрытия площади кустарниковой растительностью [illegible]), [illegible] на 1 га [illegible], закочкаренность (процент покрытой площади кочками, их происхождение, высота, диаметр), закамененность (объем на 1 га), состояние поверхности (наличие западин, воронок, канав) и другие особенности участка.

На основании всех полученных данных и хозяйственных особенностей участка студенты определяют его состояние (хорошее, удовлетворительное или плохое) и намечают мероприятия поверхностного или коренного улучшения с целью повышения его продуктивности.

[illegible]

Вопросы для самоконтроля

1. [illegible]
2. [illegible]
3. Как заполняется инвентарная опись?
4. Как определить принадлежность трав к хозяйственно-биологическим группам?
5. [illegible]

Тема 4. Знакомство со способами заготовки кормов и с их соответствием ГОСТу

Занятие. Ознакомление с массовыми кормами заготовленными методом сена, сенажа, силоса и зерносенажа и их соответствием ГОСТу.

Подготовка к занятию. В соответствии с требованиями ГОСТа при заготовке сена учитывается и влажность сеяного трава должна быть не более 22% на начало сенокошения. Обязательно в срок полной экспозиции, но не позднее массового цветения. Травостои, содержащие более 15% сорняков, сеном не пригодны для скармливания.

Кипрей узколистный убирают на сено, начиная с 5-7 см и до использования свежих отпочкований трав в первый год жизни и в следующий год на семена 7-9 см.

При благоприятных условиях для сушки бобовых трав и бобово-злаковых смесей скашивают в оптимальные сроки, в полуденное время.

Высокоурожайные свыше 150 ц/га зеленой массы, полегшие, перепутанные травостои скашивают ротационными косилками КРН-2,1А и КПРН-3,0А.

Начинают уборку при скорости подсыхания верхнего слоя через 2-3 часа после скашивания, заканчивают через 24 часа.

При сохранении влажности бобовых трав до 55-60% и злаковых до 50-55% массу плотно укладывают в валки и досушивают до влажности, удовлетворяющей выбранной технологии и способу хранения.

От влажности убранной массы при уборке на сенаж зависит качество заготавливаемого корма. ГОСТ предусматривает содержание масляной кислоты не более 1% в сенаже 10-35%, в силосе 30-35%, в прессованном корме 8-12%. При этой влажности корм успевает не только интенсивно консервироваться, но и хорошо прессуется.

Влажность скошенной массы должна быть такой, чтобы своевременно приступить к последующим технологическим операциям. Это особенно важно при заготовке сена и сенажа (табл. 14).

Влажность и сырой вес убранной массы зависят от погодных условий, при которых проходит уборка, и

заполнять в описаниях признаков и записывают полностью в форме, приведенной в табл. 14.

Таблица 14

Шкала для оценки степени развития признака

Значение числа, %	Признак
1–20	Очень слабое, едва заметное развитие
21–40	Слабое развитие признака, в сравнении с другими признаками данного растения
41–60	Среднее развитие признака, в сравнении с другими признаками данного растения
61–80	Сильное развитие признака, в сравнении с другими признаками данного растения
81–100	Очень сильное развитие признака, в сравнении с другими признаками данного растения

Для описания растения используют признаки, которые можно определить, опираясь на одну, две или несколько единиц измерения, описанных в табл. 7–13.

При описании растения используют свой и полученный опытным путем материал. Если признак растения не описан в данных методических указаниях, его описание составляют по аналогии с описанными признаками.

При затяжной ненастной погоде сено досушивают с использованием воздухонагревателей. Сено считается высушенным, если через [illegible] при выключении вентиляторов на 30-40 мин не обнаруживается выходящий поток теплого воздуха.

При закладке прессованного сена [illegible] прессуют при влажности 20-22% и плотности не более 150 кг/м³ в [illegible] и 180 кг/м³ в степной зоне.

При закладке прессованного сена с досушиванием активным вентилированием тюки прессуют в таких при влажности 25-30% в [illegible] зоне и 30-35% в [illegible] при плотности 110-130 кг/м³. Досушку сена с использованием [illegible] установок начинают, когда слой тюков уложен в четыре яруса, а с использованием [illegible] – когда слой тюков превысит воздухораспределительную систему на 1,1-1,5 м. Длина штабеля должна быть не более 20 м, ширина 5-7,5 м, высота 6-7 м.

При производстве травяной муки и брикетов используют сырьё из свежескошенной травы. Для рассыпной и брикетированной резки допускается использование сырья, провяленного до влажности 55%. [illegible]

Продолжительность [illegible] до поступления в сушильный агрегат не должна превышать трех часов.

Температурный режим [illegible] сушильных барабанов должен соответствовать [illegible] агрегатов.

Температура травяной муки на выходе из сушильного барабана должна быть не выше 65°С, гранул 50°С, брикетов 70°С.

Помещения для хранения травяных искусственно высушенных кормов должны быть [illegible] не более чем на 5°С.

При хранении мешки с травяной мукой укладывают на поддоны по два мешка в ряд в штабеля прямоугольной формы высотой до 2 м. Проходы между [illegible] должны быть 0,8-1 м, между штабелем и стеной не менее 0,7 м, проходы для погрузочно-разгрузочных работ 1,25 м.

Для получения сенажа скашивают посевы многолетних и однолетних бобовых и злаковых трав и их смесей в ранние фазы. Многолетние бобовые травы скашивают в фазе бутонизации, но не позднее начала цветения, однолетние бобовые — не позднее фазы образования бобов в двух-трех нижних ярусах, злаковые — в конце фазы выхода в трубку, но не позднее начала колошения.

Траву скашивают косилками-плющилками с таким расчетом, чтобы не допускать загрязнения массы землей. Линейная плотность массы свежескошенной травы в валке не должна превышать 10-12 кг/м, ширина валка 1,2-5 м, высота среза растений 5-7 см.

Подвяливание проводят при благоприятной погоде.

Массу подбирают подборщиком с одновременным измельчением до 2-3 см и погрузкой при влажности 45-55 %.

Разгружают массу на площадке с твердым покрытием и торцовой стороны траншеи или башни.

[illegible] Контроль [illegible] температуры массы. При [illegible] температуры более 37°С трамбовку усиливают.

Длительность загрузки хранилища не должна превышать трех-четырех дней.

После окончания [illegible] утрамбованную и выровненную по поверхности [illegible] массу [illegible] полиэтиленовой пленкой. Полотнище должно быть на 1,5-2 м больше длины и ширины укрываемой поверхности корма. Пленку засыпают [illegible]

[illegible] производится из зеленой массы свежескошенных или провяленных растений, убранных в оптимальные фазы вегетации (таблица 14).

Высота скашивания для высокостебельных культур — не более 12 см, травянистых растений 5-7 см.

Длина резки растений (кроме кукурузы в фазе восковой спелости зерна) при влажности 70% и ниже составляет 20 мм, при влажности 71-75% — до 40 мм, выше 75% — до 50 мм. [illegible]

Для [illegible] траншей [illegible] зеленой массой [illegible] слоем 40-50 см.

Светлосерую лесную среднесуглинистую и легкоглинистую среднемощную и среднемощную на карбонатных породах, 3) дерново-подзолистую слабоглеевую среднесуглинистую и легкоглинистую, на которых можно выращивать и легкопереносящие культуры.

Для определения зеленой массы культуры, скошенной в другие кормопитательные растения, выделяется выше 75% для питания скота и вычисления потребности в кормах культуры, добавляется в общую площадь.

В верхний слой толщиной 20-40 см для лучшего улучшения и уменьшения поступления воздуха в силосную массу сахар на добавки.

Укрытие пленкой производят так же, как и полиэтиленовой пленкой поступлению воздуха. Пристают с запасом укрывают поверх пленки расчетной соломой слоем 20-60 см или засыпанной в один лист для предотвращения проветривания.

Для защиты от повреждения грызунами (мыши серые и крысы) и птицами применяют ядовитые приманки.

Порядок выполнения занятия. Знакомятся студентов с хранилищами. Затем силосование зеленой массы кукурузы проводится на основе производственных условиях, при этом убирают кормовую культуру и силосуют в траншее.

При изучении технологии приготовления силосной массы собираются необходимые сведения о времени и качестве скашивания кормовых культур, об очередности скашивания и полива, последовательности при загрузке разных видов культур. Полученные сведения оформляются в виде табл. 17.

Таблица 17

Технологические схемы силосования кормов

Культура	Технологическая схема производственных операций	Управление качеством на каждой технологической операции

В заключение студенты проводят анализ работы и делают выводы о своей работе, выявляют недостатки и причины, мешающие успешно выполнить задание.

Вопросы для самоконтроля

1. От чего зависит [illegible]?
2. Чем будет отличаться сеть, убранное с естественных и культурных экосистем?
3. Какой основной фактор сети препятствует дрейфу трихоптер?
4. Из каких растений [illegible]?
5. Из каких растений изготавливают сеть?
6. Основной способ заготовки основы.
7. Какие культуры подходят [illegible]?
8. [illegible]
9. Что делают, чтобы изменить плотность [illegible]?
10. В каких фазах убирают культуру на сено?

Словарь терминов (глоссарий)

1. *Агрохимия* – наука о химической природе физиологических процессов растительного организма, о химическом составе почвы и растений, о химических свойствах удобрений, о влиянии удобрений на урожай и качество продукции.

2. *Агроэкологическая группировка* – (агро – поле, пашня, био – жизнь, эко – дом, жилище, ценоз – сообщество) – это группировка культурных растений по их требованиям к условиям произрастания.

3. *Биология почв* – совокупность растений и животных организмов (животных, микроорганизмов).

4. *Биологическая активность* – совокупность реакций, идущих с участием живых организмов и ферментов, выделяемых ими.

5. *Кормовые угодья* – это сенокосы и пастбища.

6. *Группа почвообразующих пород* – единица классификации. Представляет собой совокупность почв, объединяемых по их генетическим признакам. Различаются по гранулометрическому составу или степени засоления почв и характеризуются близкими растительными сообществами и характерными для них условиями, при которых возникают специфические признаки и свойства.

7. *Пастбище* – участок земли, покрытый травянистой растительностью, используемый для выпаса скота.

8. *Почвенно-климатическая зона* – высшая таксономическая единица районирования, которая объединяет в пределах природной зоны земельные участки по общности их почвенных, геоморфологических, почвенных условий, растительного покрова.

9. *Агроэкологическая оценка* – это оценка способов и пастбищ по наличию растений, почв, линий, видов, сортов, гибридов и других растений с целью их использования.

10. *Луга* – земельный участок, покрытый естественной растительностью сообщества органического (животного) и растительного мира.

11. *Агрофизические свойства почвенного покрова* – совокупность свойств, отражающих физические процессы, происходящие в почвенном покрове, влияющие на плодородие.

12. Подсистема природных условий – природно-географическая система, объединяющая природные компоненты, условия, сходные по режиму, степени увлажнения, типу почв и гранулометрическому составу, плодородию

13. Ряд коренного типа – сравнительно мелкая таксономическая единица классификации. Характеризуется однородностью почвообразующих условий (одинаковыми условиями увлажнения, условиями водно-воздушного режима и составом растительности) по доминантам (субдоминантам и растениям индикаторам), занимающим различающиеся по особенностям почвообразования, местообитания.

14 Фитоценоз – (фитос – растение + коинос – общий) сообщество растений, обитающих на одном участке земной поверхности, с тесно или свободно взаимосвязанными между собой, так и с условиями обитания и поэтому оказывающими влияние друг на друга, растений

15 Фитоценотическая популяция – совокупность растений, которая характеризуется по классу полноты древостоя в сходных условиях местообитания лесной зоны под влиянием рельефа, типа почв, грунтового водного режима, условий увлажнения и т.д.

16 Фитоценотическая микрогруппа – элементарная группа растений, которая характеризуется однородностью видового состава и строения фитоценоза (составляющие виды растений, которые легко по внешним ботаническим и жизненно-морфологическим признакам объединяются в одну группу, группы различаются, соответственно, по видовому составу и т.д.)

Рекомендуемая литература

1. Уваров Г. И. Кормопроизводство. – М. : ИЦ «ЛКБ КНИГОЛЮБ», 2004. – 240 с.

2. Шпаков Б. Б. Пастбищное хозяйство : учеб. пособие / Б. Б. Шпаков, А. А. Шпаков. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2011. – 154 с.

3. Растениеводство : [учеб. для вузов] / Н. Г. Васильев [и др.]. – Самара : РИЦ СГСХА, 2009. – 528 с.

4. Васильев, Г. В. Дифференциация растений сенокосов и пастбищ Среднего Поволжья : [монография] / Г. В. Васильев, А. А. Васильев. – Самара : РИЦ СГСХА, 2011. – 401 с.

5. Подобедов, С. П. Практикум по кормопроизводству с основами экспертного контроля кормов. – М. : Мир, 2005. – 336 с.

6. Пирожков, П. В. Кормопроизводство : [учеб. для вузов] / П. В. Пирожков, П. В. Кобзарь, П. В. Горлачев [и др.]. – М. : Колос, 2004. – 432 с.

7. Петрушихин, А. Г. Улучшение природных кормовых угодий / А. Г. Петрушихин, С. И. Волкотрет, С. П. Лукашин. – Ижевск : 2000. – 56 с.

8. Васильев, В. Г. Производство кормов на орошаемых землях / В. Г. Васильев, В. И. Зотиков, А. А. Васильев. – Орел, 2011. – 247 с.

Приложение 1

Образец оформления титульного листа учебной практики

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Самарская государственная
сельскохозяйственная академия»

ДНЕВНИК

по учебной практике
по землеустройству

Кафедра
Ф.И.О _____

Курс _____ Группа _____

Ф.И.О, ученая степень и ученое звание руководителя

Приложение приложение 1

Правила ведения дневников

1. Дневник является документом учебной практики, на основании которого студент отчитывается о выполнении поставленных задач.
2. В течение практики в дневник заносятся все, что делал студент на практике.
3. Записи производятся каждый рабочий день, сразу в рабочее

Дата 1	Содержание выполненной работы 2	Подпись 3	Замечания руководителя практики 4

4. На основании дневника студент составляет отчет и защищает его с оценкой в установленный срок перед руководителем практики.
5. После проверки дневника и отчета руководитель практики ставит зачет. Если студент по какой-либо причине не выполнил программу практики, пропустил дни практики без уважительной причины, не написал отчет, то зачет по учебной практике он не получает.

Приложение 2

Образец титульного листа отчета по учебной практике

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Самарская государственная
сельскохозяйственная академия»

ОТЧЕТ

по учебной практике
по кормопроизводству

Кафедра
ФИО студента

Курс Группа

ФИО, ученая степень и ученое звание руководителя

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по прохождению учебной практики по агрохимическому

Киселева Ирина Николаевна,
Балаева Александра Александровна

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Самарская государственная
сельскохозяйственная академия»

Кафедра «Лесоводство, экология и
безопасность жизнедеятельности»

Е.В. Самохвалова

ОРГАНИЗАЦИЯ СТАЦИОНАРНЫХ И ПОЛЕВЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ. АНАЛИЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕКУЩЕГО ГОДА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для прохождения учебной практики по дисциплинам
«Метеорология и климатология» и «Агрометеорология»

Кинель
РИЦ СГСХА
2013

УДК 551.58:07) : 630
ББК 40.2 я7
С-17

Семенкевич, Е. В.
С-17 Организация стационарных и полевых метеорологических наблюдений. Анализ метеорологических условий текущего года – Саратов : ФГБОУ ВПО «СГАУ», 2011 – 44 с.

Методические указания предназначены для использования студентами агрономического факультета при выполнении заданий учебной практики по дисциплинам «Агрометеорология» и «Метеорология с основами».

Методические указания предназначены для студентов агрономического факультета, обучающихся по направлению 110400.62 «Агрономия» и 110500.62 «Садоводство».

© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011
© Семенкевич Е.В., 2011

Оглавление

Предисловие 4
1 Техника безопасности 6
2 Стационарные экологические наблюдения 7
3 Полевые экологические наблюдения 8
4 Микроклиматические маршрутные съемки 13
5 Анализ экологических условий [illegible] 17
Приложения 19
Рекомендуемая литература 42

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная практика является составной частью учебного процесса, и ее обязательное прохождение предусмотрено учебным планом для студентов очного отделения. Цель практики – закрепление знаний и приобретение практических навыков организации полевых и стационарных экспериментальных исследований, проведения наблюдений и измерений элементов гидрологического режима, обработки результатов наблюдений и оценки влияния выявленных закономерностей метеорологических условий текущего года.

Учебная практика осуществляется в соответствии с рабочей программой и способствует формированию следующих профессиональных компетенций:

- ПК-1.1 Способен выполнять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования
- ПК-1.2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы
- ПК-1.3 Способен осуществлять постановку экспериментов по проверке гипотез и верификации моделей, участвовать во внедрении результатов исследований и разработок

Работа в период учебной практики осуществляется звеньями по 3-4 человека. Каждый участник имеет определенные обязанности в звене. В обязанности звена входит получение полевого снаряжения, комплекта приборов и оборудования для работы, распределение обязанностей между членами звена и руководство действиями звена в соответствии с данными настоящими методическими указаниями.

По окончании учебной практики студент должен представить письменный отчет (книга наблюдений), который является основанием для допуска студента к защите зачета.

Отчет оформляется в тетради в клетку (8×12 см). Форма титульного листа отчета приведена в приложении 1. Содержание отчета и порядок оформления приведены в списке литературы. Каждый раздел начинается с новой страницы.

До начала практики студенты должны:

- ознакомиться с целью и задачами прохождения практики;
- изучить основные положения настоящих методических указаний;
- составить звено с учетом пожеланий.

В приложении систематизируется оформленное бланки наблюдений и любые полезные данные для анализа сложных условий текущего года. Здесь можно приложить карту, схему, фотографии.

В списке использованной литературы нужно собрать все научные источники и другие печатные материалы в ходе прохождения практики.

На последней странице оформляется дневник, подписанный руководителем и заверенный печатью.

1. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Изучение техники безопасности – обязательное требование для проведения любых работ, экспериментов и т.п., влекущее за собой ответственность за соблюдение требований по технике безопасности.

Учебная практика студентов организуется в полевых и камеральных условиях. Для безопасности ее участников требуется определенная форма одежды, соблюдение правил поведения на маршруте и работа с приборами и оборудованием.

Задание 1

Изучить инструкцию по технике безопасности для проведения полевых и камеральных работ (п. 2). Ответить в отчете на вопросы, включающие правила техники безопасности по:

- форме одежды;
- поведению на маршруте;
- работе с приборами и оборудованием.

2. СТАЦИОНАРНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Наземной сетью мониторинга и оценки гидрометеорологического мониторинга окружающей природной среды, ее загрязнения предназначенные гидрометеорологические организации осуществляют Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей природной среды (Росгидромет). Работа этой службы по получению достоверной, полной и своевременной информации о метеорологических условиях в пункте наблюдений, составлению различных видов метеорологических прогнозов и предупреждений об опасных явлениях погоды, а также для накопления и обмена по установленным данным о метеорологическом режиме и климате территории.

Наземная сеть наблюдений гидрометеорологической службы состоит из пунктов проведения регулярных наблюдений – станций и постов, осуществляющих приземные метеорологические наблюдения и передачу данных в летописание

гидрометеорологические быстры. Работа станций осуществляется под контролем Росгидромета в соответствии с Наставлениями по производству гидрометеорологических наблюдений [1] и другими руководящими документами.

Задание 2.1

Изучить организационно-методические основы проведения гидрометеорологических наблюдений [1, стр. 5-19].

Указать основные правила:

- Основные требования к организации наблюдательной сети.
- Основные требования к организации производства наблюдений.
- Контроль качества метеорологической информации.

Краткие гидрометеорологические характеристики района работы станции студенты получают в местных органах по гидрометеорологии, в аэропортах, на транспорте и т.п. Их деятельность осуществляется по линии Росгидромета.

Ст. Усть-Камчатск. Гидрометеорологические наблюдения осуществляются с 1965 г. Позиция Кинжал. Характер работы станции: авиационная, начальник – начальник авиационного отряда, прогноз погоды района работ, местоположение гидрометеорологической площадки и телефон. Ст. Ключи. Это сведения получает гидрометеорологическая станция «Усть-Камчатск» – старшая по району Северной ГСКА.

Станция «Усть-Камчатск» – гидрометеорологическая и аэрологическая обсерватория с целью ее функционирования – обеспечение научно-исследовательской работы студентов аспирантов и сотрудников кафедры. Деятельность станции осуществляется в соответствии с требованиями Росгидромета и регламентируется рекомендациями и приказами Рф регламентирующими документами.

Задание 2.2

Изучение истории и краткой работы гидрометеорологической станции «Усть-Камчатск». Инструкция по технике безопасности

Указать в отчете, сравнить с другими и дать краткую оценку

- Цели организации и основной задачей в ФГБУ ВНИИГМИ-МЦД Росгидромета (ГСН).
- Материально-техническое обеспечение.
- Штат сотрудников.
- Программа наблюдений.
- Режим наблюдений.
- Расположение и размер гидрометеоплощадки.
- Перечень данных по приборам наблюдений (карточка и описание к ней).
- Требования к содержанию документации.

3. ПОЛЕВЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Сеть гидрометеорологических станций состоит из системы опорных станций, которые отражают общий фон и географическую дифференциацию, а также станции и посты для учета местных особенностей климата. Основой сети является территория 5.6 тыс. кв. км состоит из 12 станций и 21 постов, которых 3 – метеорологические, 17 – гидрологические, 1 – агрометеорологических постов. Такое сбалансированное наблюдение позволяет с достаточной точностью (1,5 тыс. км²).

Вместе с тем неоднородность подстилающей поверхности создает различия в ходе метеорологических элементов даже на близко расположенных участках. Важную роль в этом играет рельеф, растительность, почвы, водоемы, ледники и другие особенности подстилающей поверхности. Для получения достоверной информации о этих или иных территориях

Например, температура воздуха днем на южных склонах выше, а в котловинах и долинах ниже, чем на равнинах открытых мест, не покрытых лесом и расположенных. Географические и другие условия, а на подветренных склонах бывает на 4-5 градусов меньше. Микроклиматические особенности распространяются по вертикали до 1,5-2 км, но больше выражены у поверхности почвы.

Полную картину о микроклимате представляет сеть станций, которая на основе наблюдений отражает общий климат

эффективной организации производства в хозяйствах, их отдельных участках достаточно, конкретных задач возникает необходимость изучить и проанализировать ранее собранный метеорологический материал, учесть влияние изменившейся погоды.

Для получения микроклимата территории применяют микроклиматические наблюдения, которые определяются временем (20 мин, 1 ч) и условиями в различной степени изменяющейся погоды (ясная погода, облачная, с сильным ветром и др.). В связи с этим проводят сравнительные характеристики различных сельскохозяйственных культур или с различной агротехникой.

Для сельскохозяйственного производства очень важно знать особенности температурного режима и условий увлажнения в приземном слое воздуха. Поэтому на время наблюдений измеряют следующие элементы погоды:

1. температуру и влажность воздуха на двух уровнях: 0,5 и 1,5 м.
2. температуру почвы на поверхности и на глубине 10 см.
3. скорость ветра на трех высотах;
4. осадки;
5. определяют облачность и атмосферные явления.

Задание 3

Ознакомиться с методикой проведения микроклиматических наблюдений и получить у преподавателя индивидуальное задание в учебно-производственных полях учебного хозяйства «Усть-Кишертское» и до 10 февраля сдать дневник практики с интерпретацией полученных данных.

Записать результаты наблюдений в таблицу (форма 3 приложения 5), обработать данные измерений и дать рекомендации по применению агротехнических мероприятий.

Порядок проведения наблюдений: преподавателем дежурство звеньев

1 звено – с 5 до 10 ч,
2 звено – с 11 до 16 ч,
3 звено – с 14 до 19 ч,
4 звено – с 17 до 1 ч.

3.1. Студенты на дежурстве должны находиться на наблюдательном участке за 1 ч до начала наблюдений и получить комплект метеорологических приборов и оборудования, а также бланков. Перед началом работы изучить материалы по наблюдениям на фазах и

оснащают в журнале видами приборов и оборудования, используемых зимой – в предыдущих. Зимний период, поступившего на экспертизу материалы, оценки качества работ [3], оформляют в журнале [4]. При использовании в зимний период технологий четвертого типа сам комплект приборов и оборудования набирается кафедрой с отметкой в журнале видов приборов и оборудования.

Комплект приборов и оборудования:

1) пиранометр [0,1 Гц];
2) электронный пиранометр в комплекте с выносной, встроенной памятью, данной кодом;
3) часы, принуждение [Мин];
4) анемометр ручной частотный;
5) штатив для установки приборов и датчиков;
6) стол, стул, компьютер.

Печатные материалы:

1) Журнал записи приема документов (прил. 4);
2) Бланк для записи результатов полевых наблюдений (прил. 5);
3) Атласный облак [15].

3.2. Порядок организации наблюдательного участка.

- Выбрать место для установки пиранометра на открытом ровном месте, запад по расстоянию не менее.
- С южной стороны от пиранометра на расстоянии не менее установить термометр-пиранометр на трубе [10 см].
- На открытой площадке (в радиусе [10 м] от пиранометра) выделить на крыше или на земле площадку [1 м].
- На второй площадке, удаленной от ручной анемометр частотный.

3.3. Последовательность действий на маршруте.

- Начинать работу нужно за [5 минут] до начала наблюдений.
- Провести наблюдения ручным анемометром частотным (3 повторности по [10 с]).
- Протереть экранирующие стекла датчика пиранометра (при установке его на высоте [1,5 м]). Через [1 час] после этого снять

отсчета сухого и смоченного термометров.

- При высоких отрицательных температурах и низкой влажности психрометр установить его на крючке на высоте 2,0 м. Через 4 мин после этого взять отсчеты сухого и смоченного термометров.
- Снять показания с барометра-анероида.
- В журнале записать все показания в графу «Вечер» и форму «Вечер» (общий и внешний), а также записать часы и минуты.
- Перед фотографированием психрометра и нужно непрерывно обмахивать наблюдателем на высоте 1,5 м над головой, чтобы создать вокруг термометров воздушный вихрь.

3.4 Запись и обработка результатов наблюдений

- Результаты наблюдений внести в соответствующие строки рабочего бланка и графы «Отсчет» (прил. 5).
- Записи форм обязательно должны быть подписаны и соответствовать с паспортами (прил. 6).
- Для определения скорости ветра рабочий должен снять с ручного анемометра показания числа делений N для каждой серии наблюдений, затем получить среднее значение. Определить скорость ветра с помощью графика в приложении 7.
- Для определения точности сделанных измерений вычислить по всем делениям среднее измерение, делящееся на общее число делений и на цену деления (средний коэффициент погрешности равен 0,03). При измерении в сильно порывистом ветре умножить на коэффициент 0,8.
- В показания психрометра внести поправки, определенные опытным и контрольным поверками (прил. 8).
- По температуре сухого (t) и смоченного (t') термометров определить относительную влажность воздуха (f) и температуру точки росы (τ) по психрометрической таблице (прил. 9).

3.5 Оформление результатов наблюдений.

- Оформить и заполнить таблицу. В таблицу внести данные наблюдений за все сроки (получаемое время записать). Сроки наблюдений своего звена выписать в журнал дежурств.
- Вертикальным стрелками температуры ($\frac{\Delta T}{\Delta z}$) и относительной

влажности $\frac{\Delta f}{\Delta z}$) рассчитать по формулам:

$$\frac{\Delta z}{\Delta T} = l_{T2-1} = l_{\Delta Tm} \qquad \text{и} \qquad \frac{\Delta f}{\Delta z} = l_{f2-1} = l_{\Delta fm}$$

3.6 Анализ результатов наблюдений

- Построить графики изменения метеорологических величин в течение периода наблюдений суток, т.е. с 7 до 19 ч (прил. 10).
- Сравнить между собой значения [illegible] изменения метеовеличин и их вертикальных градиентов.

Анализируемые метеорологические величины

1) температура воздуха на высоте 1,5 м;
2) температура воздуха на высоте 0,5 м;
3) температура почвы на глубине 10 см;
4) относительная влажность воздуха на высоте 1,5 м;
5) относительная влажность воздуха на высоте 0,5 м;
6) [illegible] поверхности;
7) облачность;
8) скорость ветра.

Таблица

Результаты полевых наблюдений июля 20 г.

Характеристика Основные направления	Ориентировка								
Температура воздуха на высоте 2 м, °С									
Температура почвы на глубине 0,5 м, °С Высота травостоя, см Влажность почвы, %									
Влажность воздуха на высоте 0,5 м, %									
Скорость ветра на высоте 0,5 м, м/с									
Температура воды на глубине 0,5 м, °С Скорость течения, м/с									
Облачность, балл									
Атмосферные явления									

4. МИКРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ МАРШРУТНАЯ СЪЕМКА

Для получения сравнительно точных данных о микроклиматических особенностях небольших участков местности, например, отдельных экологических контуров, может быть осуществлена микроклиматическая маршрутная съемка.

Маршрутная съемка состоит в определении в ряде точек, расположенных по заранее намеченному маршруту, нескольких элементов климата. Для уменьшения ошибок, которые могут возникнуть в результате непостоянства наблюдаемых явлений, выбранный маршрут

проходят дважды. Измерения в каждой точке (кроме последней) проводят по ходу «туда» и обратно» и вычисляют среднее значение температуры на каждом участке.

Задание 4

Построение многоугольного маршрутного наблюдения по пришкольной территории с различной плотностью застройки и интенсивностью движения транспорта и пешеходов. Выполнение наблюдений и наблюдений (п. 10 и 11). Обработка данных измерений и определение климатических отличий метеоэлементов на разных участках.

Перечень приборов наблюдения – с использованием рабочих записей на листе бумаги.

4.1. Получить в лаборантской кабинете роста комплект метеорологических приборов и оборудования, а также бланков.

Комплект приборов и оборудования

1) аспирационный психрометр в комплекте с психрометрической, ветровой шкалой. Запасной фитиль;
2) термометр-пращ АМ-6;
3) анемометр ручной индукционный;
4) стойка для установки приборов и флюгер.

Печатные материалы: бланк для записи результатов наблюдений (п. 10 и 11).

4.2. Порядок организации наблюдательного участка.

- Выбрать на участке маршрута наблюдений открытое место.
- С южной стороны от стойки на расстоянии 1 м установить термометр-пращ на высоту 1,5 м.

4.3. Последовательность действий на маршруте

- Начинать наблюдения нужно с 9 часов утра по местному времени.
- Установить на стойке ручной индукционный анемометр (анемометрическую) 10 м/с).
- Сам анемометр закрепить на стойке на высоте аспирационный психрометр (на высоте 1,5 м). Произвести измерения и занести

аспиратора психрометра. Через 4 мин после этого снять отсчеты сначала с влажного термометра.

- Снять показания барометра-анероида.
- В журнал записать все измерения и данные и сделать вывод о влажности воздуха в помещении.
- Упаковать приборы для измерений, вымыть посуду и кратко описать движение по маршруту.

4.4. Запись и обработка результатов наблюдений.

- Результаты наблюдений занести в соответствующие строки рабочего листа в графу «Отсчет».
- Запись формы облачности и атмосферных явлений производить в соответствии с таблицей (прил. 6).
- Для каждого элемента погоды за любой месяц выписать из рабочих листов с начала наблюдений все данные для каждой повторяемости наблюдений, затем получить среднее значение по всем повторностям на данный момент наблюдений. Определить амплитуду колебаний (прил. 7).
- Рассчитать среднюю температуру по каждой повторности по каждому наблюдателю отдельно. В показаниях электротермометра перед цифрами, начиная с нуля, поставить плюс, а перед цифрами, начиная с единицы, поставить минус (прил. 8).
- По температуре сухого (t) и смоченного (t') термометра определить относительную влажность воздуха (f) и дефицит насыщения (d) (прил. 9).

4.5. Оформление результатов наблюдений.

- Оформить и заполнить таблицу 2.

Таблица 2

Результаты микроклиматических маршрутных съемок
школа № г

Характеристика	Показатели на участках 1 2 3
Температура воздуха на высоте 1,5 м, °С	
относительная влажность воздуха, % Температура почвы на глубине 5 см, °С	
Скорость ветра, м/с	
Облачность, баллы	
Атмосферное явление	

- Дать краткую характеристику показателей участков с указанием влияющих факторов
  - экспозиция и крутизна склона,
  - растительность (естественная или культурная, травянистая, древесная),
  - подстилающая поверхность,
  - тип почвы.

4.6 Анализ результатов наблюдений

- Сопоставить данные наблюдений участков с разным характером подстилающей поверхности и сделать выводы
  - о влиянии растительного покрова на температуру и влажность воздуха, почвы.
  - о влиянии характера подстилающей поверхности и типа почвы на температуру почвы.
  - о преимуществах и недостатках открытого грунта, отдельных участков и различной защиты растений от заморозков для растений

Анализируемые метеоэлементы

1) температура почвы на глубине 10 см
2) температура воздуха на высоте 1,5 м
3) относительная влажность воздуха
4) скорость ветра.

5. АНАЛИЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕКУЩЕГО ГОДА

Для [illegible] метеорологических условий по данным наблюдений метеорологических станций или постов за текущий год и многолетние средние значения, которые при определенных условиях можно считать нормами.

Задание 5

Изучить и проанализировать [illegible] текущего года по метеорологическим условиям осенне-зимнего периода и половодья периода вегетации ветлушек и сделать выводы о степени их благоприятности для [illegible] культивируемых [illegible] культур

5.1. Получить у руководителя практики исходные данные для расчета (прил. 12)

5.2. Построить графики изменения температуры воздуха и высоты снежного покрова по данным метеостанции г. Тонкино за текущий год и многолетний период, а также температуры воздуха и количества осадков по данным периода вегетации ветлушек (прил. 13)

5.3. Дать характеристику метеорологических условий текущего года и оценку их влияния на развитие растений (данные к приложению 14) и оформить следующие таблицы

Осенне-зимний период

- Режим осенне-зимнего периода и влияние его на процесс закаливания растений.
- Влагообеспеченность растений осенью и влияние ее на состояние растений.
- Режим и высота [illegible] снежного покрова и промерзание почвы [illegible]
- Устойчивость культивируемых растений [illegible] к неблагоприятным условиям осенне-зимнего периода (прил. 15)
- Проверка перезимовки озимой пшеницы и ржи в соответствии с графиком (прил. П 15.1, пункт 15). Расчет температуры почвы на глубине узла кущения (h) производится по данным о высоте снежного покрова (h) и средней температуре воздуха за зиму (t) и глубины промерзания почвы в этот месяц (H) по одной из формул в зависимости от высоты

снежного покрова в тот же месяц (Δ):

при h = 5 см $t_{\Delta} = 0{,}04 \cdot z - 0{,}07 \cdot H + 5{,}2$

при h = 10 см – $t_{\Delta} = 0{,}13 \cdot z - 0{,}09 \cdot H + 0{,}48$;

при h = 15 см $t_{\Delta} = 0{,}17 \cdot z - 0{,}05 \cdot H - 1{,}9$.

при h = 20 см – $t_{\Delta} = 0{,}12 \cdot z - 0{,}05 \cdot H + 1{,}3$.

- Рекомендации по срокам сева яровых зерновых культур по почвенно-климатическим зонам Беларуси.

Оценка возможностей весенних

- Средняя продолжительность периода с устойчивым переходом среднесуточной температуры воздуха через 5 °С (z)
- Запасы влаги в почве к началу вегетации растений
- Условия для посева: наличие влаги в почве, допускающей проведение посева, наличие [30 мм].
- Прогноз обеспеченности теплом вегетационного периода выполняется по формуле:

$$\sum t_{veg} = -31{,}82 \cdot D + 3139,$$

где D – число дней от даты перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С

- Оценка влагообеспеченности вегетационного периода осуществляется по величине запасов продуктивной влаги в почве к началу вегетации растений (на 1 апреля) по данным агрометеорологических станций (в районе [50] км от пункта посева) по трем культурам
- Прогноз урожайности яровой пшеницы рассчитывается по формуле

$$Y = 0{,}0050 \cdot W_{\Delta} + 0{,}0164 \cdot z - 2{,}07$$

где W_{Δ} – запасы продуктивной влаги в почве на дату посева яровой пшеницы (мм);

n – число дней, возвратившихся после перезимовки на [20] м

Приложение 1

Форма титульного листа отчета о практике

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аграрный университет»

Кафедра «Экология, технология и безопасность жизнедеятельности»

ОТЧЕТ

о прохождении практики

выполнил(а):

Студент(ка) группы

факультет, курс

_____

ФИО

_____

Проверил

должность, ФИО

«Самара»___

Приложение 2

Форма дневника прохождения практики

Дневник прохождения практики

Дата	Выполняемая работа, этапы	Замечания	ФИО руководителя практики

Приложение 3

Инструкция по технике безопасности

1. Переходить автомобильные магистрали следует только по специально оборудованным пешеходным переходам, соблюдая все меры предосторожности.
2. Строго запрещено отлучаться от группы без разрешения преподавателя.
3. Запрещено пробовать на вкус растения, грибы.
4. Не рекомендуется без особой надобности залезать в непроходимые чащи низкорослого кустарника (малина, ольха, орешник и т.д.)
5. Перемещаясь по лесной дороге, не срывайте веток (этим действием, вы стряхиваете на себя с основного куста клещей).
6. Ноги должны быть полностью прикрыты (не рекомендуются шорты).
7. Спортивные штаны, трико (желательно с гладкой поверхностью) должны быть заправлены в носки.
8. Обязательно наличие головного убора (кепка, платок).
9. Длинные волосы желательно спрятать под головной убор.
10. Не следует находиться на открытом солнце без головного убора.
11. При первых признаках недомогания сообщить об этом преподавателю.
12. Запрещено пить сырую воду из естественных водоемов.
13. Запрещено купаться в водоемах.
14. Строго запрещено употребление спиртных напитков.
15. Форма одежды должна соответствовать погодным условиям (в случае дождя иметь при себе зонт или дождевик).
16. Особую осторожность необходимо соблюдать при работе у линий электропередач.
17. Категорически запрещается курить на полях, засеянных культурными растениями и в лесу.
18. Нельзя укрываться от грозы под деревьями. Металлические предметы (лопаты, копалки, ножи и др.) обязательно положить в сторону от себя.

19. Соблюдать осторожность при перемещении электроприборов с подключенными электрическими кабелями и электрических кабелей и средств для их установки (стоек, кронштейнов и полок с ними).
20. При перевозке стоек держать их подвешенными весь.
21. Приборы эксплуатировать только в специально электромонтажных помещениях.
22. В случае обнаружения нарушения целостности отдельных частей прибора срочно сообщить преподавателю.
23. Приборы использовать только в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Приложение 1

Форма журнала санитарного дежурства

Журнал санитарного дежурства

Дата и время	ФИО и подпись пользователя		Замечания по содержанию метеорологического оборудования на станции
	Сдал дежурство	Принял дежурство	

Приложение № 5

Форма таблицы для записи результатов проведенных метрологических наблюдений

Таблица П.5.1

Наименование			Средство измерений						
Температура, °С									
Относительная влажность воздуха, %									
Атмосферное давление, кПа									
Общий вывод о функционировании									
Дата проведения									

Таблица П 5.2

Срок наблюдения	Сектор пахоты	Отклонение по глубине		Плотность почвы	Число растений, шт.	Масса растений, кг
		недопашка	перепашка			
	1					
	2					
	3					
	Огрехи					
	1					
	2					
	3					
	Огрехи					
	1					
	2					
	3					
	Огрехи					

Приложение 5

Т; б-нца П.б 1

Наличие рекомендаций и форма оплаты

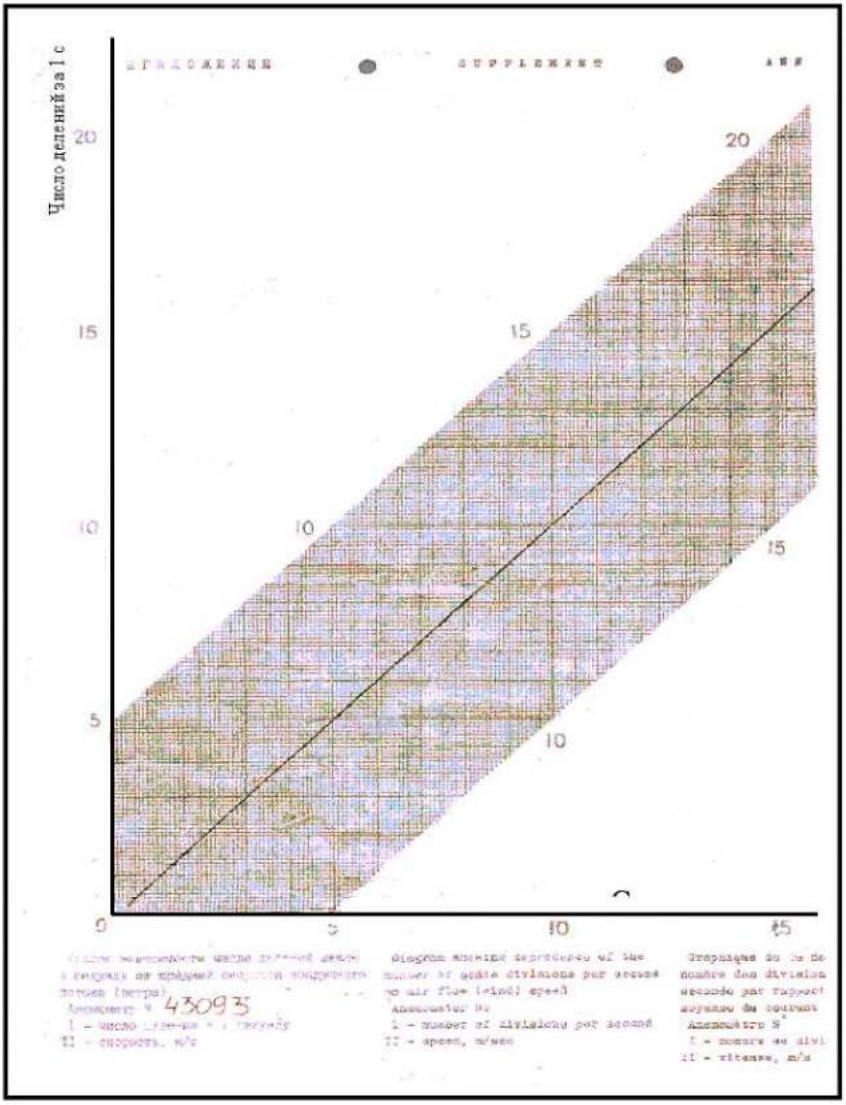
Тип	Вид	Форма	Обозначение
[illegible]	[illegible]	[illegible]	Cl
		[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Таблица П.6.2

Обозначения атмосферных явлений

Обозначение	Характеристика
	Дождь: количество осадков, достаточное для полного промачивания осадкомера
	Ливневый дождь – осадки большой интенсивности, выпадающие внезапно и резко изменяющиеся во времени по интенсивности
	Морось – осадки в виде очень мелких капель, выпадающие из слоистых облаков
	Град – осадки в виде твердых прозрачных ледяных шариков, состоящих из чередующихся слоев льда и плотного снега
	Роса – капельки воды, образующиеся на предметах на земле, на растениях и т.д. в ночное время вследствие конденсации водяного пара, содержащегося в воздухе, при температуре воздуха выше 0°С, если земная поверхность имеет температуру ниже точки росы
	Дымка – слабое помутнение воздуха, вызванное скоплением мельчайших капель воды или кристаллов льда
	Туман – скопление продуктов конденсации водяного пара, образующих помутнение воздуха, при котором видимость составляет менее 1 км
	Мгла – помутнение воздуха, вызванное скоплением мельчайших частиц пыли, дыма, песка, поднятых ветром
	Гроза – электрический разряд в виде молнии, сопровождающийся звуковой волной (громом); различают грозы местные (внутримассовые) и фронтальные
	Заряды – участки облаков, при прохождении которых, а также непосредственно за ними, наблюдается усиление ветра
	Шквал – резкое усиление ветра до 15 м/с и более. Наблюдается при прохождении грозовых облаков, а также при резких изменениях погоды
	Вихри – вращение воздуха, поднятого с земли, а также образующегося в облаках
	Смерч – сильный вихрь, имеющий вид темного рукава, опускающегося из облаков

Поверочное свидетельство к ручному анемометру чашечному



Приложение 8

Поверочные свидетельства к термометрам

1) к психрометрическому сухому термометру

МПСА и СУ
В-О СОЮЗНАУЧПРИБОР
КЛИНСКИЙ ТЕРМОМЕТРОВЫЙ ЗАВОД
П А С П О Р Т

Термометр ртутный метеорологический психрометрический к психрометрическому № 4398 КЗ ( )

Пределы измерений от −30 °С до +50 °С

Цена деления 0,2°С

Фактические поправки в поверяемых отметках шкалы °С.

Пов. отм.	−30	−20	−10	0	+10	+20	+30	+40	+50
Поправ.	−0,1	0,2	0,1	0,0	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0

Таблица для десятых долей градуса (заполняется для удобства пользования при эксплуатации)

От	До	Поправ.	От	До	Попр.
-30,0	-27,6	-0,1	25,0	50,0	-0,1
-27,5	-25,1	0,0			
-25,0	-22,6	+0,1			
-22,5	-15,1	+0,2			
-15,0	-5,1	+0,1			
-5,0	24,9	0,0			

Выпущен в соответствии с требованиями ГОСТ 15055—69.

Гарантийный срок эксплуатации и хранения 2 года со дня изготовления.

Дата октябрь 197[illegible] г.

Поверен ОТК завода.

Мастер ОТК

2) к психрометрическому смоченному термометру

МПСА и СУ
В-О СОЮЗНАУЧПРИБОР
КЛИНСКИЙ ТЕРМОМЕТРОВЫЙ ЗАВОД
П А С П О Р Т

Термометр ртутный метеорологический психрометрический

[illegible] № 5023 КЗ ( )

Пределы измерений от −30 °С до +50 °С

Цена деления 0,2°С

Фактические поправки в поверяемых отметках шкалы °С.

Пов. отм.	−30	−20	−10	0	+10	+20	+30	+40	+50
Попр.	−0,1	+0,1	+0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	+0,1

Таблица для десятых долей градуса (заполняется для удобства пользования при эксплуатации)

От	До	Попр.	От	До	Попр.
-30,0	-28,7	-0,1			
-28,6	-23,3	0,0			
-23,2	3,2	+0,1			
3,3	6,6	0,0			
6,7	43,2	-0,1			
43,3	50,0	0,0			

Выпущен в соответствии с требованиями ГОСТ 15055—69.

Гарантийный срок эксплуатации и хранения 2 года со дня изготовления.

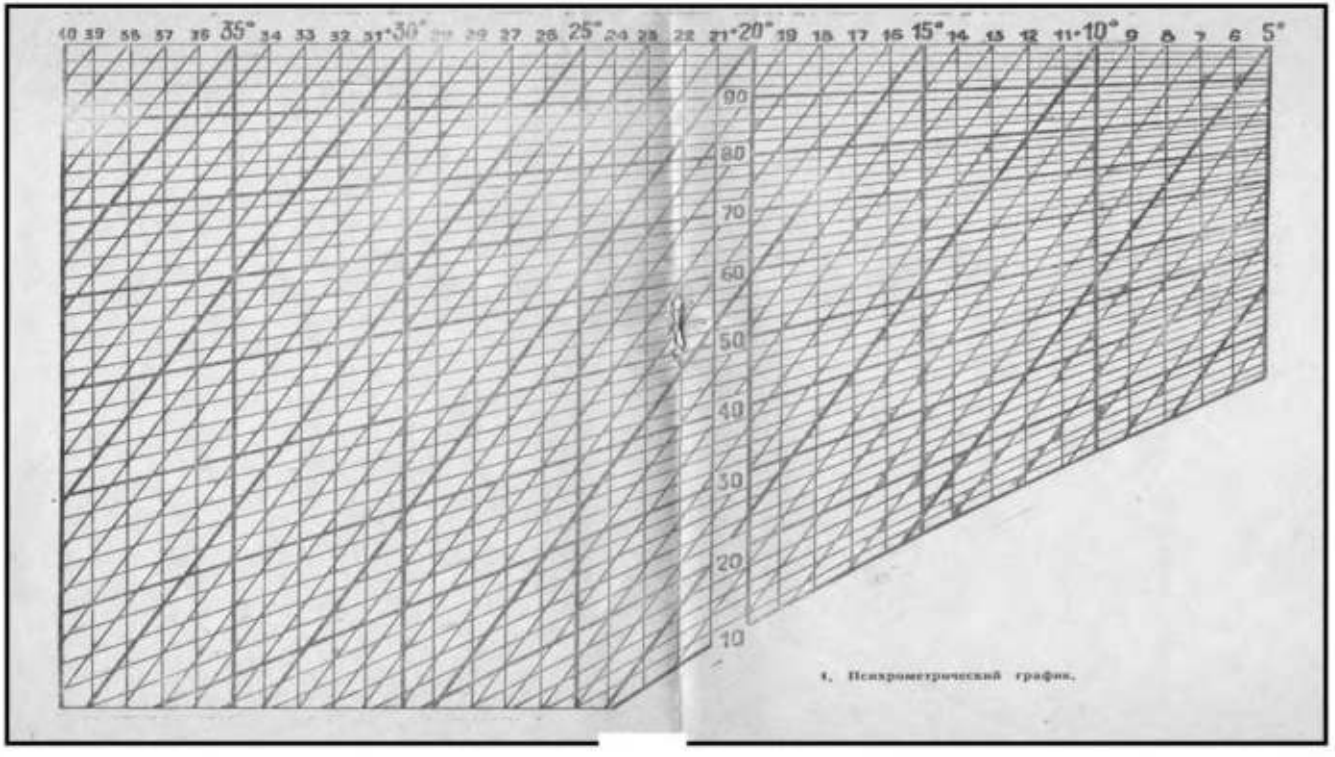
Дата [illegible] 197[illegible] г.

Поверен ОТК завода.

Мастер ОТК

Приложение 9

Психрометрический график (из технического паспорта аспирационного психрометра)

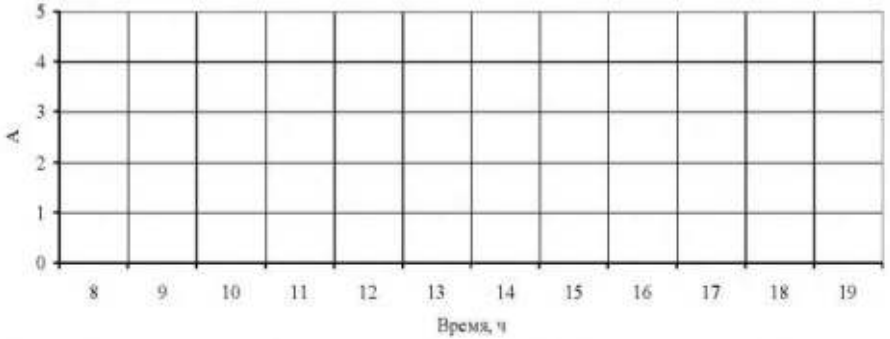


1. Психрометрический график.

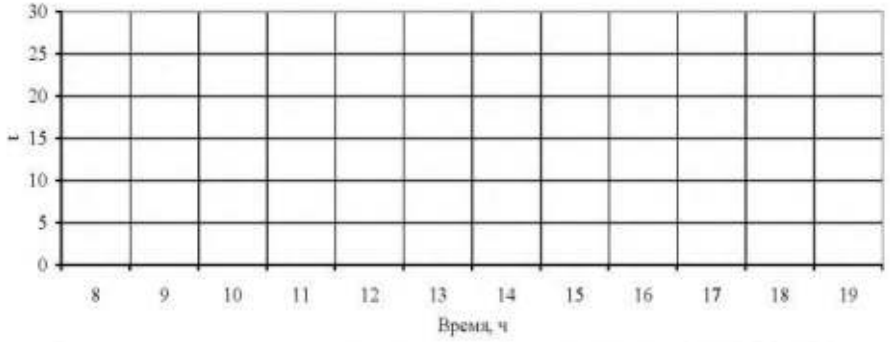
Приложение 10

Форма графиков для анализа результатов полевых наблюдений

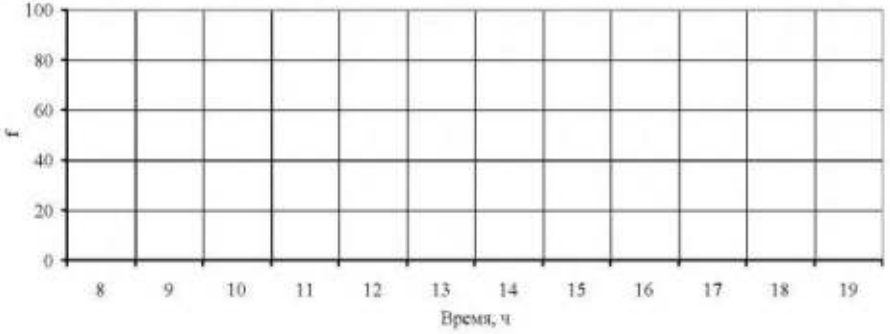
1) Освещенность земной поверхности, лк



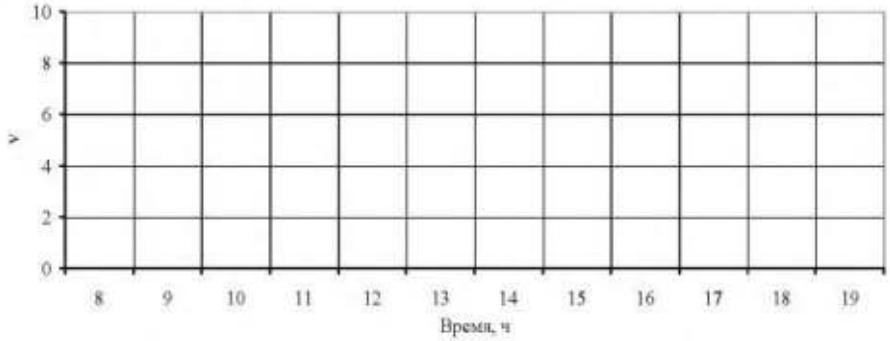
2) Температура воздуха на высотах 1,5 и 0,5 м и почвы, °С



3) Относительная влажность воздуха на высотах 0,5 и 1,5 м, %

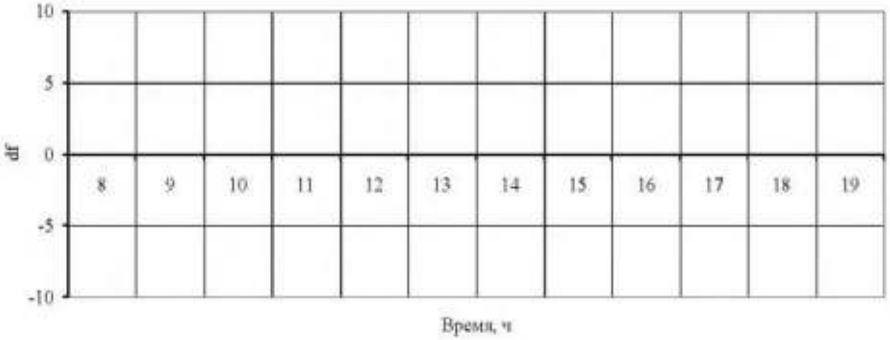


4) Скорость ветра, м/с



5) Вертикальный градиент температуры воздуха, °С / 1 м

6) Вертикальный градиент влажности воздуха, % / 1 м



Приложение № 11
Типовой [illegible]

Форма табличного представления результатов оценки технической эффективности объекта

Наименование			Наименование показателя									
			1							2		
			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]										
	[illegible]	[illegible]										
	[illegible]	[illegible]										
[illegible]												
[illegible]												
[illegible]												

Окончание приложения 11
Таблица 11.11.2

Форма таблицы для оценки результатов измерения акустического шума ручных электрических машин на рабочих местах

Номер участка	Номер измерения	Октавные полосы частот		Уровень звука, дБА	Уровень звука эквивалентный, дБА	Оценка результатов измерения
		среднегеометрическая частота, Гц	уровень звукового давления, дБ			
1 (пример)	2					
	1					
	4					
	1					
	3					
	Среднее					
2 (пример)	1					
	3					
	4					
	2					
	Среднее					
3 (пример)	1					
	2					
	3					
	Среднее					

Приложение 12
Табл. в II 12.1

Форма таблицы прогноза многолетних и фактических на 20__-20__ гг. климатической характеристики (АМИ Усть-Кишертская)

Элементы прогноза		Х	XI	XII		II	III	I	2	3	I	2	3	I	2	3	I	2	3
Средняя температура воздуха °С	сред.																		
	факт.	4,3	-9,0	-10,6	-15,7	-23,1	-7,2	0,6	4,7	8,2	12,0	14,1	15,9	17,7	17,7	16,7	20,4	20,3	22,9
Количество осадков мм	сред.																		
	норма	41	38	41	44	40	34	37	39	41	43	41	42	43	43	43	37	36	36
Высота снежного покрова см	сред.																		
	норма		1	11	23	27	28												
Глубина промерзания почвы	сред.																		
	норма		51	65	87	97	104												
Запасы продуктов и материалов, тыс. руб.																			
Для снегозадержания	сред.																		
	норма	20								140									
Для защиты	сред.																		
	норма	0								130									

Окончание раздела 12

Таблица 12.2

Даты перехода средней суточной температуры воздуха через температурные пределы

Период	Осень 20___г.			Зима 20___г.		
	-5°С	0°С	5°С	0°С	5°С	-5°С
Дата перехода	24 окт.	15 ноя.	30 ноя.	4 дек.	1 янв.	24 янв.

Минимальная температура воздуха за осенний период 20___ - 20___ гг.

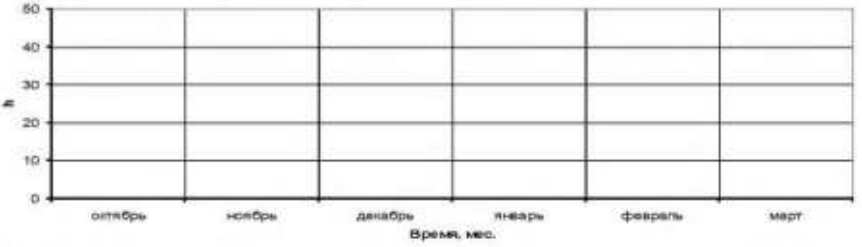
Число следующей отопительной недели, в течение которой ожидается переход температуры через 20___ г.

Приложение 13

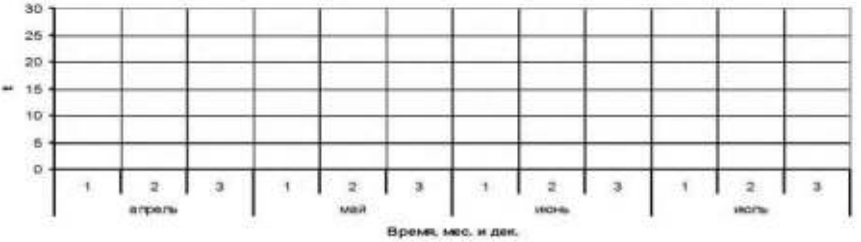
Форма графиков для анализа погодных условий текущего года

1) Температура воздуха осенне-зимнего периода, °С

2) Высота снежного покрова, см



3) Температура воздуха периода весенне-летней вегетации, °С



4) Количество осадков периода весенне-летней вегетации, мм

Вегетация растений и метеорологические условия

Метеорологические условия осенне-зимнего периода имеют большое значение для зимостойкости культур. Физиологическое состояние растений зависит от агрометеорологических условий осеннего периода. В Среднем Поволжье сроки окончания вегетации озимых культур приходятся на конец сентября – начало октября. Начиная фактически с середины сентября влияние продуктивной влаги в почве снижается. Нормальные условия для прохождения осенней закалки и повышения зимостойкости озимых наблюдаются при запасах продуктивной влаги 20 мм и больше в пахотном слое почвы. При снижении показателя до 5 мм и менее, которые не приводят к гибели растений, но создают неудовлетворительные условия для осенней закалки, растения становятся более восприимчивыми к неблагоприятным условиям зимовки. В результате, до наступления морозов растения не успевают завершить процесс закаливания, хорошо укорениться и сформировать достаточный к перезимовке запас углеводов.

Оптимальная температура воздуха для закаливания растений составляет 0...+5°С. Наиболее благоприятными условиями в этот период являются пасмурная погода с моросящими осадками. Неустойчивый температурный режим осенью, отсутствие снежного покрова, а также осенние засухи и суховеи опасны для растений, ослабляют их состояние и снижают количество и качество урожая озимых и будущего урожая.

Перезимовка растений зависит от их состояния осенью, температурных условий и высоты снежного покрова зимой. В малоснежные зимы (с высотой снега менее 20 см) при сильных морозах (с температурой воздуха ниже -25...-30°С) растения могут вымерзать. Иногда наблюдается выпревание растений при длительном (более 3 недель) залегании снежного покрова (выше 30 см) с оттепелями при отсутствии промерзания почвы (менее 50 см) и температуре почвы на глубине узла кущения около 0°С. Вредно влияют на перезимовку озимых культур, которые пробрали от весеннего. Неблагоприятно сказываются на состоянии растений также резкие колебания температуры, частые и продолжительные оттепели, половодья.

Период весенне-летней вегетации для большинства зимующих растений начинается с положительной температуры воздуха около 5°С. К этому сроку приурочивается и начало полевых земледельческих работ. На условия развития почвенной флоры и степень ее прогрева также влияют сроки посева и глубина заделки семян.

Как правило, корнеплоды кочны ранней капусты начинают в Средних Поволжье. Благоприятно влияет на рост и развитие растений. Почву температура воздуха и этот период имеет положительное значение. Хорошие всходы набирают тогда всходы при достаточной влажности почвы обеспечивают получение стабильных и дружных всходов ярких культур. Весенние заморозки на поверхности (до 0°С) ночью и в начале почвы могут сильно повредить посевы и повредить растения.

Температурный режим и условия увлажнения играют важную роль в развитии всех культур, но в начальный период. В результате длительного (более 30 дней) и низкого температурного (ниже 15°С) воздействия на растения происходит изменение воздуха и запасы продуктивной влаги в почве. Повышенная относительная влажность воздуха до 70% и выше приводит к нарушению водного баланса растения, замедляет их рост, снижает продуктивность. Продолжительный период с недостаточным запасом продуктивной влаги в почве (менее 60% от полевой влагоемкости) вызывает значительное снижение урожая, особенно если недостаток приходится на начало цветения. Недостаточное количество влаги в почве в период формирования и налива плодов (семян) также отрицательно влияет на урожай. Недостаток влаги в почве в этот период приводит к уменьшению размеров плодов (семян), снижению их массы. Недостаток влаги в почве в период цветения и налива плодов (семян) также отрицательно влияет на урожай. Недостаток влаги в почве в этот период приводит к уменьшению размеров плодов (семян), снижению их массы.

В период созревания семян и при достижении ими полной зрелости тепло и влажный воздух приводят к возникновению [illegible] в результате чего [illegible] и прежней [illegible] [illegible]. При этом биомасса сухого вещества формирующейся зерновки увеличивается и появляется сухость.

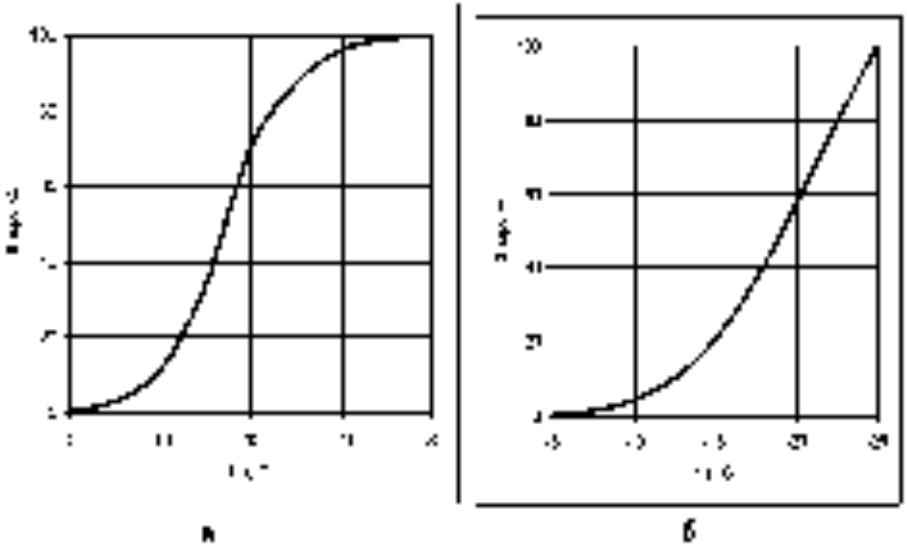
Таким образом, знание и оценка влияния условий погоды на [illegible] позволяет [illegible] [illegible] и [illegible] своевременно и качественно провести [illegible] агротехнических мероприятий, направленных на использование благоприятных и уменьшение влияния неблагоприятных [illegible] факторов.

Приложение Г

Таблица Г.1

Характеристика суровости зимы

Минимальная температура воздуха, °С	Характеристика зимы
[illegible]	Мягкая
[illegible]	Умеренно мягкая
[illegible]	Умеренно холодная
[illegible]	Холодная
[illegible]	Очень холодная
[illegible]	Суровая



а б

Рис. Г.1 Зависимость от климата района строительства нормативных нагрузок: $S_{gl,0}$ от минимальной температуры почвы на глубине заложения (t_f):
а – области снегового; б – области ветрового

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Лосев, А. П. Агрометеорология / А. П. Лосев, Л. А. Абрутина. – М. : Колос, 200 . – 3 с.
2. Синицын, В. А. Практикум по агрометеорологии / В. А. Синицын, Л. Г. [illegible], А. П. Васильчук, Л. Н. Карлина. – М. : Колос, 2006.
3. Сахновалова, Е. В. Агрометеорологические наблюдения в пункте : методические указания к лабораторно-практическим занятиям. – Киевъ : РИО СГСХА, 2004. – 47 с.
4. Сахновалова, Е. В. Климат территории и погодные условия разных лет : методические указания к лабораторно-практическим занятиям. – Киевъ : РИО СГСХА, 2004. – 41 с.
5. Сахновалова, Е. В. Агрометеорологическое обеспечение [illegible] : методические указания к лабораторно-практическим занятиям. – Киевъ : РИЦ СГСХА, 2007. – 30 с.
6. Сахновалова, Е. В. Микроклиматические наблюдения : Анализ и оценка агрометеорологических условий : методические указания к учебной практике. – Киевъ : РИО СГСХА, 2003. – 20 с.
7. Сахновалова, Е. В. Агрометеорология : рабочая тетрадь. – Киевъ, 2013. – 53 с.
8. Агроклиматические ресурсы Куйбышевской области / справочник под ред. В.В. Юрлагина. : Приволжское УГМС Куйбышевский ГМО. – Л. : Гидрометеоиздат, 1958. – 208 с.
9. Пагирий, А. Н. Основы дождевания и мелиорации. – СПб. : Петербургский горный, 2002. – 424 с.
10. Павлова, М. Д. Практикум по агрометеорологии. – Л. : Гидрометеоиздат, 1974. – 168 с.
11. Методическое пособие по наблюдениям на станциях. Наставление по производству гидрометеорологических наблюдений и анализу. – Ч. I. – Л. : Гидрометеоиздат, 1985. – Вып. 3. Ч. 1. – 300 с.
12. Атлас облаков / под ред. А. Х. Хргиана, И. П. Мазина. – Л. : Гидрометеоиздат, 1987. – 267 с.

13. Хромов, С. П. Метеорологический словарь / С. П. Хромов, Л. И. Мамонтова. – Л. : Гидрометеоиздат, 1974. – 568 с.
14. Толковый словарь по социально-экономической географии. – [Б. м.] : Изд-во Ижевского ун-та, 2002. – 471 с.

Учебное издание

Самохвалова Елена Владимировна

ОРГАНИЗАЦИЯ СТАЦИОНАРНЫХ И ПОЛЕВЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ. АНАЛИЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕКУЩЕГО ГОДА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для прохождения учебной практики по дисциплинам
«Метеорология и климатология» и «Агрометеорология»

Отпечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать 25.07.2013 г. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 2,55, печ. л. 2,75
Тираж 40. Заказ №77.

Редакционно-издательский центр Самарской ГСХА
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2
Тел. : 8 (84663) 46-2-44, 46-6-70.
Факс 46-6-70.
E-mail: ssaariz@mail.ru

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный медицинский университет»

Н. П. Бакаева
О. Л. Салтыкова
Л. И. Дегтярева

Химия

Учебное пособие

Киров 2017

УДК 546 (075)
ББК 24.1 я7
Б19

Рецензенты:
доктор химических наук, профессор кафедры «Почвоведение и агрохимия» ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ
Л. С. Кочеткова;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Агрономия, биология и физика» ФГБОУ ВО Самарской ГСХА
Ю. Н. Уваев

Бакаева, Н. П.
Б19 Химия : учебное пособие / Н. П. Бакаева, О. Л. Салтыкова, Л. Д. Запрометова. – Кинель : РИО СГСХА, 2017. – 236 с.
ISBN 978-5-88575-477-4

В учебном пособии представлены разделы по физической химии, химии элементов и аналитической химии, содержащие теоретический материал и контрольные вопросы. Учебное издание предназначено для студентов обучающихся по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия, может быть полезно и студентам других направлений и специальностей.

© ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, 2017
ББК 24.1 я7

ISBN 978-5-88575-477-4

© Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л., Запрометова Л. Д., 2017
© ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, 2017

Предисловие

Учебное пособие составлено в соответствии с рабочими программами дисциплины «Химия», изучаемой в ФГБОУ ВО Омский ГАУ им. П.А. Столыпина «Химия» включает в себя разделы органическая и физическая химия, химия элементов и общая биология. Все эти разделы в настоящее время тесно связаны в одной дисциплине, что с одной стороны способствует общему восприятию этой дисциплины, а с другой – затрудняет изучение. Пособие, в котором изложен курс изучения этой дисциплины, предназначено для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.03.01 Агрономия (бакалавр) данное пособие и для других направлений и специальностей вузов.

Учебное пособие предназначено для изучения дисциплины «Химия» и формирует у студентов систематизированные знания по теоретическим основам данной дисциплины и навыки их практического использования.

Учебное пособие будет способствовать успешному процессу изучения дисциплины, в результате чего по формированию компетенций

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

способность к лабораторному анализу почв, растений и продуктов сельского хозяйства.

Принятые сокращения, условные обозначения, названия и единицы физико-химических величин

а.е.м. – атомная единица массы, 1 а.е.м. = $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ кг

A_r – относительная атомная масса

M_r – относительная молекулярная масса

АО – атомная орбиталь

ПСЭ – периодическая система элементов

АС – атомная структурная единица

N_A – постоянная Авогадро, равная $6{,}02 \cdot 10^{23}$ структурных единиц, моль$^{-1}$

n – количество вещества, моль

M – молярная масса, г/моль

m_a – абсолютная масса атома или другой структурной единицы, кг, г

V – объем, м^3, дм^3, см^3

V_m – молярный объем газа при н.у., равен 22,4 л/моль

ω – массовая доля

Э – условная частица, которой эквивалентно количество вещества, моль

$f_э$ – фактор эквивалентности, равен 1/Z

$n_э$ – количество эквивалентов вещества, моль

$M_э$ – молярная масса эквивалента вещества, г/моль

ρ – плотность, кг/м^3, г/см^3

D – относительная плотность

T – абсолютная температура, К (Кельвин)

t – температура по шкале Цельсия, °С

P – давление, Па

R – универсальная газовая постоянная, равна 8,314 Дж/(моль·К)

н.у. – нормальные условия, P_0 = 101,325 кПа или $1{,}013 \cdot 10^5$ Па; температура T = 273,15 К или t = 0 °С, V_0 = 22,4 л/моль или $22{,}4 \cdot 10^{-3}$ м^3/моль

Станд. – стандартное состояние

В – валентность

Ме – металл

Неме – неметалл

ОВР – окислительно-восстановительная реакция

v – скорость реакции, моль/л·с – время

1. ПОНЯТИЯ, ЗАКОНЫ И СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ В РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЯХ

1.1. Основные понятия химии

Химия – наука о веществах, их свойствах, химических превращениях, сопровождающихся изменением состава, строения, энергетического состояния.

Объектом изучения химии являются химические элементы и их соединения. **Химический элемент** – это совокупность атомов одного вида с одинаковым зарядом ядра. **Молекула** – наименьшая частица вещества, состоящая из атомов, определенным образом связанных между собой и обладающая его основными свойствами. **Современное определение** – это совокупность электронейтральных частиц, образующих упорядоченную структуру посредством химических связей. Например: Cl_2, H_2SO_4, $NaOH$ и др. **Вещество** – это любая совокупность атомов или молекул. **Индивидуальное вещество** – это любая совокупность атомов или молекул, находящаяся в определенном агрегатном состоянии.

Относительная атомная масса (A_r) – отношение массы атома – величина безразмерная, равная отношению массы атома к $1/12$ части массы атома ^{12}C.

Атомная единица массы (а. е. м.) равна $1/12$ части массы атома углерода ^{12}C:

$$1 \text{ а. е. м.} = 1{,}667 \cdot 10^{-24} \text{ г или } 1{,}667 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Относительная молекулярная масса химического элемента – величина, равная отношению средней массы атома элемента $m_a(X)$ к величине 1 а. е. м.

$$A_r(X) = \frac{m_a(X)}{1 \text{ а. е. м.}} \text{ или } m_a(X) = A_r(X) \cdot 1 \text{ а. е. м.},$$

где A_r – безразмерная величина. Значения атомных масс элементов в ПСХЭ Д.И. Менделеева.

Относительная молекулярная масса вещества (M_r) – величина, равная отношению массы молекулы вещества к $1/12$ части массы атома ^{12}C:

$$M_r = \sum A_r.$$

M_r численно равна сумме относительных атомных масс всех атомов, входящих в состав молекулы, которую можно изобразить данной формулой.

$$M(A_aB_bA_c) = aA_r(A) + bA_r(B) + cA_r(C)$$

Моль — количество вещества, содержащее столько молекул, атомов, ионов, электронов или других структурных единиц, сколько содержится атомов в 12 г изотопа ^{12}C. В 12 г углерода ^{12}C содержится $6{,}02 \cdot 10^{23}$ структурных единиц данного вещества: молекул или др. частиц. Это число обозначается N_A и называется постоянной Авогадро.

Молярная масса — масса одного моля вещества, равная отношению массы вещества к количеству вещества:

$$M = \frac{m}{n}$$

Молярный объем — объем одного моля вещества, равный отношению объема вещества к количеству вещества:

$$V_m = \frac{V}{n}$$

Относительная плотность газа — величина, показывающая, во сколько раз масса одного газа больше массы другого газа, взятого при тех же условиях.

Относительная молекулярная масса — масса молекулы вещества, выраженная в атомных единицах массы. Численно равна молярной массе вещества.

Относительная атомная масса — масса атома химического элемента, выраженная в атомных единицах массы. Численно равна молярной массе вещества.

Относительная плотность газа — величина, показывающая, во сколько раз масса одного газа больше массы другого газа, взятого при тех же условиях.

Относительная молекулярная масса — масса молекулы вещества, выраженная в атомных единицах массы. Численно равна молярной массе вещества.

Относительная атомная масса — масса атома химического элемента, выраженная в атомных единицах массы. Численно равна молярной массе вещества.

Относительная плотность газа — величина, показывающая, во сколько раз масса одного газа больше массы другого газа, взятого при тех же условиях.

Относительная молекулярная масса — масса молекулы вещества, выраженная в атомных единицах массы. Численно равна молярной массе вещества.

Относительная атомная масса — масса атома химического элемента, выраженная в атомных единицах массы. Численно равна молярной массе вещества.

Относительная плотность газа — величина, показывающая, во сколько раз масса одного газа больше массы другого газа, взятого при тех же условиях.

Относительная молекулярная масса — масса молекулы вещества, выраженная в атомных единицах массы. Численно равна молярной массе вещества.

Относительная атомная масса — масса атома химического элемента, выраженная в атомных единицах массы. Численно равна молярной массе вещества.

Относительная плотность газа — величина, показывающая, во сколько раз масса одного газа больше массы другого газа, взятого при тех же условиях.

Относительная молекулярная масса — масса молекулы вещества, выраженная в атомных единицах массы. Численно равна молярной массе вещества.

Относительная атомная масса — масса атома химического элемента, выраженная в атомных единицах массы. Численно равна молярной массе вещества.

1.2. Законы стехиометрии.

Закон сохранения массы и энергии: а) масса вещества, вступающих в реакцию, равна массе полученных веществ, образующихся в результате реакции (М.В. Ломоносов, 1748; А. Лавуазье, 1789),

б) в замкнутой системе сумма масс и энергий постоянна (М.В. Ломоносов, 1756).

Закон постоянства состава (Ж. Пруст, 1801): каждое химически – чистое сложное вещество имеет данный и только данный качественный состав независимо от способа его получения (для веществ молекулярного строения, состоящих из молекул – *молекулярное*).

Вещества – молекулярного строения, состоящие из молекул

Закон кратных отношений (Дж. Дальтон, 1803): если два элемента образуют между собой несколько соединений, то на одно и то же количество атомов одного элемента приходятся атомы другого элемента, относящиеся между собой как небольшие целые числа. Из этого следует, что в состав молекул входят целое число атомов.

Закон простых объемных отношений (Ж. Л. Гей-Люссак, 1808): объемы вступающих в реакцию газов, при одинаковых условиях, относятся друг к другу и к объемам образующихся газообразных продуктов, как небольшие целые числа. Объемы газов равны, если равны, то говорят, что в равных объемах газов H_2, Cl_2, O_2, N_2 и др. содержится одинаковое число молекул.

Закон Авогадро (1811): в равных объемах различных газов при одинаковых температуре и давлении содержится одинаковое число молекул.

Из закона Авогадро вытекают два следствия:

- при нормальных условиях 1 моль любого газа занимает объем 22,4 л, называемый молярным объемом газа ($V_м$)

$$v = \frac{V}{v_м}$$

плотности $\rho = \frac{m}{V}$ двух газов при одних и тех же давлении и температуре можно пропорциональны их молярным массам:

$$\frac{m_1 V_2}{m_2 V_1} = \frac{M}{M_2} = D,$$

где D – относительная плотность

$$D = \rho_1 / \rho_2.$$

Газовые законы (законы идеальных газов).

Состояние данной массы газа определяется температурой t, давлением P и объемом V. Условия нормальные (н.у.): давление $P_0 = 101{,}325$ кПа или $1{,}0 \cdot 10^5$ Па; $t = 0$ °C или $T = 273{,}15$ K. Объем газа, который занимает 1 моль этого газа при н.у., обозначается V_0 и при условиях 22,4 л/моль = $22{,}4 \cdot 10^{-3}$ м³/моль.

Объединенный газовый закон Бойля-Мариотта и Гей-Люссака для вычисления объема газа при данных условиях, если известен его объем при других условиях, определяется формулой

$$PV / T = \text{const}.$$

Если осуществляется переход от нормальных условий или наоборот, то:

$$PV / T = P_0V_0 / T_0, \text{ где } T_0 = 273{,}15 \text{ K}.$$

Молярный объем газа выражается из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$pV = nRT, \text{ или } pV = \frac{m}{M} \cdot RT,$$

где R — универсальная газовая постоянная, равная 8,314 Дж/(моль·K).

Закон эквивалентов (И. Рихтер, 1793).

Современная формулировка: вещества реагируют и образуются в количествах, пропорциональных их эквивалентам. Эквивалент — это реальная или условная частица вещества, которая может замещать, присоединять или высвобождать один ион водорода в кислотно-основных или ионообменных реакциях, или отдавать, принимать или быть каким-либо другим способом эквивалентна одному иону водорода в кислотно-основных или ионообменных реакциях, или одному электрону в окислительно-восстановительных реакциях.

В формульной единице H_nX вещества может содержаться 1, 2, 3, ..., Z эквивалентов вещества. Число Z называют числом эквивалентности (или эквивалентным числом).

Для обозначения доли участия частицы в реакции (кислотно-основной, ионообменной или окислительно-восстановительной) вводят фактор эквивалентности ($f_{экв}$). Число, показывающее, какая часть (доля) от реальной или другой частицы вещества может присоединять, высвобождать или быть каким-либо другим способом эквивалентна одному иону водорода в кислотно-основных или ионообменных реакциях, или одному электрону в окислительно-восстановительных реакциях, называется фактором эквивалентности ($f_{экв}$). Формулы расчета фактора эквивалентности приведены в табл. 1.

Фактор эквивалентности ($f_э$) – это безразмерное число, которое может не иметь единиц измерения. Число эквивалентности Z связано с фактором эквивалентности $f_э$ следующим отношением:

$$Z = 1/f_э \quad \text{или} \quad f_э = 1/Z$$

Фактор эквивалентности какой-либо частицы (XI) можно составить, если принять за фактор эквивалентности f формульную единицу вещества X_n, где фактор числа эквивалентности частицы X в данной молекуле (ионе) $n_э$ равен:

$$f(XI) = f_э(X) \cdot n_э(X).$$

Расчет фактора эквивалентности ($f_э$) приведен в таблице 1.

Таблица 1

Расчет фактора эквивалентности ($f_э$)

Тип реакции	Фактор эквивалентности	Пример
Обмен	$f_э = 1/(n_э(X) \cdot z(X))$ где $n_э(X)$ – число эквивалентности X	$f_э(Al_2(SO_4)_3) = 1/6$ $f_э(NH_4Cl) = 1/1$
Протолитические реакции	$f = 1/n_э(X)$ где $n_э(X)$ – число эквивалентности X (число протонов, участвующих в реакции, или число ионов OH^-, эквивалентное данному количеству X)	$f_э(H_2S) = 1/2$; $f_э(NaOH) = 1/1$; $f_э(H_3PO_4) = 1/3$; $f_э(Ca(OH)_2) = 1/2$; $f_э(HCl) = 1/1$; $f_э(H_2SO_4) = 1/2$
Окислительно-восстановительные реакции	$f_э = 1/n(e^-)$; где $n(e^-)$ – число электронов, участвующих в реакции окислителя (восстановителя) с данным веществом	Окислительная полуреакция: $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$; $f_э(K_2Cr_2O_7) = 1/6$
Кислотно-основные реакции	$f_э = 1/n(e^-)$; где $n(e^-)$ – число электронов, участвующих в реакции окислителя (восстановителя) с данным веществом	Окислительная полуреакция: $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$; $f_э(K_2Cr_2O_7) = 1/6$
Осаждение	$f_э = 1/n(e^-)$, где $n(e^-)$ – число электронов, участвующих в реакции или $f_э(X) = 1/n_э(X)$, где $n_э(X)$ – число ионов X, участвующих в реакции или $f_э = 1/n_э$, где $n_э$ – число ионов, участвующих в реакции X – ион, образующий осадок с ионом осадителя	Окислительная полуреакция: $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$; $f_э(KMnO_4) = 1/5$ Реакция осаждения: $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow$; $f_э(BaCl_2) = 1/2$
Комплексообразование	$f_э = 1/n_э(X)$, где $n_э(X)$ – число ионов X, участвующих в реакции	$f_э(Fe^{3+}) = 1/3$

[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

Энергию $E_{ион}$, как видно из рисунка, можно определить как энергию, которая соответствует точке пересечения касательной к кривой $E_{ион}$ с осью ординат. Эта точка называется потенциалом ионизации $I_{ион}$ и является объективной характеристикой $E_{ион}$.

Молярная масса ионизированных частиц ($M_{ион}$) – это сумма молярных масс нейтральных частиц и массы электрона. Последняя величина пренебрежимо мала по сравнению с молярной массой частицы, поэтому

$$M_{ион} = M_{нейтр}$$

Молярная масса нейтральной частицы рассчитывается по формуле:

$$M_{нейтр} = A_r \cdot M$$

Между молярной массой, массой электрона и электростатическим взаимодействием существует соотношение:

$$M_{ион} (X) = M(X) - M(e)$$

1.3. Адиабатическое расширение идеального газа.

Равновесное состояние системы. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа

1) газ состоит из большого числа частиц, которые находятся в непрерывном движении;

2) молекулы газа занимают пренебрежительно малую долю объема;

3) молекулы газа не взаимодействуют друг с другом;

4) время столкновения молекул друг с другом пренебрежительно мало по сравнению со временем между столкновениями;

5) средняя кинетическая энергия газа пропорциональна абсолютной температуре.

Описание причин отклонения реальных газов от идеального – основная задача молекулярно-кинетической теории, опирающейся на представление о строении вещества.

При очень высоких температурах (10^4 К и выше) газ переходит в особое состояние, называемое плазмой. Свойства плазмы в принципе существенно отличаются от свойств обычных газов и подчиняются законам, открытым физикой. Поэтому плазму можно рассматривать как четвертое состояние вещества. В этом состоянии газ содержит положительно заряженные ионы и электроны и поэтому обладает электронной проводимостью.

атов. Появление ионов и электронов в плазме обусловлено диссоциацией молекул при очень высоких температурах.

$N_2 \rightarrow N^+ + e$

Характерное свойство плазмы — ее электропроводность, что позволяет проводить в плазме химические реакции, требующие высоких энергий. Плазма получается разными способами. При воздействии магнитного и электрического полей на ионизированный газ возникают плазменные потоки — струи.

Жидкое состояние вещества. Расстояния между молекулами значительно меньше, чем в газах. Удерживаются вместе за счет межмолекулярных сил и конденсированных сил. Жидкости непрозрачны, поэтому можно наблюдать изменение показателя преломления при прохождении света. К свойствам жидкостей относятся: вязкость — сопротивление взаимному перемещению частиц, поверхностное натяжение (Дж/м^2) — энергия, необходимая для образования новой поверхности, текучесть и испарение при нагревании.

Твердое состояние вещества. Вещество в твердом состоянии находится в аморфном или кристаллическом состоянии. Аморфные вещества (стекло, смолы, полимеры, пластмассы, силикагель и др.) изотропны, т.е. имеют одинаковые свойства во всех направлениях, имеют неупорядоченное расположение частиц, обладают текучестью.

Кристаллическое состояние характеризуется дальним порядком. Монокристаллы характеризуются анизотропностью, т.е. имеют разные свойства в разных направлениях в кристалле. Металлы, большинство органических веществ, многие минералы

Изменение состояния. При нагревании разреженных газообразных веществ до высоких температур, как правило, происходит диссоциация молекул газов, молекулы распадаются на атомы, при этом переходит в специфическое состояние, с повышенной проводимостью — плазма, обладающая высокой энергией. Ионы образуются в низкотемпературной плазме в результате отщепления электронов, способных к дальнейшим химическим реакциям. Поэтому можно обнаружить такие ионы, как CH_3^+, H_3^+, NH_4^+, N_2^+ и т.п. Количество и интенсивность энергии частиц, обладающих высокой энергией, превышает аналогичные параметры газообразных молекул. Но наиболее существенны различия между плазмой и газом, заклю-

какое-либо электрическое и магнитное полей большой напряженности. При этом движение частиц в зоне становится не прерывным, и приводит ему в виде прерывную форму, точно так вначале с поля турбулентности

Контрольные вопросы

1. Понятие плазмы и какие виды плазмы вы знаете. Плазма, ее свойства и применение в технике. Получение плазмы. Плазма и ее применение в технике. Плазма и ее применение в технике.

2. Состояние вещества. Агрегатные состояния вещества. Состояние вещества.

3. Какие состояния вещества

а) твердое, жидкое и газообразное

б) твердое, жидкое и газообразное

в) твердое, жидкое и газообразное

г) твердое, жидкое и газообразное

д) твердое, жидкое и газообразное

е) твердое, жидкое и газообразное

ж) твердое, жидкое и газообразное

4. Плазма: физические свойства и ее применение. Плазма: физические свойства и ее применение. Плазма: физические свойства и ее применение.

5. Магнитные и электрические свойства вещества.

6. Какие состояния вещества. Твердое и жидкое тело от вещества.

7. Газообразное состояние вещества.

8. Жидкое состояние вещества.

9. Твердое состояние вещества.

10. Плазменное состояние.

2. СТРОЕНИЕ АТОМА И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

2.1. Квантово-механическая модель строения атома. Периодический закон и периодическая система Д. И. Менделеева

Атом — сложная система электронов, ядерная энергия, состояние и изменение которых подчиняется законам квантовой механики. Квантово-механическая модель атома характеризуется тем, что отрицательно заряженные электроны

Размер (объем) атомного ядра: [illegible]

Масса протона и нейтрона: [illegible]

Строение ядра химического элемента (изотопы, изобары) характеризуется зарядом ядра и массовым числом. Заряд ядра обозначается буквой Z, массовое число — буквой A. Массовое число равно сумме протонов и нейтронов (табл. 2).

Таблица 2

Массы, заряды и относительные массовые числа

Частица, символ, заряд	Масса, кг	Относительная масса	Заряд, Кл	Заряд, относительный
Протон p, ядро	[illegible]	[illegible]	[illegible]	+1
Нейтрон n, ядро	[illegible]	[illegible]	0	0
Электрон e, внешняя оболочка	[illegible]	0,00055 или 1/1836 массы протона	[illegible]	−1

Общее число протонов в ядре атома — зарядовое число Z.

Атом в целом электронейтрален: $Z p^+ = Z e^-$.

Величина положительного заряда ядра и количество электронов равны порядковому (атомному) номеру элемента (Z) в ПСЭ Д. И. Менделеева:

$$Z = \text{заряд ядра атома} = \Sigma p^{+} = \Sigma \bar{e}.$$

Общее число протонов (Z) и нейтронов (N) в ядре называют массовым числом (A)

$$A = Z + N; \; A \approx A_r.$$

На рисунке 1 представлен состав ядра атома натрия.

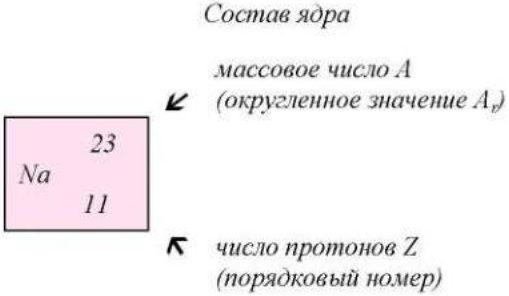


Рис. 1. Состав ядра атома натрия

Протонно-нейтронная теория строения ядер.

Ядра атомов состоят из протонов и нейтронов, которые взаимопревращаясь, являются различными состояниями нуклона.

Протоны удерживаются в ядре ядерными силами. Это чрезвычайно большие силы, действующие на очень коротких расстояниях (порядка 10^{-15} м) и превосходящие силы отталкивания. С расстоянием ядерные силы очень быстро ослабевают. Ядра атомов можно рассматривать как сгустки очень плотной материи. Ядро атома водорода составляет один протон, гелия – α-частица. С ростом числа нуклонов ядра становятся неустойчивыми и проявляют свойство радиоактивности. Масса атома сосредоточена в ядре и складывается из суммы масс протонов и нейтронов, а масса электрона приблизительно в 2000 раз меньше массы протона.

Ядро невероятно прочное образование и не имеет определенных границ.

Современные модели ядра атома:

- модель оболочек – протоны и нейтроны заполняют определенные оболочки, напоминает модель электронных оболочек;

• орбиталь – одно – с помощью спина с волновыми функциями

• электрон – образование электронов из атомов.

• соединение – в ядре есть остов и оболочка, заполненные нуклонами, а также внешние нуклоны. Между внутренними и внешними нуклонами существует взаимодействие

Валентность – количественная мера способности атомов данного элемента присоединять к себе некоторое определённое число других атомов или образовывать определённое число химических связей.

В природе встречается сравнительно небольшое число элементов, или используемых элементов, ядра атомов которых не имеют заряда. Примеры F^{-}, Na^{+}, Al^{3+}, V^{5}, Mn^{7}, Br^{5}.

Число элементов, имеющих различные валентные состояния, приведено в таблице 3.

Таблица 3

Число элементов, имеющих различные состояния

Число элементов	10	3	6	5	4	10	2	2	1
Число различных валентных состояний	1	2	3	5	6	7	8	9	10

Валентны все ядра, имеющие собственный заряд

^{1}H – протий ^{2}D – дейтерий ^{3}T – тритий

Валентность химического элемента в природе обычно не смеси состояний. Атомная масса элемента характеризует среднее значений масс всех его природных изотопов, с учётом их распространённости

Валентность – это количественная мера способности атомов химических свойств элементов. Скорость движения электрона 10^{7} м/с была 1–100 км в секунду. Центробежная сила движения электрона уравновешивается силой электростатического притяжения электрона к ядру. Для электрона невозможно с достаточной точностью одновременно определить и координату и скорость, как в классической механике. Орбиталь – это определенное пространство в малой части пространства. Данное понятие характеризует орбиталь функцией, т.е. форму, энергию и ориентацию в пространстве. Атом – это простая химическая частица, обычно состоящая из ядра и электронов. Ядро характеризуется зарядом, массой, скоростью движения, энергией и другими свойствами

Для описания свойств электрона используют волновую функцию, которую обозначают греческой буквой Ψ (пси). Квадрат модуля $|\Psi|^2$, вычисленный для определенного момента времени и определенной точки пространства, пропорционален вероятности нахождения электрона в этой точке в заданное время. Величина $\Psi|$ показывает качественную вероятность нахождения электрона в точке пространства с координатами x, y, z.

Орбиталь — часть пространства, в которой наиболее вероятно нахождение электрона (*облако*).

Так как электрон имеет определенный запас энергии, то его орбиталь представляет собой пространственный энергетический уровень.

Различают различные различные энергетические уровни, которые образуют электронные слои. Каждому электронному слою соответствует определенный уровень энергии находящихся на нем электронов, поэтому электронные слои часто называют энергетическими уровнями. Таким образом, в атомах любой из определенных уровней энергии электронов

Для характеристики состояния электрона в атоме вводят квантовые числа: *главное орбитальное, магнитное и спиновое*.

Магнитное число — характеризует пространственную ориентацию данной орбитали относительно направления внешнего магнитного поля.

Главное квантовое число n — определяет возможные энергетические состояния электрона в ряде орбиталей, а также определяет расстояние от ядра до электрона. Принимает целочисленные значения от 1 до ∞ (физически n — от 1 до 7, т.е. наибольшее значение номера энергетического уровня элемента). Энергетические уровни нумеруются арабскими цифрами (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) или буквами (K, L, M, N, O, P, Q).

Наименьшей энергией электрон будет обладать при n=1. С увеличением n энергия электрона и размеры электронного облака (орбитали) возрастают.

Побочное (орбитальное) квантовое число l может принимать целые значения от 0 до n−1 (l = 0, 1, 2, 3, ...), всего n значений. Определяет форму орбитали.

В таблице 1 приведены значения главного квантового числа n и побочного *l*.

Таблица 1

Значения квантовых чисел – n и ℓ

Значение n	1	2	3	4
Значение ℓ	0	0, 1	0, 1, 2	0, 1, 2, 3
Буквенное обозначение	*s*	*s, p*	*s, p, d*	*s, p, d, f*

Подуровень $\ell = 0$ называется s-подуровень,

$\ell = 1$ – p-подуровень,

$\ell = 2$ – d-подуровень,

$\ell = 3$ – f-подуровень.

Число подуровней на данном энергетическом уровне равно номеру уровня.

Энергетический подуровень составляют электроны с одинаковыми значениями орбитального квантового числа. Каждому значению орбитального квантового числа соответствует определенная форма электронного облака (орбитали).

Электронные облака *s*-электронов имеют сферическую форму, *p*-электронов – гантелеобразную форму, *d*-электронов – форму четырехлепестковой розетки, *f*-электроны имеют еще более сложную форму (рис. 2).

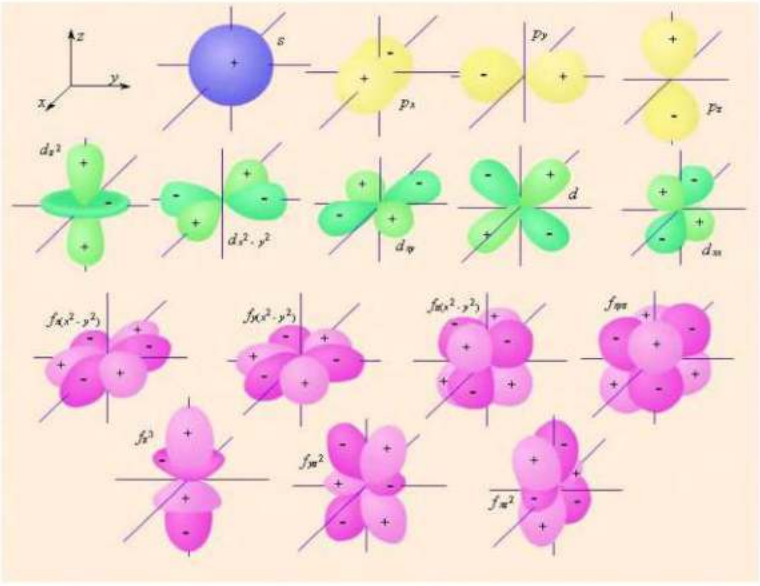


Рис. 2. Формы электронных облаков для различных состояний электронов

Магнитное квантовое число m_ℓ характеризует пространственную ориентацию орбиталей относительно друг друга. Принимает любые целые значения от $-\ell$ до $+\ell$, включая нулевое, т.е. $m=2\ell+1$ значений.

В таблице 5 представлены значения побочного ℓ и магнитного m_ℓ квантовых чисел.

Таблица 5

Значения квантовых чисел – ℓ и m_ℓ

Значение ℓ	0(s)	1(p)	2(d)	3(f)
Значение m_ℓ	0	–1, 0, +1	–2, –1, 0, +1, +2	–3, –2, –1, 0, +1, +2, +3

Каждая атомная орбиталь (АО) может характеризоваться тремя квантовыми числами n, ℓ и m_ℓ.

Условно атомную орбиталь обозначают в виде квантовой ячейки □.

Соответственно для:

s-подуровень, $m_\ell = 0$; одна АО;

p-подуровень, $m_\ell = -1, 0, +1$; три АО;

d-подуровень, $m_\ell = -2, -1, 0, +1, +2$; пять АО;

f-подуровень, $m_\ell = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$; семь АО.

Спиновое квантовое число m_s. Каждый электрон также характеризуется собственным механическим моментом движения, который получил название *спина.* Спиновое квантовое число m_s имеет только два значения +½ и –½. Положительные и отрицательные значения спина связаны с его направлением. Электроны с разными спинами обычно обозначаются противоположно направленными стрелками ↑↓.

Таким образом, состояние электрона в атоме полностью характеризуется четырьмя квантовыми числами n, ℓ, m_l, и m_s.

Запись распределения электронов в атоме по уровням, подуровням и орбиталям получила название электронной формулы элемента. Например, электронная формула для водорода – $1s^1$, лития – $1s^22s^1$, бора – $1s^22s^22p^1$, магния – $1s^22s^22p^63s^2$.

При составлении электронных формул многоэлектронных атомов учитывают: *принцип минимальной энергии, принцип Паули, правила Гунда и Клечковского.*

Порядок заполнения атомных орбиталей электронами определяется принципом наименьшей энергии: наиболее устойчивому состоянию электронов в атоме соответствует минимальное значение их энергии. Заполнение орбиталей с минимальными уровнями энергии. Ближайшие к ядру.

Правило Клечковского. Увеличение энергии и соответственно заполнение орбиталей происходит в порядке возрастания суммы квантовых чисел $n + l$, при равной сумме — в порядке возрастания n. Это правило впервые сформулировал В. М. Клечковский и называется в следующей ред

$$\text{Ве} \to 2p \to 3p \quad \text{Ве} \to 3d \to 4p \to 4d \to 5p \to 6s \to 4f \to 5d \to 6p \to 7s \to 5f \to 6d.$$

Исключения составляют d- и f-элементы, а также некоторые другие, у которых наблюдается провал электрона, например Cu, Ag, Cl, Mo, Pd, Pt.

Правило Хунда. Согласно которому в атоме не может быть двух электронов, обладающих одинаковым набором квантовых чисел. Иными словами, на каждой орбитали может быть не более двух электронов, причем они должны иметь противоположные (антипараллельные) спины.

Правило Клечковского состоит в этапе правильно заполнения орбиталей и дает правильную последовательность заполнения электронами энергетических подуровней. Согласно этому правилу заполнение орбиталей электронами происходит в порядке возрастания суммы главного и орбитального квантовых чисел ($n + l$). Последовательность заполнения орбиталей электронами определяется правилом Клечковского. Согласно этому правилу, чем меньше сумма $n + l$, тем ниже энергия орбитали. Если для двух орбиталей эта сумма одинакова, то сначала заполняется орбиталь с меньшим значением n.

Правило Хунда. В соответствии с этим правилом заполнение орбиталей одного подуровня электронами происходит таким образом, чтобы суммарный спин электронов был максимальным. Это означает, что электроны стремятся занять свободные орбитали, прежде чем образовать пары. Поскольку электроны имеют одинаковый заряд, они отталкиваются друг от друга. Поэтому, чтобы минимизировать энергию системы, электроны предпочитают находиться на орбиталях, которые находятся как можно дальше друг от друга. Это приводит к тому, что электроны занимают орбитали с одинаковой энергией, но с разными спинами. После того как все орбитали будут заняты одним электроном, начинается заполнение орбиталей вторым электроном с противоположным спином.

Четыре электронных семейства элементов — по подуровню заполняющейся электронами оболочки (рис. 7):

s-элементы — заполняется электронами *s*-подуровень внешнего уровня. К ним относятся первые два элемента каждого периода;

p-элементы заполняется электронами *p*-подуровень внешнего уровня. Это водород, 5 элементов второго периода, кроме первого;

d-элементы заполняется электронами *d*-подуровень второго снаружи уровня, а на внешнем уровне остается один или два электрона. К ним относятся элементы вторичных групп большого периода, расположенные между *s*- и *p*-элементами, их также называют переходными элементами;

Рубидий — заполняется электронами 5-подуровень третьего квантового уровня, а на внешнем уровне остается два электрона. Это показано на рисунке

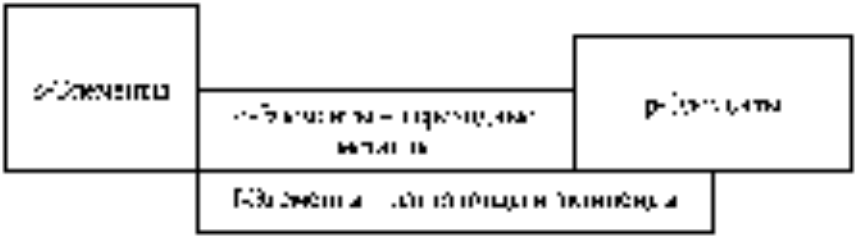


Рис. 3 Взаимодействие частиц в плазме газового лазера ГСЧ

На рисунке 4 представлена схема составления электронной конфигурации атома азота N.

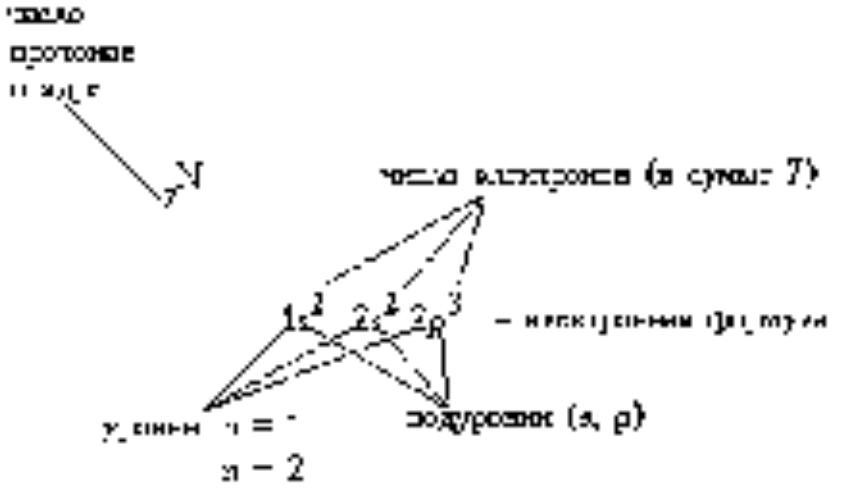


Рис. 4 Схема составления электронной конфигурации атома N

Наш соотечественник Дмитрий Иванович Менделеев задолго до того, как было доказано строение атома, сформулировал в 1869 г. периодический закон. *Периодический закон* – фундаментальный закон природы, описывающий изменение свойств химических элементов, а также форм и свойств соединений элементов, находящихся в периодической зависимости от величины атомных масс элементов.

Периодическая система – естественная классификация химических элементов, отражающая периодический закон и объективно отражает электронное строение атомов.

Генри Мозли (англ. Физик – создатель метода рентгеновской спектроскопии, установил (1913), что порядковый номер элемента (заряд ядра атома) является природной константой элемента и ПСЭ стал, по сути, классификацией химических элементов на основе заряда ядра атома. Физический смысл периодического закона: свойства элементов зависят от заряда ядра их атомов. Открытие Мозли подтвердило правильность периодической системы.

Современная формулировка закона: свойства химических элементов, а также образованных ими простых и сложных веществ находятся в периодической зависимости от величины заряда ядра их атомов.

Каждый элемент в ПСЭ Д. И. Менделеева имеет определенное место – клетку в системе. Номер периода показывает, сколько энергетических уровней имеют атомы данного элемента. Номер группы показывает, сколько электронов находится на внешнем энергетическом уровне.

В таблице химических элементов расположены последовательно по возрастанию их порядковых (атомных) номеров, элементы с аналогичными свойствами находятся в вертикальных столбцах, называемых группами. Группа объединяет элементы с одинаковым числом электронов на внешнем энергетическом уровне.

Периодическая система элементов состоит из семи периодов, восьми групп и подгрупп. Группа – это совокупность элементов с одинаковой высшей валентностью. Подгруппа объединяет элементы, сходные по химическим свойствам. Каждый период (кроме первого) начинается щелочным металлом и заканчивается инертным газом. Первый период содержит 2 элемента, второй и третий по 8 элементов. Каждый период – ряд элементов, расположенных в порядке возрастания заряда ядра атома и расположенных друг за другом, с общим числом электронных уровней. Периодическая система элементов Менделеева состоит из 7 периодов: первый, второй и третий – малые, остальные – большие. Каждый период, кроме первого, начинается щелочным

как четвертый и пятый содержат по 18 элементов, шестой и седьмой — по 32 элемента, из которых по 14 элементов помещены в таблицы. В 2016 г. ИЮПАК утвердил полное заполнение последних ячеек седьмого периода синтезированных всех элементов 113 нихоний Nh основоположник Япония – Японии, 115 – московий Mc (в честь города Москва), 117 – теннессин Ts (в честь штата Теннесси), и 118 – оганесон Og (в честь академика РАН Ю. Оганесяна).

В периодической системе применяются электронные конфигурации элементов.

В случае периода с 1 по 3 и седьмого периода содержится по 8 электронов, что составляет максимальную массу электронов на внешней оболочке. Причем элементы 8 группы с полностью заполненными подгруппами. Подгруппа элементов, которые имеют конфигурацию ns^2np^6, называются благородными газами. К главной подгруппе (подгруппа А) относятся подгруппы элементов второго периода: Li, Be, B, C, N, O, F и подгруппы благородных газов. К побочной подгруппе (подгруппа В) принадлежат d- и f-элементы.

Группа элементов – это вертикальный ряд элементов, атомы которых имеют одинаковое число электронов на внешнем электронном слое, равное номеру группы. В главных подгруппах находятся элементы малых периодов, а также с ними же химическими свойствами элементы больших периодов.

Подгруппа элементов – это вертикальный ряд элементов, которые имеют одинаковое число электронов на d-подуровне предпоследнего слоя и s-подуровне внешнего слоя. Это число обычно равно номеру группы.

Благородные элементы – это элементы, атомы которых имеют целую группу (или две) из восьми уровней и больше не содержат электронов.

Полное число электронов, которые могут находиться на орбиталях данного уровня, определяется формулой $2n^2$, где n – номер уровня.

В периодической системе элементы расположены в 18 группах, а на образование ядер атомов от 2 до 12 уровней необходимо от номера третьего (рис. 5).

2.2 Электронные строения элементов и их положение в периодической системе.

Первый период ($n = 1$, $\ell = 0$) состоит из двух элементов H ($1s^1$) и He ($1s^2$).

Во втором периоде ($n = 2$, $\ell = 0, 1$) заполняются s- и p-орбитали от Li до Ne. Элементы называются соответсвенно s- и p-элементами.

В третьем периоде появляются пять d-орбиталей ($n = 3$, $\ell = 0, 1, 2$). Пока они вакантны, и третий период, как и второй, содержит восемь p-элементов элементов от Na до Ar.

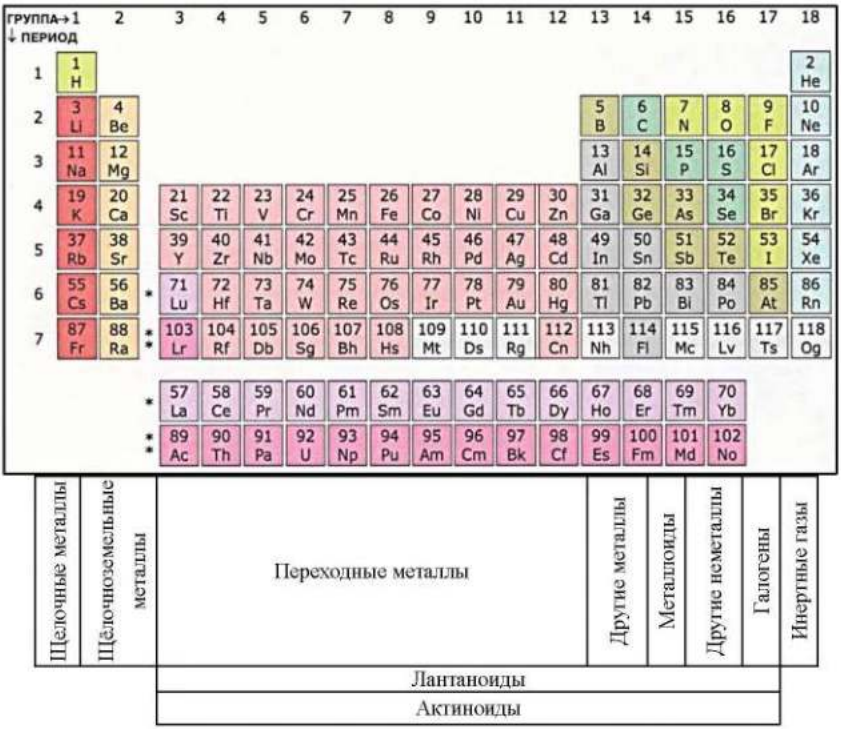


Рис. 5. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева (длиннопериодный вариант)

Следующие за аргоном калий и кальций имеют на внешнем уровне 4s-электроны (четвертый период и аналогичный ему – пятый). Появление 4s-электронов при наличии свободных 3d-орбиталей обусловлено экранированием ядра плотным $3s^2 3p^6$-электронным слоем. В связи с отталкиванием от этого слоя внеш-

них электронов два более и больше электронов [Ar]4s^1 и [Ar]4s^2-состояния. [Ar] – краткая запись электронной формулы аргона, остальное – конфигурация внешнего слоя. Следующие K и Ca и Mn и Mg подчеркивают аналогичность этих элементов.

При дальнейшем увеличении заряда у следующего за калием элемента Sc 3d-состояние оказывается энергетически более выгодным, чем 4p, поэтому и называется 3d-орбиталь. Из правила К. М. Клечковского – порядок заполнения орбиталей определяется по сумме главного (n) и орбитального (l) чисел. При равенстве сумм сначала заполняется уровень с меньшим n и с большим l, а потом с большим n и меньшим l. Так у K и Ca заполняется 4s-орбиталь (n + l = 4 + 0 = 4), а потом у Sc заполняется 3d-орбиталь (n + l = 3 + 2 = 5).

Значения чисел n при увеличении порядкового номера Z в каждом периоде Z также меняются различным образом. Так для элементов K и Ca (Z=19 и 20) внешние 3d-орбитальный вышележащий 4p, а для элементов с Z>21 внешние 3d-орбитальный ниже, чем 4p. Начиная со скандия (Z=21), заполняется 3d-орбиталь и по всему ряду 3d-элементов 4s-электроны (кроме Cr и Cu четвертого периода) ряду от Sc до Zn все десять элементов металлы с одной схожей внешней электронной, как правило, 2, за счет внешних 4s-электронов. Общая электронная формула этих элементов – $3d^{n-10}4s^{n-8}$. Для хрома и меди небольшое изменение приводит к электронной конфигурации $3d^5 4s^1$ и $3d^{10}4s^1$. Такое расположение электронов характерно также Mo, Ag, Au, Pt и у других элементов и объясняется близостью энергий 4s- и 3d-орбиталей и отсутствием интервала между ними, приводящим к «провалу» электрона.

Для элементов шестого периода цезия (Z=55) и бария (Z=56) электронами заполняется 6s-подуровень. У лантана (Z=57) один электрон оказывается на 5d-подуровень после чего заполнение этого подуровня прекращается, и начинает заполняться 4f-подуровень. Семь орбиталей 4f-подуровня могут быть заняты 14 электронами. Это происходит у атомов элементов лантаноидов с Z=58 по 71. Поскольку у этих элементов заполняется глубинный 4f-подуровень третьего снаружи уровня, они обладают крайне близкими химическими свойствами. Следующие (Z=72) незаполненным остается

5d-подуровень и заполняется у ртути (Z=80), после чего электроны

элементов 6р-подуровень. Заполнение уровня завершается у инертного элемента (Z=86). В шестом периоде 32 элемента.

Седьмой период – для элементов электронная структура внешнего энергетического уровня аналогична шестому периоду. Начало заполнения 7s-подуровня у франция (Z=87) и радия (Z=88) электронами, затем по отсчету по 6d-подуровень, после которого начинает заполняться 5f-подуровень 14 электронами. Эти элементы у актиния называют актиноидами в ряду 90-103. Шесть d-элементов после этого заполняют 6d-подуровень.

Итак, строение атомов обусловливает два важных вывода:

1) периодическое изменение свойств элементов – в периоде с ростом порядкового номера усиливаются неметаллические свойства и ослабевают металлические (рис. 6)

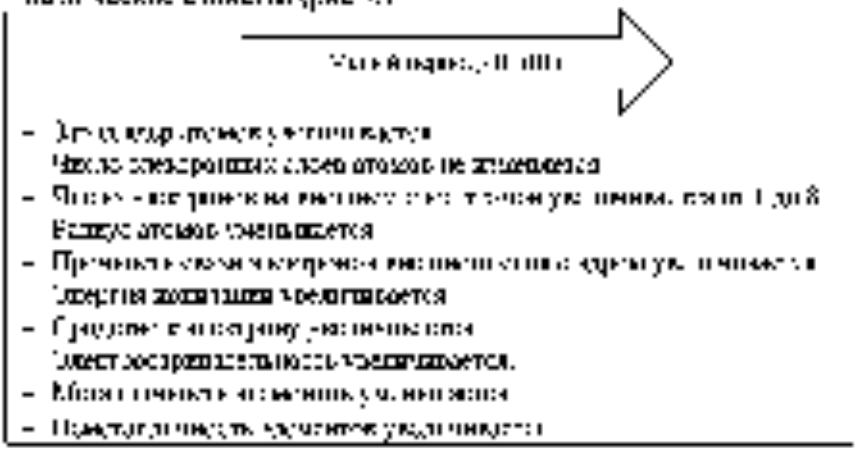
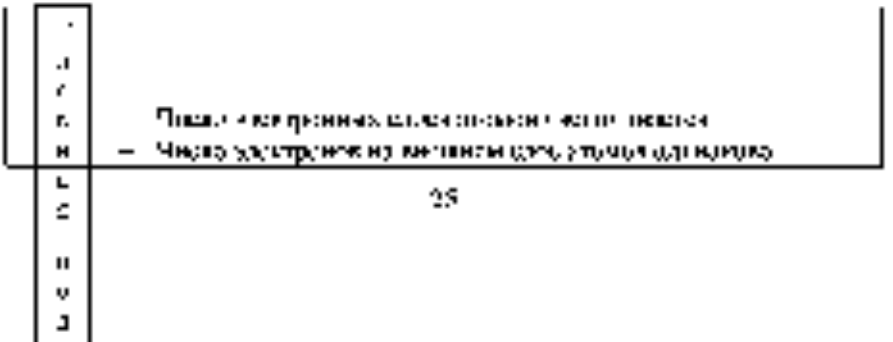


Рис. 6. Изменение свойств и характеристик элементов в малых периодах слева направо

2) изменение свойств элементов по вертикали – в группе с ростом порядкового номера усиливаются металлические свойства и ослабевают неметаллические (рис. 7)



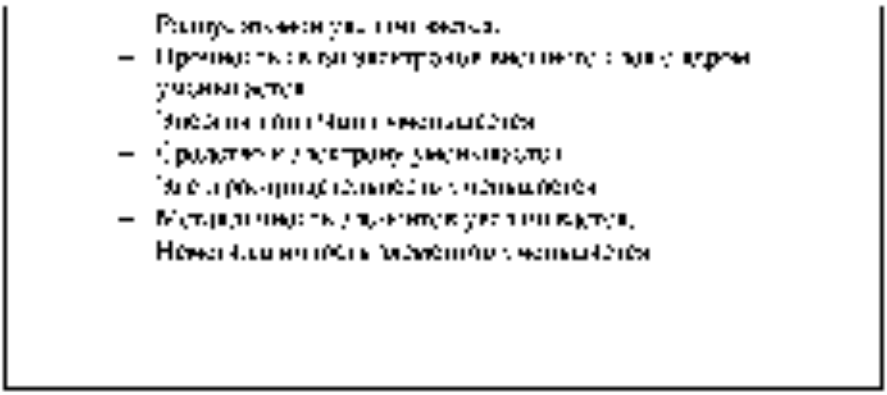


Рис. 7. Изучаемые свойства и характеристики элементов в главных подгруппах

Вопросы для контроля

1. Периодический закон и периодическая система Д. И. Менделеева.
2. Изменение свойств элементов в малых периодах.
3. Изменение свойств и характеристик элементов в главных подгруппах.
4. Электронное строение атомов.

5. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОЛЕКУЛ

5.1. Виды и характеристики химической связи

Крупным шагом в развитии представлений о строении молекул явилась теория химического строения органических соединений, выдвинутая в 1861 г. великим русским ученым А. М. Бутлеровым.

Основные положения этой теории сводятся к следующему:

1) Атомы в молекулах соединены друг с другом в определенной последовательности.

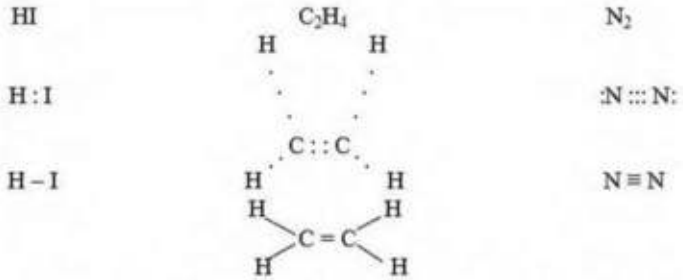
2) Свойства веществ зависят не только от их состава, но и от химического строения, т. е. от порядка соединения атомов в молекулах и характера их взаимного влияния.

Эти теоретические положения послужили основой для многих, но далеко не всех, открытий в химии, и поэтому они входят фундаментальную теорию химии и остаются химической связи.

Под химической связью понимается совокупность взаимодействий, обусловливающих устойчивое существование двух и многоатомных систем, состоящих из ядер атомов, взаимодействующих между собой. В зависимости от природы химической связи различают ионную, ковалентную и металлическую. Кроме того, между

молекулами возникает водородная химическая связь, и происходят Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия.

Для изображения химических связей используются октетные формулы, когда электроны изображаются точками, и структурные формулы – связи – обозначаются черточками. Например,



Ионная связь (Коссель, 1916). Химическая связь, возникающая между катионом и анионом за счет электростатического притяжения, называется ионной или электровалентной.

Такая связь возникает при большой разнице в электроотрицательностях связываемых атомов ($\Delta\chi > 2$), когда менее электроотрицательный атом почти полностью отдает свои валентные электроны и превращается в катион, а другой, более электроотрицательный атом, эти электроны присоединяет и становится анионом. Например, в хлориде натрия NaCl разность электроотрицательностей атомов равна:

$$\Delta\chi = 3{,}0(\mathrm{Cl}) - 0{,}9(\mathrm{Na}) = 2{,}1.$$

Атом Na (1 электрон на внешнем уровне) и атом Cl (7 внешних электронов) превращаются в ионы Na^+ и Cl^- с завершенными внешними электронными оболочками (по 8 электронов), между которыми возникает электростатическое притяжение, т.е. ионная связь (рис. 8).

$$_{+11}\mathrm{Na}\ 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \qquad \mathrm{Na}^0 - \bar{e} \rightarrow \mathrm{Na}^+$$
$$_{+17}\mathrm{Cl}\ 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 \qquad \mathrm{Cl}^0 + \bar{e} \rightarrow \mathrm{Cl}^-$$

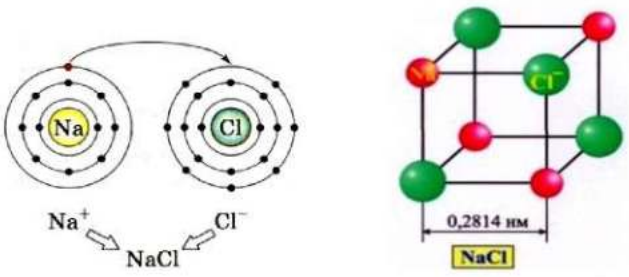


Рис. 8. Схема образования ионной химической связи на примере хлорида натрия (NaCl)

Ионная связь не имеет пространственной направленности, так как каждый ион связан с некоторым числом противоионов, сила действия которых зависит от расстояния (закон Кулона). Поэтому ионно-связанные соединения не имеют молекулярного строения и представляют собой твердые вещества, образующие ионные кристаллические решетки, с высокими температурами плавления и кипения, они высокополярны, часто солеобразны, в водных растворах электропроводны. Соединений с чисто ионными связями практически не существует.

Ионная связь возникает между типичными металлами I и II группа (А) и типичными неметаллами VI иVII группа (А). В органических соединениях ионные связи встречаются довольно редко, т.к. атом углерода не склонен ни терять, ни приобретать электроны с образованием ионов.

Ковалентная связь. В органических соединениях этот тип связи является основным. Ковалентная связь возникает между атомами с относительно малыми различиями в электроотрицательностях ($\Delta\chi < 2$), например, С и Н, С и О, С и N, С и Cl, N и О и т.п., которые образуют химическую связь за счет общей электронной пары:

H : H C : C C : H C : O.

Связь, образованная путем обобществления пары электронов связываемых атомов, называется *ковалентной*. Эта связь может рассматриваться как электростатическое притяжение ядер двух атомов к общей электронной паре. В зависимости от степени различий в электроотрицательностях связанных атомов ковалентные связи подразделяются на полярные и неполярные. Слабополярные

связи (с ростом увеличивается Δy) ее свойства близки к ионной: поэтому их часто объединяют в одну группу. Ковалентная связь, в отличие от ионной, обладает определенной направленностью (в пространстве), и насыщаемостью взаимодействующих атомов, которая ограничивает их количество:

Cl Cl. [] Cl[].

Ионная связь почти отсутствует между малыми зарядами ионов Na+Cl-.

Для молекулярных соединений характерно молекулярное строение. Молекулярные кристаллические решетки, как правило, относительно низкие температуры плавления и кипения. Такие соединения могут иметь полярные, слабополярные и неполярные, по растворимости, проводимости и химической активности.

Характерные свойства ковалентной связи — направленность, насыщаемость, полярность, поляризуемость — определяют химические и физические свойства органических соединений.

Направленность связи обусловлена тем, что электронные орбитали имеют определенную форму и ориентацию в пространстве. Угол между двумя связями называют валентным.

Насыщаемость — способность атомов образовывать ограниченное число ковалентных связей. Количество связей, образуемых атомом, ограничено числом его внешних орбиталей.

Полярность связи обусловлена неравномерным распределением электронной плотности вследствие различий в электроотрицательностях атомов. По этому признаку ковалентные связи подразделяются на неполярные и полярные.

Поляризуемость связи — подвижность ее электронов связи под влиянием внешнего электрического поля, в том числе и другой реагирующей частицы. Поляризуемость определяется подвижностью электронов. Электроны тем подвижнее, чем дальше они находятся от ядер.

Поляризуемость и полярность ковалентных связей определяют реакционную способность по отношению к полярным реагентам.

Количественно охарактеризовать характер и прочность связи можно, используя энергию связи и длину связи.

- Энергия связи — энергия, выделяющаяся при образовании, или необходимая для разрушения двух связанных атомов. Энергия связи характеризует ее прочность.

- Длина связи — расстояние между центрами связанных атомов. Чем меньше длина, тем прочнее химическая связь.
- Дипольный момент связи (μ) — векторная величина, характеризующая полярность связи ($\mu = q \cdot l$, где q — заряд, l — длина диполя).

Длина вектора равна произведению длины связи l на эффективный заряд q, который приобретают атомы для компенсации электронной плотности ($|\mu| = q \cdot l$). Как и у валентного угла, дипольный момент молекулы равен нулю, если векторная сумма дипольных моментов всех связей.

Направленность связей в пространстве характеризуется

- валентным углом (например, в воде $H-O-H$ угол $\approx 104,5°$, в CO_2 $O=C=O$ угол $180°$);
- длиной связи (расстояние между ядрами атомов, например, $H-H$ $0,074$ нм, $C-C$ $0,154$ нм).

Неполярная ковалентная связь

Неполярная (симметричная) ковалентная связь — связь между атомами с равной электроотрицательностью ($\Delta\chi = 0$), т. е. общие электронные пары принадлежат одинаково обоим атомам.

H_2, F_2, Cl_2, $O=O$, $N\equiv N$ и т.п.

Неполярными являются также связи между одинаковыми атомами в группах органических веществ.

Например, связи $C-C$ в молекуле H_3C-CH_3.

Дипольный момент неполярных связей равен 0.

Связи между одинаковыми атомами, имеющими различное окружение, называются относительно.

Например, H_3C-CH_2-H (дипольный момент μ), $H_3C-COOH$ (уксусная кислота) (дипольные моменты связей $C-C$ 2,7 D и 1,7 D) являются относительно

Связь $C-H$ в предельных углеводородах (например, в CH_4) считается практически неполярной, т.к.

$\Delta\chi = 2,5 - 2,1 = 0,4$ (дипольный момент связи 0,3 D)

Следует отметить, что в непредельных углеводородах ($CH_2=CH_2$, $CH\equiv CH$, $RC\equiv CH$ и т.п.) электроотрицательность углерода выше, и связь $C-H$ более полярна (особенно, если атом H связан с углеродом, имеющим тройную связь: $H-C\equiv C-H$, $RC\equiv C-H$).

Полярная ковалентная связь

Полярная (несимметричная) ковалентная связь – связь между атомами с различной электроотрицательностью ($2 > \Delta\chi > 0.5$) и несимметричным распределением электронной пары.

Электронная плотность такой связи полностью или частично смещена к более электроотрицательному атому, что приводит к появлению на нем частичного отрицательного заряда (δ^- (дельта минус)), а на менее электроотрицательном атоме – частичного положительного заряда (δ^+ (дельта плюс)).

$$C\cdots Cl\ C\cdots O\ C\cdots N\ O\cdots H\ C\cdots Mg\cdots$$

Направление смещения электронной плотности также стрелкой

$$C \rightarrow Cl,\ C \rightarrow O,\ C \rightarrow N,\ O \leftarrow H,\ C \leftarrow Mg$$

Чем больше различие в электроотрицательности атомов, образующих связь, тем выше полярность связи и больше ее дипольный момент. Между противоположными по знаку частичными зарядами действуют дополнительные силы притяжения, увеличивая прочность связи.

Полярность связей влияет на химические и физические свойства соединений. От полярности связи зависят механизм реакции и даже реакционная способность всех связей. Полярность связи может привести к возникновению молекул таким образом, что центры тяжести положительных и отрицательных зарядов не совпадают в пространстве.

σ-Связи.

При образовании ковалентной связи в молекулах органических соединений s- и p-электроны могут перекрываться, образуя σ-связи (σ-МО). Плотность σ-электронов симметрична относительно оси, проходящей через ядра связанных атомов (т.е. при осевом перекрывании АО).

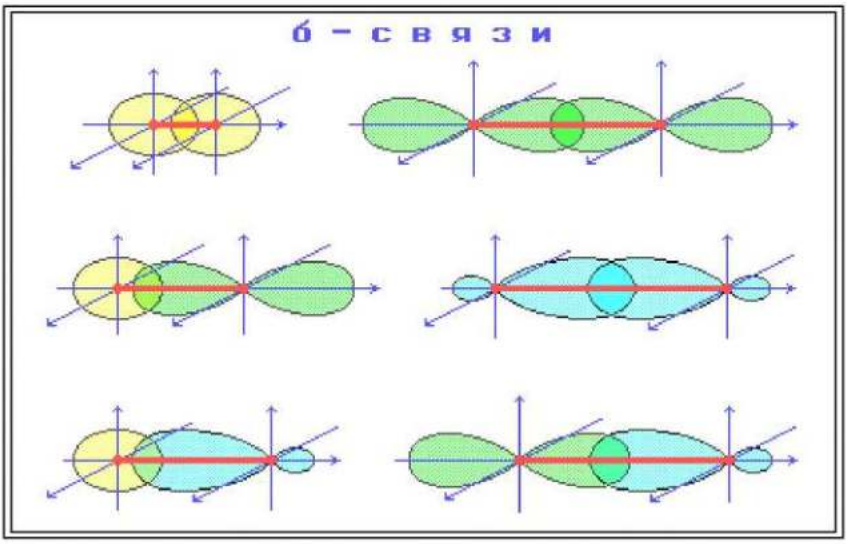


Рис. 9. Строение σ-связи

- π-Связь – ковалентная связь, возникающая при боковом перекрывании негибридных р-АО. Такое перекрывание происходит вне прямой, соединяющей ядра атомов (рис. 10).

π-Связи возникают между атомами, уже соединенными σ-связью (при этом образуются двойные и тройные ковалентные связи). П-Связь слабее σ-связи из-за менее полного перекрывания р-АО.

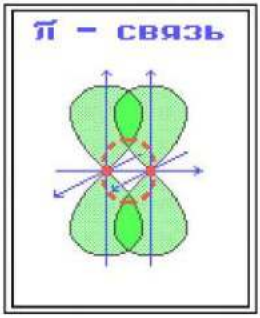


Рис. 10. Строение π-связи

Различное перекрывание σ- и π-молекулярных орбиталей определяет характерные особенности σ- и π-связей.

1) σ-Связь прочнее π-связи. Это обусловлено более эффективным боковым перекрыванием АО при образовании π-МО и нахождением π-электронов вне межъядерного пространства.

2) По σ-связям возможно внутримолекулярное вращение атомов, т.к. форма σ-МО допускает такое вращение без разрыва связи. Вращение π-связей затруднено, т.к. при этом нарушается перекрывание π-орбиталей.

3) Электроны на π-МО, находясь вне межъядерного пространства, обладают большей подвижностью по сравнению с σ-электронами. Поэтому π-электроны легче поляризуются действием внешнего электрического поля.

Связь между атомами образуется при перекрывании только валентных орбиталей с образованием молекулярных орбиталей (МО).

Различают два механизма образования ковалентной связи:

• обменный механизм – в образовании связи участвуют по одной валентной атомной орбитали, и общая электронная пара принадлежит в равной степени по одному электрону;

• донорно-акцепторный механизм – образование связи происходит за счет пары электронов атома-донора и вакантной орбитали атома-акцептора.

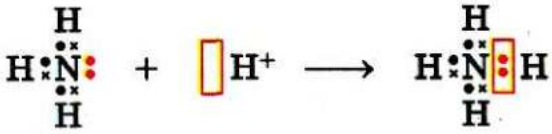
Молекулы простых веществ из неполярной и полярной связи образования электронной пары за счет обобществления неспаренных электронов, называются обменной.

Вещества с неполярной ковалентной связью неполярные. Это газы – типичные неметаллы (H_2, F_2, Cl_2, O_2 и др.). Неполярными являются и многие симметрично построенные молекулы сложных веществ, хотя связи между атомами в них полярные, например CO_2.

Вещества с полярной ковалентной связью – газы, жидкости, твердые вещества. Они растворимы в воде и полярных растворителях.

Ковалентная связь по донорно-акцепторному механизму. Донорно-акцепторная связь возникает за счет двухэлектронного облака одного атома и свободной орбитали другого атома. Например, в соединении хлорида аммония NH_4Cl или $[NH_4]Cl$, в ионе аммония NH_4^+

У атома азота: +7N $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$ на внешнем, втором энергетическом уровне, находятся 5 электронов. Два s-электрона спаренные и 3 неспаренные:

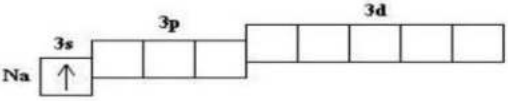


Донор **Акцептор** **Донорно-акцепторная связь**

В ионе аммония все связи равнозначны. Атом, предоставляющий неподеленную электронную пару, называется *донором* (азот), а атом, принимающий ее на свободную орбиталь, называется *акцептором* (водород): $[Al(OH)_4]^-Na^+$, HNO_3, $C{\equiv}O$, H_3O^+.

Металлическая связь. Возникает между атомами металлов. Металлы имеют избыток свободных орбиталей и небольшое количество валентных электронов.

У Na валентный электрон ($3s^1$) может занимать одну из девяти свободных орбиталей: одна *s*, три *p* и пять *d*:



В кристаллической решетке валентные орбитали перекрываются.

Валентные электроны делокализованы, обобществлены, свободно перемещаются по орбиталям, осуществляя связь, и называются электронным газом:

$$Me \rightleftarrows Me^{n+} + n\bar{e}.$$

Связь не имеет направленности.

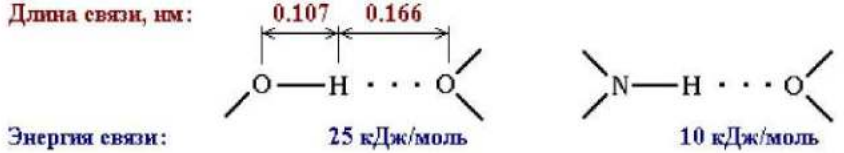
Физические свойства металлов определяются особенностями металлической связи.

Общее с ковалентной связью – валентные электроны обобщаются, но не двумя, а всеми атомами кристалла.

В газообразном состоянии атомы металлов в молекулах связаны между собой ковалентной связью.

Водородная связь. Атом водорода, связанный с сильно электроотрицательным элементом (азотом, кислородом, фтором и др.), испытывает недостаток электронов и поэтому способен взаимодействовать с неподеленной парой электронов другого электроотрицательного атома этой же или другой молекулы. В результате возникает *водородная связь*, которая графически обозначается тремя точками:

Эта связь значительно слабее других химических связей (энергия ее образования 10-40 кДж/моль) и в основном определяется электростатическим и донорно-акцепторным взаимодействиями:



Водородные связи влияют на физические и химические свойства вещества.

Водородные связи влияют на физические (температура кипения и температура плавления, летучесть, вязкость, спектральные характеристики) и химические (кислотно-основные) свойства соединений.

Межмолекулярные водородные связи обусловливают ассоциацию молекул, что приводит к повышению температур кипения и плавления вещества. Например, этиловый спирт C_2H_5OH, способный к ассоциации, кипит при +78,3°С, а диметиловый эфир CH_3OCH_3, не образующий водородных связей, лишь при -24°С (молекулярная формула обоих веществ C_2H_6O).

Образование водородных связей с молекулами растворителя способствует улучшению растворимости. Так, метиловый и этиловый спирты (CH_3OH, C_2H_5OH), образуя водородные связи с молекулами воды, неограниченно в ней растворяются.

Внутримолекулярная водородная связь образуется при благоприятном пространственном расположении в молекуле соответствующих групп атомов и специфически влияет на свойства. Например, водородная связь внутри молекул салициловой кислоты повышает ее кислотность.

Водородные связи играют исключительно важную роль в формировании пространственной структуры биополимеров (белков, полисахаридов, нуклеиновых кислот), что в значительной степени определяет их биологические функции.

Свойства связи.

Полярность связи – степень смещения электронной плотности, приводящего к возникновению разнополярных полюсов. Молекула с ковалентной связью может быть неполярной, если связанные этой связью атомы имеют одинаковые электроотрицательности:

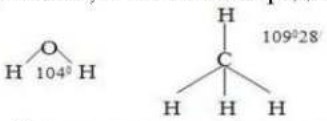
$$H_3C–CH_3 \qquad H–H.$$

Если же один из атомов обладает большей электроотрицательностью, то электронная плотность в этом случае будет смещена в его сторону. Такая молекула будет полярной. Например,

$$H_3C \rightarrow Cl.$$

Поляризуемость – способность связи изменять свою полярность под действием внешнего электромагнитного поля. Такое поле может создавать и атакующий реагент, и растворитель.

Направленность – образование связи происходит не в любых направлениях пространства, а только в определенных.



Углы, которые образуют ковалентные связи между собой, – *валентные углы*.

Длина связи (*l*; нм) – расстояние между ядрами атомов.

Кратность связи – количество электронных пар, связывающих два атома или группу атомов. Чем больше кратность, тем меньше длина связи и больше энергия.

Энергия (Е, кДж/моль) – это та энергия, которая выделяется при образовании химической связи или поглощается при ее разрыве. Чем выше энергия связи, тем прочнее связь.

Образование ковалентной связи можно рассматривать в рамках двух методов квантовой химии: *метода валентных связей (ВС) и метода молекулярных орбиталей (МО).*

Метод валентных связей (ВС). Льюис (американский ученый) в 1916 г. предположил, что химическая связь образуется за счет обобществления двух электронов с противоположно направ-

ленными спинами, принадлежащих двум атомам. При этом электронная оболочка атома стремится по строению к электронной оболочке инертного газа. Ковалентная связь тем прочнее, чем в большей степени перекрываются электронные облака.

При совпадающем направлении спинов сближение атомов приводит к непрерывному возрастанию энергии системы и связь не образуется. При противоположно направленных спинах на энергетической кривой имеется минимум, т.е. образуется устойчивая система – молекула водорода H_2 (рис. 11).

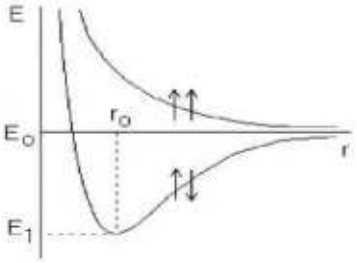


Рис. 11. Зависимость энергии от расстояния между атомами водорода при однонаправленных и противоположно направленных спинах

Волнистые линии на схеме показывают, что в молекуле водорода каждый электрон занимает место в квантовых ячейках обоих атомов, т.е. движется в силовом поле, образованном ядрами атомов водорода (рис. 12).

Метод ВС позволяет понять способность атомов к образованию определенного числа ковалентных связей, объясняет направленность ковалентной связи. Однако, в ряде случаев метод ВС не может объяснить природу образующихся химических связей или приводит к неверным заключениям о свойствах молекул.

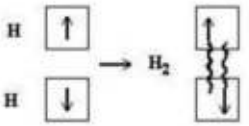
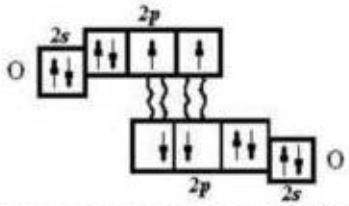


Рис. 12. Схема расположения электронов в молекуле водорода

Так, согласно методу ВС, все ковалентные связи осуществляются общей парой электронов. Но, было установлено существование иона H_2^+. Так как в его состав входит только один электрон, то никакой электронной пары в этом случае образоваться не может. Таким образом, метод ВС не дает удовлетворительного объяснения существованию иона H_2^+.

Образование молекулы O_2 описывается методом ВС следующим образом:



Согласно такому описанию, молекула O_2 не содержит неспаренных электронов. Однако магнитные свойства кислорода указывают на то, что в молекуле O_2 имеются два неспаренных электрона.

Подобные факты получают более или менее удовлетворительное объяснение на основе метода молекулярных орбиталей (МО).

Метод молекулярных орбиталей (МО) исходит из предположения, что состояние электронов в молекуле может быть описано как совокупность молекулярных электронных орбиталей, каждой из которых соответствует определенный набор молекулярных квантовых чисел. Если атомные орбитали (АО) обозначаются s, p, d, f, то МО – σ, π, δ, φ. Если образование МО требует затраты энергии, то образующуюся МО называют *разрыхляющей*, если образование МО сопровождается выделением энергии – *связывающей*.

В образовании молекулы водорода H_2 с точки зрения метода МО (рис. 13), при достаточном сближении атомов водорода, происходит перекрывание их электронных орбиталей, при этом из двух одинаковых ls-орбиталей образуются две молекулярные орбитали: одна из них от сложения атомных орбиталей, другая от их вычитания.

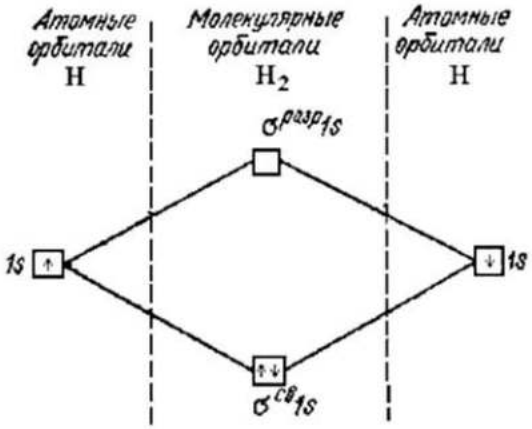


Рис. 13. Энергетическая схема образования молекулы водорода

Из шести исходных 2р-орбиталей образуются шесть МО: три связывающих и три разрыхляющих. В молекуле кислорода O_2 в образовании химических связей принимают участие по четыре 2р-электрона каждого атома, следовательно, всего на МО должны перейти восемь электронов (рис. 14). Шесть из них занимают три связывающие МО, а две размещаются на разрыхляющих МО.

Кратность связи в методе МО принято определять по числу связывающих электронов, участвующих в ее образовании: два связывающих электрона соответствуют простой связи, 4 – двойной и т.д. При этом разрыхляющие электроны компенсируют действие соответствующего числа связывающих электронов.

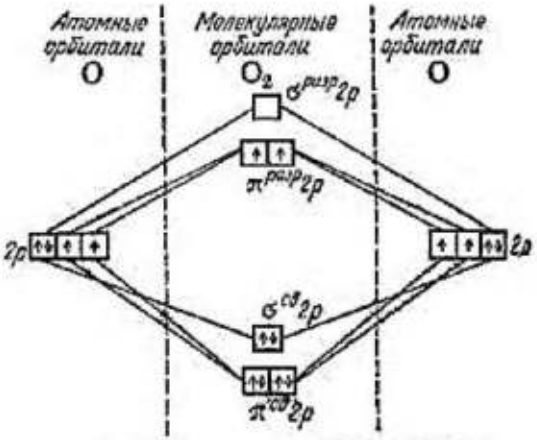


Рис. 14. Энергетическая схема образования молекулы кислорода

Так, если в молекуле кислорода O_2 имеются 6 связывающих и 2 разрыхляющих электрона, то избыток числа связывающих электронов над числом разрыхляющих равен четырем, что соответствует образованию двойной связи.

Из схемы (рис. 14) видно, что в молекуле O_2 присутствуют два неспаренных электрона, чем и объясняются парамагнитные свойства кислорода.

Теория гибридизации была предложена в 1931 г. амер. Л. Полингом. Гибридизация – смешение и выравнивание электронных облаков по форме и энергии. В зависимости от того, какие виды электронных облаков и сколько участвует в гибридизации, различают типы гибридизации.

1) ***sp^3-Гибридизация.*** При этой гибридизации происходит смешение одной 2s- и трех 2p-орбиталей. В результате образуются четыре одинаковые гибридные орбитали, имеющие большую электронную плотность по одну сторону ядра. Все четыре гибридные орбитали строго ориентированы в пространстве – во взаимоперпендикулярных плоскостях, создавая геометрическую фигуру – тетраэдр, так как они расположены относительно друг друга под углом 109°28′. Такая геометрия обеспечивает минимальное отталкивание между четырьмя связывающими парами электронов атома углерода в молекуле метана CH_4 (рис. 15).

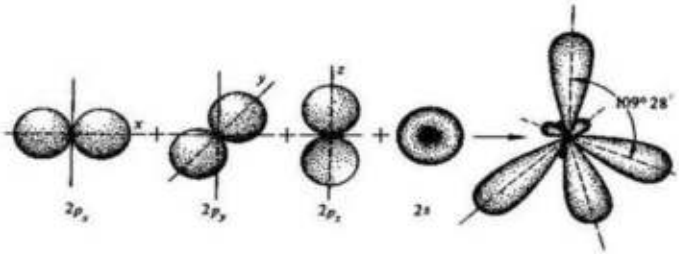


Рис. 15. Sp^3-Гибридизация молекулы метана CH_4

2) ***sp^2-Гибридизация***. Эта гибридизация – результат смешения одной 2s- и двух 2p-орбиталей. При этом образуются три гибридные орбитали, расположенные в одной плоскости под углом 120° друг к другу (плоскость равностороннего треугольника). Третья 2p-орбиталь, не принимающая участия в гибридизации, сохраняет свою прежнюю форму и располагается в плоскости, перпендикулярной плоскости гибридных орбиталей. На схеме (рис. 16) показано образование σ- и π-связей в молекуле этилена C_2H_4.

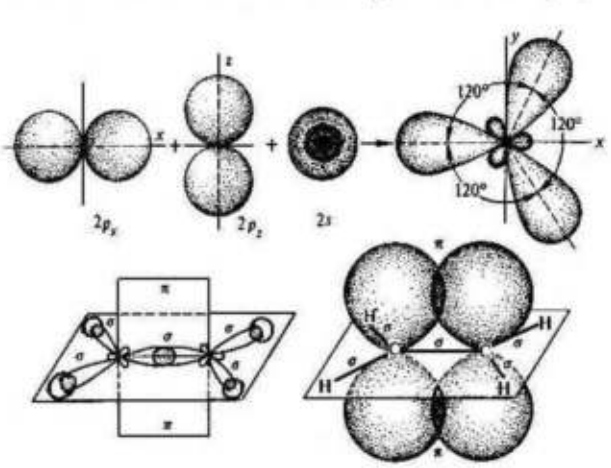


Рис. 16. Образование σ- и π-связей в молекуле этилена C_2H_4

3. ***sp-Гибридизация***. При смешении одной 2s- и одной 2p-орбитали образуются две гибридные орбитали, расположенные на одной прямой линии. Остальные две 2p-орбитали, не участвующие в гибридизации, расположены во взаимно перпендикулярных

плоскостях. На схеме (рис. 17) изображено образование σ- и π-связей в молекуле ацетилена C_2H_4.

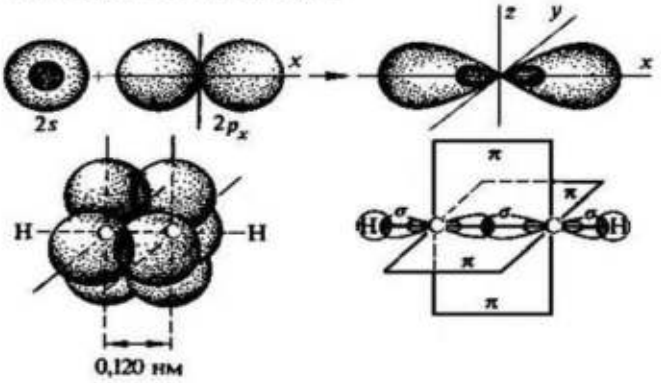
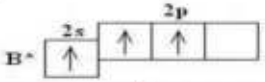


Рис. 17. Образование σ- и π-связей в молекуле ацетилена C_2H_4

Процесс гибридизации характерен и для молекул неорганических соединений.

Атом бора в молекуле фторида бора BF_3 находится в состоянии sp^2-гибридизации.



Здесь вместо исходных одной s- и двух p-орбиталей атома бора образуются три равноценные sp^2-орбитали. Поэтому молекула BF_3 построена в форме правильного треугольника, в центре которого расположен атом бора, а в вершинах – атомы фтора. Все три связи B–F в молекуле BF_3 равноценны.

Основные характеристики атомов – это радиус, энергия ионизации, сродство к электрону и электроотрицательность.

В периоде *атомные радиусы* элементов уменьшаются слева направо, из-за увеличения силы притяжения электронов к ядру с увеличением его заряда. В группе сверху вниз атомные радиусы возрастают, из-за увеличения числа электронных уровней. Радиусы положительно заряженных ионов меньше, а радиусы отрицательно заряженных ионов больше радиусов соответствующих атомов:

$$r_{\text{аниона}} > r_{\text{атома}} > r_{\text{катиона}}$$

$$F^- < Cl^- < Br^- < I^-.$$

Энергия, необходимая для удаления одного моля электронов от одного моля атомов какого-либо элемента, называется энергией ионизации. Это та энергия, которую нужно затратить, чтобы оторвать электрон от атома или иона в газообразном состоянии. Энергия ионизации возрастает по периоду периодической системы, т. к. при этом растет заряд ядра, увеличивается число электронов, а радиус уменьшается, вследствие уменьшения радиуса атомов и роста числа электронов на внешнем электронном слое.

Атомы могут не только отдавать, но и принимать электроны. Энергия, выделяющаяся при присоединении 1 моль электронов к 1 моль атомов, называется сродством к электрону. Сродство к электрону измеряется в тех же единицах, что и энергия ионизации. Чем ближе элемент к концу периода, тем больше сродство к электрону. Сродство к электрону для элементов VIIA группы больше, чем для элементов IA группы. Это означает, что атомы галогенов легче присоединяют электроны, чем атомы щелочных металлов.

Электроотрицательность (ЭО) — это способность атома в молекуле притягивать к себе общую электронную пару.

Электроотрицательность является более общей характеристикой, нежели сродство к электрону. Чем меньше электроотрицательность элемента, тем сильнее выражены его основные свойства, и наоборот. Электроотрицательность имеет условный характер, используется для объяснения типа химической связи и свойств соединений. Л. Полинг (1932) при своих вычислениях принял значение ЭО фтора равное 4,0 и все остальные элементы получили ЭО относительно фтора. Позднее ЭО была принята 3,98. Наибольшее значение ЭО имеет фтор — 4,0. У инертных газов ЭО отсутствует. Можется составить ряд электроотрицательности.

Согласно Р. Мэллинену (США) ЭО равна полусумме энергии ионизации и энергии сродства к электрону.

3.2. Комплексные соединения и их структура

Наиболее ярко свойства элементов проявляются в комплексных соединениях. Многие комплексные соединения получают по двум или трем реакциям, часто по одной, например:

$$Fe(CN)_2 + 4KCN \rightarrow K_4[Fe(CN)_6],$$
$$AlCl_3 + 6HOH \rightarrow [Al(H_2O)_6]Cl_3.$$

$$Fe + 5CO \rightarrow [Fe(CO)_5]$$

Комплексные соли эти электролиты образуют сложные ионы, которые существуют только в растворах:

$$[Cu(NH_3)_4]SO_4 \rightleftarrows [Cu(NH_3)_4]^{2+} + SO_4^{2-},$$

$$K_4[Fe(CN)_6] \rightleftarrows 4K^+ + [Fe(CN)_6]^{4-}$$

Теория строения комплексных соединений разработана швейцарским ученым А. Вернером.

Согласно теории А. Вернера в центре молекулы комплексного соединения находится центральный атом-комплексообразователь. Вокруг него расположены ионы или молекулы, называемые лигандами. Наибольшую склонность к комплексообразованию проявляют d-элементы. Вокруг центрального атома-комплексообразователя находятся противоположно заряженные ионы или молекулы, называемые лигандами, которые образуют внутреннюю сферу комплекса.

Лиганды, образующие с центральным атомом ковалентную связь, называются внутренней сферой комплексного соединения, которая обозначается квадратными скобками.

Число лигандов (внутренняя), которые координируются вокруг центрального атома-комплексообразователя, называется координационным числом. Координационные числа ионов $[Ag(NH_3)_2]^+$ и координационное число железа в $[Fe(CN_6)]^{4-}$ равно шести. Координационное число железа в $[Fe(CO)_5]$ равно пяти.

Наиболее характерные координационные числа для ионов различных элементов приведены в таблице 6.

Таблица 6

Характерные координационные числа

Заряд комплекса	Координационное число
0	Cr^{0}, Ni^{0}, Fe^{0}
+1	Li^{+}, Cu^{+}, Ag^{+}, Au^{+}, Tl^{+}, H^{+}
+2	Fe^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}, Ni^{2+}, Zn^{2+}, Pt^{2+}, Pd^{2+}, Cr^{2+}

Заряд комплексного иона равен алгебраической сумме зарядов комплексообразователя и лигандов. Например, заряд иона $[AuI_4]^-$ будет равен $1 \cdot (+3) + 4 \cdot (-1) = -1$.

Если лигандами являются электронейтральные молекулы, то заряд комплексного иона равен заряду комплексообразователя.

Иногда, кроме ионов, во внутреннюю сферу, обозначаемую квадратными скобками, входят молекулы воды. Если комплексный ион образован ионами и молекулами воды, то такие соединения называются аквакомплексами.

$[Cu(NH_3)_4]SO_4$, $[Ag(NH_3)_2]Cl$.

Если комплексный ион – анион, то во внешней сфере находятся катионы. Координационное число центрального иона определяется по сумме связей, образованных лигандами с центральным ионом.

$K_4[Fe(CN)_6]$, $Na[Ag(CN)_2]$, $NH_4[Au(CN)_4]$.

Номенклатура комплексных соединений.

Названия солей, содержащих комплексный катион, и солей, содержащих комплексный анион, начинаются по-разному.

1) Если в состав комплекса входит анион. Первым называют анион соли (сульфат, фосфат, хлорид и др.). Затем называют катион, то есть лиганды во внутренней сфере (лиганды-анионы с окончанием на «о»: OH – гидроксо, Cl – хлоро, NO_2 – нитро и т.д.). Перечисляют нейтральные лиганды, представленные своей нейтральной молекулой (NH – аммин, H_2O – аквамолекулы). Если лигандов несколько во внутренней сфере комплекса больше одного, то их количество указывают греческими числительными (2 – ди, 3 – три, 4 – тетра, 5 – пента, 6 – гекса и т.д.).

Последним называют центральный ион комплексообразователь, валентность которого указывают в римской транскрипции.

Если центральный ион имеет переменную валентность, то указанием степени окисления (цифрой в скобках) после названия комплексообразователя.

Например:

$[Ag(NH_3)_2]Cl$ – хлорид диамминсеребра (I),

$[Cu(NH_3)_4]SO_4$ – сульфат тетрамминмеди (II).

2) Если содержит в роли центрального иона (комплексообразователя) атом с переменной валентностью, то в скобках после названия комплексообразователя указывают количество их претензий (валентность). Затем называют комплексообразователь, используя латинское название элемента с окончанием «ат» (серебро – аргентум, золото – аурум, медь – купрум, железо – ферум, кобальт – кобальтум, никель – никколум, олово – станнум, свинец – плюмбум, платина – платинум, ртуть – меркурий). Перечисляют лиганды в алфавитном порядке, не учитывая их число. Например:

$K_4[Fe(CN)_6]$ – гексацианоферрат (II) калия.

$Na[Al(OH)_4]$ – тетрагидроксоалюминат (III) натрия.

Устойчивость комплексных соединений. Комплексные соединения – электролиты в водных растворах диссоциируют по типу сильных электролитов. К ним относятся вещества типа $[Cu(NH_3)_4]SO_4$, $[Cu(NH_3)_4](NO_3)_2$, $[Pt(NH_3)_4]Cl_2$. В водных растворах такие комплексы практически не дают простых ионов, характерных для данного элемента. Например:

$$[Ag(NH_3)_2]Cl \rightleftarrows [Ag(NH_3)_2]^+ + Cl^-,$$
$$K[Ag(CN)_2] \rightleftarrows K^+ + [Ag(CN)_2]^-$$

Комплексные ионы в свою очередь диссоциируют ступенчато, например:

$$[Ag(NH_3)_2]^+ \rightleftarrows Ag^+ + 2NH_3 \quad (а)$$
$$[Ag(CN)_2]^- \rightleftarrows Ag^+ + 2CN^- \quad (б)$$

Однако эти диссоциации обычно протекают в незначительной степени. Применяя закон действующих масс к каждой из этих обратимых реакций (а) и (б), можно получить выражения константы диссоциации комплексных ионов. Численные значения K даны для комнатной температуры:

$$\frac{[Ag^+]\cdot[NH_3]^2}{[Ag(NH_3)_2]^+} = K_{нестойкости} = 6{,}8\cdot10^{-8}$$

и

$$\frac{[Ag^+]\cdot[CN^-]^2}{[Ag(CN)_2]^-} = K_{нестойкости} = 1{,}0\cdot10^{-21}$$

Комплексы настойчивые комплексные ионы характеризуются очень небольшими величинами константы диссоциации. В приведенных примерах комплекс $[Ag(CN)_2]^-$ более прочен, чем комплекс $[Ag(NH_3)_2]^+$, так как имеет меньшую величину K.

Существуют комплексные соединения внутренней сферой которых являются нейтральные молекулы. Отличаются их типичные представители – так называемые двойные соли, например $K_2SO_4\cdot Al_2(SO_4)_3$. Представителями же комплексных солей являются соединения $[Al(NH_3)_6]^{3+}$. Диссоциация комплексных солей протекает по типу сильных электролитов. Например, $[Al(NH_3)_6]^{3+}$ диссоциирует на комплексный ион и ионы внешней сферы. Диссоциация комплексного иона протекает по типу слабого электролита.

Диссоциация $K_2[CuCl_4]\cdot 2H_2O$ протекает по уравнению

$$K_2CuCl_4 + 2H_2O \rightleftarrows 2K^+ + [CuCl_4(H_2O)_2]^{2-} + 2H_2O$$
$$[CuCl_4]^{2-} \rightleftarrows Cu^{2+} + 4Cl^-$$

Образование комплексных ионов металлов только в концентрированных растворах, а их устойчивость при комнатной температуре

$$K_{нестойк.} = \frac{[Cu^{2+}] \cdot [Cl^-]^4}{[CuCl_4^{2-}]} = 3 \cdot 10^{-4}.$$

Средняя величина $K_{нестойк.}[CuCl_4^{2-}]$ по порядку близка константе устойчивости иодного и хлоридных ионов меди, например $K_{уст}[CuCl_4^{2-}] = 2 \cdot 10^{-5}$. Тогда ясно, что $K_{уст}[CuCl_4^{2-}] < K_{уст}[CuCl_2(NH_3)_2]$ и при переходе от одного комплекса к другому, более устойчивому, равновесие смещается в сторону образования последнего.

Так как у большинства ионов координационное число больше заряда, то, кроме ионов сферы, входящих в состав внутренней, должны присутствовать комплексообразователь и лиганды. В качестве примера рассмотрим взаимодействие HNO_3 с $[Ag(NH_3)_2]Cl$. $[Ag(NH_3)_2]Cl$ существует подобно $[Ag(NH_3)_2]^+ + Cl^-$. Как известно, между ними существует равновесие:

$$[Ag(NH_3)_2]^+ \rightleftarrows Ag^+ + 2NH_3.$$

Азотная кислота, как сильная кислота, диссоциирует полностью на ионы:

$$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-.$$

Ионы H^+ и NH_3 в сфере реакции образуют слабый электролит NH_4^+. Поэтому равновесие $[Ag(NH_3)_2]^+$ полностью смещается вправо, в растворе накапливаются катионы Ag^+. А поскольку произведение растворимости $AgCl$ очень мало, концентрация ионов Ag^+ и Cl^-, превышая $ПР_{AgCl}$, $AgCl$ выпадает в осадок. Суммарную реакцию можно записать так:

$$[Ag(NH_3)_2]Cl + 2HNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + 2NH_4NO_3$$

или

$$[Ag(NH_3)_2]^+ + Cl^- + 2H^+ \rightarrow 2AgCl\downarrow + 2NH_4^+$$

Для характеристики комплексных соединений используется также величина, обратная константе нестойкости. Ее называют константой устойчивости ($K_{уст}$) или константой образования комплекса. Величины $K_{н}$ и $K_{уст}$ взаимосвязаны:

$$K_{уст} = \frac{1}{K_{н}}$$

Общая константа устойчивости комплексного иона $K_{общ}$ равна произведению констант ступенчатых стадий комплексообразования, т.е.

$$K_{общ} = K_1 \cdot K_2.$$

Для иона $[Ag(NH_3)_2]^+$

$$K_{общ} = K_1 \cdot K_2 = \frac{[[Ag(NH_3)_2]^+]}{[Ag^+]\cdot[NH_3]^2} = 1{,}5 \cdot 10^7$$

3.3 Значение комплексных соединений в биологии и сельском хозяйстве

К числу простейших природных комплексных соединений относятся хлорофилл, гемоглобин, различных ферментов, осуществляющих в клетке перенос электронов, протонов, фосфатных и других групп. Установлено, что почти все биологически важные вещества являются комплексными соединениями. Они играют важную роль для жизнедеятельности клетки, растительных и животных организмов, в частности для передачи наследственной информации и деятельности нервной системы.

Одно из важных применений комплексных соединений – получение различных металлов и минеральных удобрений. Доказано, что фиксация атмосферного азота, стимулирующая рост и развитие культурных растений, успешно осуществляется при участии комплексных соединений.

Вопросы для самоконтроля

1. Виды химической связи, характерные для комплексных соединений.
2. Донорно-акцепторный механизм образования связи.
3. Свойства комплексных соединений, их диссоциация в растворах.
4. Методы выделения комплексных соединений.
5. Теория гибридизации. Пространственная конфигурация комплексных соединений.
6. Понятие о константах нестойкости. Ряды нестойкости комплексных ионов.
7. Теория строения комплексных соединений А. Вернера.
8. Значение внутрикомплексных соединений. Соли комплексных кислот и комплексные основания.
9. Значение внутрикомплексных соединений. Соли комплексных оснований.
10. Константа нестойкости. Определение константы нестойкости.

4. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

4.1. Основные понятия химической термодинамики.

Термодинамика — наука о взаимопревращениях различных видов энергии и формах и свойствах, обусловленных работой и энергией при физических, химических, технологических превращениях.

Химическая термодинамика изучает:

- энергетические эффекты, сопровождающие протекание химических и физических процессов
- возможность самопроизвольного протекания

Термодинамика изучает:

Переходы энергии из одной формы в другую, от одной части системы к другой.

Энергетические эффекты, сопровождающие различные физические и химические процессы и зависимость их от условий протекания данных процессов.

Возможность, направление и предел самопроизвольного протекания процессов в данных условиях.

Химическая термодинамика

- изучает свойства веществ и их применения, происходящие при взаимном обмене их энергией и веществом.
- рассматривает химическую реакцию (продукты ← реагенты), как термодинамическую систему.
- решает следующие задачи:

расчет тепловых эффектов процессов на основе первого закона термодинамики

- определение направления самопроизвольного протекания процесса при заданных внешних условиях на основе второго закона термодинамики,

расчет констант равновесия химических реакций и определение оптимальных условий их проведения, максимального выхода продуктов реакции, расчет состава равновесных смесей.

Основной объект изучения термодинамики — система.

Находящаяся вне системы остальная часть пространства, со всем, что в ней находится – *окружающая среда.* Обмен энергией между реакционной системой и внешней средой происходит на основе законов термодинамики.

Законы (начала) термодинамики имеют характер постулатов. Они являются фундаментальными законами природы, логичными утверждениями, справедливость которых была доказана всем опытом развития человечества.

Система – совокупность взаимодействующих веществ, реально или условно выделенных из окружающей среды (рис. 18).

Рис. 18. Схема классификации системы по взаимодействию с окружающей средой

Часть системы, однородная во всех точках по составу, физическим и химическим свойствам и отделенная от других частей системы поверхностью раздела, называется *фазой* (рис. 19).

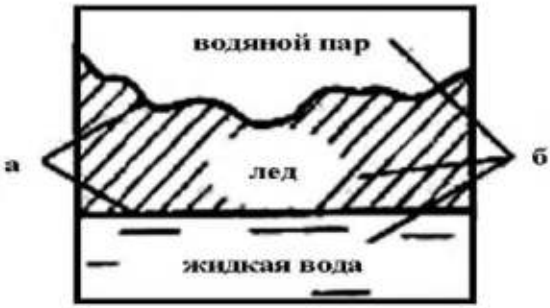


Рис. 19. Трехфазная система (жидкая вода, лед и водяной пар):
а – поверхности раздела фаз; б – фазы системы

Система, состоящая из …

- одной фазы, называется *гомогенной*, реакции протекают во всем ее объеме;
- нескольких фаз, называется *гетерогенной*, реакции протекают на границе раздела фаз.

Состояние системы – есть совокупность физических и химических свойств, характеризующих данную систему.

Различают состояния системы*:*

Равновесное – свойства во всех точках системы постоянны и не изменяются самопроизвольно, отсутствует обмен вещества или энергии, энергия системы минимальна. Из равновесного состояния система без вмешательства извне выйти не может.

Неравновесное – система, выведенная из состояния равновесия и еще не пришедшая в равновесное состояние. Параметры меняются при отсутствии воздействия.

Стационарное – свойства постоянны во времени, происходит непрерывный обмен вещества или энергии между системой и окружающей средой. Характерно для живого организма.

Переходное – изменение свойств системы во времени.

Совокупность физических и химических величин характеризующая состояние системы, называется *параметрами системы* (рис. 20).

Величины – независимые переменные, связаны уравнением Клапейрона–Менделеева:

$$PV = \nu RT.$$

ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ

↓	↓
интенсивные	экстенсивные (ёмкости)
температура, давление, концентрация, плотность, вязкость, химический потенциал	объем, масса, количество вещества, теплоемкость, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, энергия Гиббса, энергия Гельмгольца

Рис. 20. Схема классификации параметров системы

Интенсивный параметр – это свойство, которое не зависит от количества или размера системы. Экстенсивные – зависят.

При взаимодействии систем значения интенсивных параметров усредняются, а экстенсивных – суммируются (рис. 21).

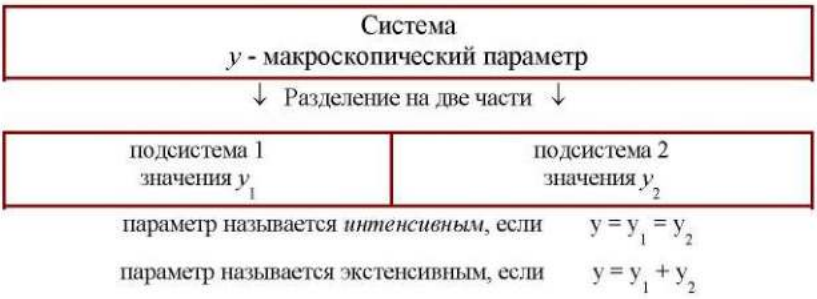


Рис. 21. Схема разделения системы

Например, при смешивании горячего кофе и холодного молока, температура усредняется, а объемы суммируются.

Наряду с параметрами для характеристики состояния системы используют *функции состояния.*

Функции состояния – экстенсивные величины, которые нельзя непосредственно измерить экспериментально, характеризующие состояние системы.

К ним относятся: *внутренняя энергия (U), энтальпия (H), энтропия (S), свободная энергия Гиббса (G).*

Их значения зависят только от данного состояния системы и не зависят от того, каким путем это состояние достигнуто.

Переход системы из одного состояния в другое является *процессом.*

Процесс — переход системы из одного состояния в другое, определяющийся изменением какого-то параметра или свойства, в ходе которого происходит обмен системы с окружающей средой.

Если при протекании процесса наблюдается изменение химического состава системы, то процесс называют химическим реакцией.

По условиям протекания процессы можно классифицировать следующим образом:

- изотермический ($T = const$, $\Delta T = 0$),
- изобарический ($p = const$, $\Delta p = 0$),
- изохорический ($V = const$, $\Delta V = 0$),
- адиабатный (отсутствует обмен теплом с окружающей средой),
- изобарно-изотермический (p, $T = const$),
- изохорно-изотермический (V, $T = const$).

По отношению к системе процессы классифицируются:

- *Самопроизвольный* — совершается без затраты энергии извне, причина протекания заложена в самой системе.
- *Несамопроизвольный (вынужденный)* — требующий для своего протекания затрат энергии извне, причина в окружающей среде.

- *Необратимый* — после прекращения контакта системы с окружающей средой она не может вернуться в прежнее состояние. При таком процессе систему можно вернуть в начальное состояние, но при этом в окружающей среде останутся изменения.
- *Обратимый (равновесный)* — бесконечно медленный процесс, после которого можно вернуть систему в прежнее состояние. В обратимом процессе система проходит через те же промежуточные состояния, что и в прямом процессе, но в обратном порядке, не оставляя следов в окружающей среде.

- *Циклический (круговой)* — параметры системы в конце процесса, то есть конце возвращаются к своим исходным значениям.
- *Ациклический* — параметры системы в конце не возвращаются к своим исходным значениям.

- *Стационарный* — система непрерывно проходит последовательный ряд равновесных состояний. Абстрактное понятие, не существующее в природе.
- *Нестационарный* — все остальные процессы.

Термодинамика изучает равновесные свойства систем, а также переходы между ними. Время в ней не играет никакой роли.

Неравновесные свойства изучает физика. Термодинамика — феноменологическая наука.

Энергия — это количественная мера различных форм движения и взаимодействия всех видов материи.

Энергия является экстенсивным свойством системы.

В химической термодинамике изучаются химические и физико-химические процессы.

Внутренняя энергия (U) системы — это сумма потенциальной энергии взаимодействия всех частиц системы между собой и кинетической энергии движения этих частиц.

$$U = 2.5\ кДж/моль$$

Внутренняя энергия — функция состояния: её изменение не зависит от пути, по которому совершается переход системы из одного состояния в другое.

Термодинамика изучает только системы, состоящие из очень большого числа частиц, и имеет дело с макроскопическими свойствами.

Поскольку внутренняя энергия является функцией состояния, то изменение ΔU зависит от начального и конечного состояния системы и не зависит от способа или пути, которым данная система была переведена из начального в конечное состояние.

Внутренняя энергия системы — это сумма энергий всех видов движения молекул, атомов, электронов, ядер и т.д. (кинетическая энергия) и взаимодействия между ними (потенциальная энергия).

$$Энергия\ системы = Общая\ + Энергия\ ц = Полной = Кин. + Пот.$$

По определению, не включается в понятие внутренней энергии системы:

- потенциальная энергия положения,
- кинетическая энергия системы в целом.

Формы обмена энергией между системой и окружающей средой — передача теплоты (q) и выполнение работы (A).

Теплота (q) — способ передачи энергии, если разность температур между системой и окружающей средой — это энергия, передаваемая между ними в ходе теплового обмена.

Количество переданной теплоты пропорционально массе (m) системы и изменению температуры ΔT

$$Q = m \cdot dT,$$

где $dT = T_2 - T_1$.

В термодинамике количество теплоты Q считается положительным, если теплота сообщается системе из окружающей среды.

Если точно известно, из какого вещества состоит система, и его масса, можно воспользоваться удельной теплоемкостью c, и тогда формула примет вид:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T, \ [Дж].$$

Удельная теплоемкость ($c_{уд}$) вещества — это энергия, необходимая для нагревания 1 кг вещества на 1 К. [Дж/кг · К].

Молярная теплоемкость ($C_м$) — это энергия, необходимая для повышения температуры 1 моля данного вещества на 1 К. [Дж/моль · К].

Работа (A или W) — форма передачи энергии в процессе взаимодействия данной системы с другими телами окружающей среды, не связанная с упорядоченным движением этих тел.

Система выполняет работу, если действует с некоторой силой, направленной на преодоление сопротивления.

Например, газ, расширяющийся в цилиндре, совершает работу, равную произведению давления на изменение объема:

$$A = p \cdot \Delta V, \ [Дж],$$

где $\Delta V = V_2 - V_1$.

Работа выполняется системой за, следовательно, система теряет энергию ($-$). Работа A считается положительной ($+$), если совершается системой против внешних сил окружающей среды.

Работа и теплота не являются функциями состояния, т. являются функциями процесса, т. количество энергии, полученное при переходе из одного состояния в другое.

Невозможно указать запас работы или теплоты, которые система приобретает.

В зависимости от вида системы существуют различные формулировки первого закона термодинамики.

Невозможно создать такой двигатель, который совершал бы работу, т. осуществлять работу из ничего.

В изолированной системе изменение внутренней энергии системы в результате любого процесса равно нулю:

$$\Delta U = 0.$$

Количество теплоты Q, сообщенное системе (или отнятой системой), т.е. системы поглощают теплоту из внешней среды, расходуется на увеличение ее внутренней энергии ΔU и на совершение системой работы A математическое выражение первого закона термодинамики:

$$Q = \Delta U + A$$

Изменение внутренней энергии системы ΔU равно сумме количества теплоты Q и работы A. В общем случае на изобарно-изотермических условиях (p = const, T = const) работа A равна:

$$A = p\Delta V$$

где p – внешнее давление,

ΔV – изменение объема системы в результате протекания реакции.

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

поэтому

$$Q = \Delta U + p\Delta V$$
$$\Delta U = U_{кон} - U_{нач}$$
$$\Delta V = V_{кон} - V_{нач}$$
$$Q = (U_{кон} - U_{нач}) + p(V_{кон} - V_{нач})$$
$$Q = (U_{кон} + pV_{кон}) - (U_{нач} + pV_{нач})$$
$$U + pV = H$$

где H – энтальпия, численно равна сумме внутренней энергии системы и произведения давления на объем системы.

$$Q = H_{кон} - H_{нач} = \Delta H$$

Энтальпия (H) – термодинамическая функция, характеризующая энергетическое состояние системы при изобарно-изотермических условиях.

Химическая реакция и физико-химические процессы могут протекать на границе и на поверхности фаз.

Количество теплоты, которое выделяется или поглощается при протекании химической реакции в изобарно-изотермических условиях (Q_p), равно изменению энтальпии системы и называется тепловым эффектом (ΔH_{298}).

Химические реакции и физико-химические процессы подразделяются на экзотермические и эндотермические.

Экзотермические процессы – процессы, в результате которых энергия выделяется в окружающую среду.

Для экзотермических процессов

$$H_{нач} > H_{кон}, \Delta H = H_{кон} - H_{нач} < 0, \Delta H < 0.$$

Экзотермические процессы – процессы, в результате которых энергия поглощается системой из окружающей среды.

Для эндотермического процесса

$$H_{кон} > H_{нач},\ \Delta H = (H_{кон} - H_{нач}) > 0 \text{ и } \Delta H > 0.$$

Энтальпия системы является экстенсивным параметром и зависит от температуры, давления, поэтому изменение энтальпии в результате химической реакции или физико-химического процесса определяют при стандартных условиях.

Стандартные условия (298 К) – это начальное состояние (1 моль вещества, давление $p = 760$ мм рт. ст. = 101 325 Па, температура $T = 298$ К).

Термохимическое уравнение – это уравнение химической реакции с указанием теплового эффекта при заданных температуре, давлении и агрегатном состоянии веществ.

ΔH^0_{298} – стандартная энтальпия образования – энергетическая характеристика физико-химического процесса или химической реакции, протекающих при 298 К.

Для оценки энергетического эффекта протекания процесса в прямом или в обратном направлении сравнивают стандартные энтальпии образования веществ, участвующих в процессе:

ΔH^0_{298} (вещество, агрегатное состояние, Дж/моль).

ΔH^0_{298} (C_2H_5OH, ж).

Стандартное значение энтальпии образования простого вещества, устойчивого в стандартных условиях, принимается равным нулю.

Например, для кислорода $\Delta H^0_{298}(O_2, г) = 0$;

а для озона $\Delta H^0_{298}(O_3, г) = 142$ кДж/моль.

Стандартное значение энтальпии образования сложного вещества равно энтальпии реакции получения 1 моль этого вещества из простых веществ, взятых

Например, стандартная энтальпия образования этилового спирта равна энергии, выделяющейся в реакции

$$2C (графит) + 3H_2 (г) + 1/2 O_2 (г) = C_2H_5OH (ж).$$

$$\Delta H^0_{298}(C_2H_5OH, ж) = -278 кДж/моль.$$

Значение стандартной энтальпии образования сложного вещества численно равно количеству теплоты, выделяющейся или поглощающейся при образовании 1 моль этого вещества из простых веществ при стандартных условиях.

Величины ΔH и ΔU служат для характеристики энергетического эффекта, сопровождающего химическую реакцию при постоянном давлении или постоянном объеме.

ства которых находятся в кристаллическом или жидком состоянии в обычных условиях, этим различием можно пренебречь. У них $\Delta H \approx \Delta U$. Это равенство справедливо и в тех случаях, когда реакции, в которых участвуют газы, протекают без изменения числа молей.

Термохимические расчеты основаны на законе Гесса и следствии из него. Закон сформулирован в 1840 г. академиком Г. Гессом: тепловой эффект (или изменение энтальпии) реакции зависит только от начального и конечного состояний реагирующих веществ и не зависит от промежуточных стадий реакции. Закон Гесса также является частной формой выражения общего закона сохранения энергии.

Сущность закона Гесса проиллюстрируем на примере процесса окисления графита до оксида углерода (IV) CO_2. Этот процесс можно осуществить или сразу

$$C(\text{графит}) + O_2(г) = CO_2(г),\ \Delta H$$

или через промежуточную стадию образования и сгорания оксида углерода (II):

$$C\ (\text{графит}) + 1/2O_2(г) = CO(г),\ \Delta H_1,$$
$$CO\ (г) + 1/2O_2\ (г) = CO_2(г),\ \Delta H_2.$$

Наглядно все три процесса представлены на рисунке 22.

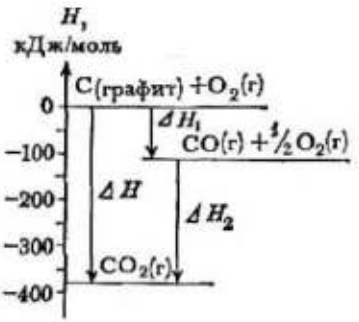


Рис. 22. Схема процессов окисления графита и оксида углерода (II)

Согласно закону Гесса, если одинаковы исходное и конечное давления и температура ($p_{\text{исх}} = p_{\text{кон}}$, $T_{\text{исх}} = T_{\text{кон}}$) каждого процесса, то тепловые эффекты прямого сгорания графита в CO_2 или через промежуточную стадию образования CO равны:

$$\Delta H = \Delta H_1 \ \Delta H \cdot \qquad (1)$$

Закон Гесса позволяет по известной тепловой эффекту реакции рассчитать его не всегда можно определить экспериментально. Так при сгорании графита получается смесь CO и CO_2, поэтому сложно определить тепловой эффект образования CO простыми методами. Но если использовать уравнение (1). Используя значения $\Delta H^\circ_{298} = -393{,}5$ кДж и $\Delta H = -283$ кДж, получим

$$\Delta H \quad 393{,}5 \quad 283 \quad 110{,}5 \text{ кДж}$$

Закон Гесса распространяется не только на химические реакции, но и на все процессы, сопровождающиеся тепловыми эффектами – фазовые превращения, растворение, кристаллизация, полиморфизм и т. д.

С помощью математической записи закона Гесса можно определить так изменение энтальпии реакции очень сложно рассчитать между суммой теплот образования и ΔH_f продуктов реакции и суммой теплот образования исходных веществ

При алгебраическом суммировании учитывают стехиометрические коэффициенты.

Так, для реакции вида

$$a + nB = p(C + yD)$$

$$\Delta H = p \cdot \Delta H_f C \quad y \cdot \Delta H_f D - m \cdot \Delta H_f A \quad n \cdot \Delta H_f D \qquad (2)$$

Тепловой эффект образования сложного вещества численно равен тепловому эффекту реакции образования одного моля данного вещества из простых веществ, устойчивых при стандартных условиях ($p = 101{,}3$ кПа, $T = 298$ К). Стандартные теплоты образования известны для очень многих веществ. Они обозначаются ΔH°_{298}, т. к. служат в качестве исходных данных при расчетах тепловых эффектов различных химических процессов, протекающих при температуре 25°C (т. е. обычно стандартной, т. е. 298 К, часто данные даже при этих тепловых эффектах отсутствуют

Стандартные теплоты образования простых веществ, устойчивых при стандартных условиях, принимаются равными нулю. С помощью уравнения (2) можно рассчитать тепловой эффект любой реакции

Пример. Реакция взаимодействия оксида серы (IV) с сероводородом:

$$SO_2(г) \quad 2H_2S(г) = 3S(ромб) \quad 2H_2O(ж)$$

В качестве первого следствия из закона Гесса записываем

$$\Delta H^\circ_{298} = 2\Delta H^\circ_{298}(H_2O) + 2\Delta H^\circ_{298}(H_2S) \quad \Delta H^\circ_{298}(SO_2) = 2\Delta H^\circ_{298}(H_2O)$$

подставив табличные данные, получим

$\Delta H^\circ_{298} = (3 \cdot 0 - 2 \cdot 285{,}84) - (-296{,}9 - 2 \cdot 20{,}15) = -234{,}48$ кДж.

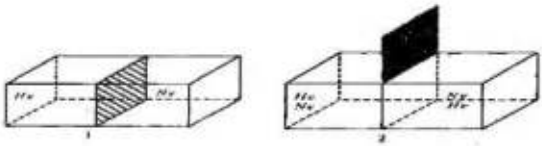
Термохимическими расчетами можно определять энергию химических связей, кристаллических решеток, тепловые эффекты фазовых превращений, теплоты растворения и гидратации и т. д.

Теплоты образования неорганических веществ связаны с положением элементов в периодической системе элементов Д. И. Менделеева.

4.2. Понятие об энтропии и энергии Гиббса.

Химические реакции протекают как с уменьшением энтальпии H (это экзотермические реакции, у них $\Delta H<0$), так и с увеличением энтальпии H (это эндотермические реакции, у них $\Delta H>0$). Но есть процессы, которые протекают, когда $\Delta H=0$, например смешение газов.

Предположим, что два невзаимодействующих между собой газа гелий и неон в сосуде отделены друг от друга перегородкой (рис. 23).



Состояние I Состояние II

Рис. 23. Схема взаимной диффузии газов

Газы находятся под одним и тем же давлением (состояние I). Если удалить перегородку, то начнется взаимная диффузия газов. Процесс будет протекать самопроизвольно и закончится при равномерном распределении молекул He и Ne по всему объему. Однако обратный процесс, при котором молекулы должны самопроизвольно распределиться на He и Ne, т. е. перейти из состояния II в состояние I, невозможен.

В этом примере движущей силой смешения газов является стремление перейти в более вероятное и беспорядочное состояние. Система в состоянии II более беспорядочна, чем в состоянии I.

Для оценки степени беспорядка в системе используется функция, называемая энтропией. Она обозначается буквой S. Чем больше беспорядок, тем выше S. А процессу самопроизвольной и необратимой реакции всегда сопутствует увеличение энтропии. Большим беспорядком является более вероятное.

Такой объект, энтропия отражает движение частиц и является мерой неупорядоченности системы. В системах с энтропией ΔH и ΔG не происходит никаких энергетических изменений, само произвольно протекает процесс в сторону большего беспорядка, т. е. увеличения энтропии. Обычно говорят об изменении энтропии $\Delta S = S_2 - S_1$, тогда $\Delta S > 0$.

Оказалось, энтропию можно было удобно характеризовать формулой, выведенной австрийским физиком Л. Больцманом:

$$S = k \cdot \ln W$$

где S – энтропия, $k = R / N_A$, R – универсальная газовая постоянная, N_A – постоянная Авогадро, W – вероятность состояния системы, т. е. число микросостояний, посредством которых осуществляется данное макросостояние системы.

Абсолютное значение энтропии можно определить экспериментально. Ее размерность кДж/(моль·К) или т.е. энтропийная единица.

Изменение энтропии – количественная мера беспорядка. Если химические реакции протекают с увеличением числа молекул, например разложение воды при высокой температуре $2H_2O = 2H_2 + O_2$, то беспорядок в системе увеличивается, вместо двух молекул образуется три, энтропия возрастает. $\Delta S > 0$. Все процессы, которые протекают с уменьшением беспорядка в расположении частиц системы, сопровождаются уменьшением энтропии. Это различные кристаллизации, конденсация, полимеризация, понижение температуры и др. И наоборот, процессы, приводящие к увеличению упорядоченности в расположении частиц, сопровождаются увеличением энтропии. К ним относятся испарение, плавление, кристаллизация, растворение, повышение температуры и др.

В расчетах используют стандартные энтропии ΔS°_{298}, которые определяют при 298 К и 101,3 кПа для вычисления $\Delta S^\circ_{х.р.}$, т. е. изменения стандартной энтропии химической реакции применяют

лавосие из закона Гесса с учетом стехиометрических коэффициентов):

$$\Delta S^\circ_{х.р} = \Sigma S^\circ_{прод.} - \Sigma S^\circ_{исх.в}$$

Итак, по направлению течения физического или химического процесса можно судить по изменению внутренней энергии ΔU и увеличению энтропии ΔS. Для суждения о том, в каком из направлений будет протекать химическая реакция, Гиббс предложил функцию G, называемую энергией Гиббса. Изменение ΔG определяется в зависимости от ΔU и ΔS и абсолютной температуры T. В изотермических условиях величина ΔG называется энергией Гиббса химического процесса. Изобарный потенциал системы состоит из двух частей: 1) из свободной энергии, которая может быть превращена в работу; 2) из связанной энергии, которая не может превратиться в полезную работу.

Свободную энергию системы (изобарно-изотермический потенциал) при постоянных давлении и температуре называют изобарно-изотермическим потенциалом или энергией Гиббса и обозначают буквой G.

В природе самопроизвольно протекают без затраты работы только те процессы, которые сопровождаются уменьшением свободной энергии — энергии Гиббса. Изобарный потенциал образования $T_{обр}$.

Так как энергия Гиббса связана с изменением энтальпии ΔH и изменением энтропии ΔS по известной нам из термохимии системе, то изменение энергии Гиббса ΔG при переходе системы из начального состояния с энергией H_1 в конечное состояние с энергией H_2 будет равно $\Delta H = H_2 - H_1$, а $\Delta S = S_2 - S_1$. Напомним, что при переходе системы в начальное положение значения G_1, H_1 и S_1 будут равны G_2, H_2 и S_2 соответственно. Тогда $\Delta G = G_2 - G_1 = 0$. Если же $G_1 = G_2$ и $\Delta G = G_2 - G_1 = 0$, то система будет находиться в равновесии. Энергия Гиббса G связана с энтальпией H, энтропией S и температурой T выражением

$$G = H - TS \quad \text{или} \quad \Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Данное уравнение характеризует изменение энергии Гиббса, возникающее в результате влияния энтальпийного и энтропийного факторов процесса.

Направление химических реакций. Из уравнения $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ следует, что в зависимости от соотношения между ΔH и ΔS определяется знак изменения энергии Гиббса и можно установить возможность самопроизвольного протекания данной химической реакции при данных условиях.

Реакция самопроизвольно протекает в прямом направлении, если $\Delta G < 0$. При $\Delta G = 0$ система находится в состоянии равновесия, а при $\Delta G > 0$ самопроизвольно протекает обратная реакция.

Из уравнения $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ очевидно, что большое возрастание энтропии и небольшое уменьшение энтальпии способствуют уменьшению энергии Гиббса и, следовательно, протеканию реакции в прямом направлении. Или: реакция протекает только в прямом направлении, если ΔH имеет отрицательное значение, а ΔS – положительное.

Для вычисления ΔG стандартного изменения энергии Гиббса пользуются уравнением

$$\Delta G = \Sigma \Delta G_{прод} - \Sigma \Delta G_{исх},$$

где $\Delta G_{х}$ – изменение энергии Гиббса при образовании 1 моля данного вещества.

Реакция протекает при стандартных условиях ($p = 101,3$ кПа и $T = 298$ К). Их принято обозначать ΔG°_{298}. Для большинства веществ ΔG°_{298} указаны в справочных таблицах. Если $\Delta G^{\circ}_{298} < 0$ и $p = const$, $T = const$, то реакция в прямом направлении самопроизвольно протекает, так как сопровождается уменьшением энтальпийного и повышением энтропийного факторов. Чтобы такой процесс протекал, необходимо поступление энергии извне. При $\Delta G^{\circ}_{298} > 0$, т. е. если ΔG положительно и велико, возможна реакция только в обратном направлении.

При равенстве энтальпийного и энтропийного факторов $\Delta G = 0$ и система (реакция) находится в состоянии равновесия, т. е. $\Delta G^{\circ}_{298} = 0$, при $p = const$ и $T = const$.

Любой обратимый химический процесс протекает самопроизвольно в том направлении, которое приближает систему к равновесию. Путем расчета по закону Гиббса (см. § 34)

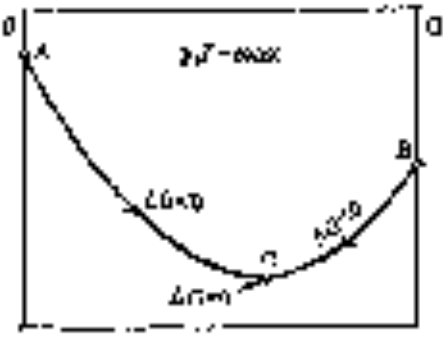


Рис. 21. Зависимость энергии Гиббса от состава химической системы

В ходе реакции G будет уменьшаться ($\Delta G < 0$) т. при достижении химического равновесия (точка C) будет достигнуто минимальное значение $\Delta G = 0$. При отклонении реакции в любую сторону от точки C (как в ту, в которой $\Delta G > 0$, так и в ту, в которой $\Delta G < 0$) система будет самопроизвольно возвращаться в состояние равновесия.

Самопроизвольность протекания химической реакции определяется знаком изменения энергии Гиббса ΔG. Напомним, что ΔG есть функция состояния, поэтому ее изменение не зависит от пути процесса, а определяется только природой и состоянием исходных веществ и продуктов реакции.

Из уравнения $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ следует, что способность вещества к самопроизвольному химическому взаимодействию определяется конкурирующим влиянием энтальпийного (ΔH) и энтропийного факторов. Здесь возможны три предельных случая.

1) $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$, тогда $\Delta G < 0$ при любых T. В этом случае химическое взаимодействие осуществляется за счет уменьшения энергии системы ΔH и увеличения ее беспорядка $T\Delta S$.

2) $\Delta H = 0$, тогда $\Delta G = (-T\Delta S)$, в этом случае химическое взаимодействие определяется энтропийным изменением.

3) $\Delta G = 0$, тогда $\Delta H = T\Delta S$, что отвечает химическому равновесию, которое особенно характерно для фазовых переходов.

Однако для многих химических реакций энтальпийный и энтропийный факторы не равны нулю, т. е. $\Delta H \neq 0$ и $T\Delta S \neq 0$.

В случаях, когда $\Delta H > 0$ и $T\Delta S > 0$, спонтанного контакта и химического взаимодействия веществ не происходит. При $\Delta H > 0$ и $T\Delta S < 0$ самопроизвольно процесс не протекает. Это в основном в первом случае химических процессов, связанных с образованием молекул с ковалентной связью.

При $\Delta H < 0$ и $T\Delta S > 0$ реакция протекает самопроизвольно. К таким процессам относятся реакции, протекающие с выделением энергии и образованием слабых связей. Характерно образование в основном химических связей между частицами.

4.3. Химическая кинетика и химическое равновесие.

Химическая кинетика изучает закономерности протекания химических реакций во времени.

Под скоростью химической реакции понимают изменение количества молярной концентрации реагирующих (или образующихся) веществ в единицу времени в единице объема (для гомогенных реакций) или на единице площади (для гетерогенных реакций).

Если концентрация одного из реагирующих веществ уменьшилась от C_1 до C_2 за промежуток времени t_1 до t_2, то

$$v = \pm\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = \pm\frac{\Delta C}{\Delta t}$$

Для исходных веществ в формулу вставляется знак «минус», так как $C_2 < C_1$, а значение v должно быть положительным.

Например, скорость горения углерода в кислороде:

Скорость химических реакций зависит от природы реагирующих веществ и условий протекания реакции, к которым относятся концентрация реагирующих веществ, температура, присутствие катализатора (или ингибитора), площадь соприкосновения веществ (для гетерогенных реакций) и т.д.

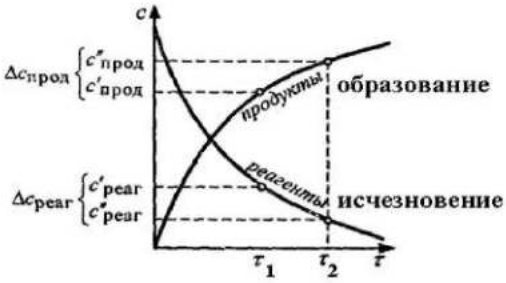


Рис. 25. Изменение концентрации (С, моль/л) реагентов или продуктов в процессе реакции (за время τ)

Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ устанавливает закон действующих масс. Скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ в степенях, равных стехиометрическим коэффициентам.

Для реакции:

$$mA + nB = pP + dD,$$

кинетическое уравнение будет следующим:

$$v = k \cdot C_A^m \cdot C_B^n,$$

где k – константа скорости, C_A и C_B – молярные концентрации веществ А и В; m и n – стехиометрические коэффициенты в уравнении реакции.

Например, для реакции $CO_{(г)} + O_{2(г)} = CO_{2(г)} + Q$, кинетическое уравнение будет следующим:

$$v = k \cdot C_{CO} \cdot C_{O_2}.$$

Этот закон применим для газов и жидкостей и не учитывает концентрацию веществ в твердом состоянии. Константа скорости k зависит от природы реагирующих веществ и от температуры, но не зависит от их концентрации. Константа скорости равна скорости реакции, если концентрация каждого из реагирующих веществ равна 1 моль/л. Для данной реакции при постоянной температуре константа скорости будет величиной постоянной. Следовательно, для реакции горения угля:

$$C_{(тв)} + O_{2(г)} = CO_{2(г)} + Q,$$

кинетическое уравнение будет следующим:

$$v = k \cdot C_{O_2}$$

В гетерогенных системах реакция происходит на поверхности раздела фаз. Поэтому, чем больше поверхность соприкосновения двух реагирующих веществ, тем больше скорость реакции. Скорость реакции, протекающей в кинетической области, не зависит от степени измельчения твердого вещества.

Увеличение скорости гомогенной реакции с увеличением концентрации реагирующих веществ объясняется теорией столкновений. Согласно этой теории химическое взаимодействие происходит при столкновении частиц реагирующих веществ, но не каждое столкновение приводит к химическому взаимодействию. С ростом концентрации вещества увеличивается число его частиц, а следовательно, увеличивается и скорость химической реакции.

Молекулярность реакции. Молекулярность реакции характеризуется числом молекул, одновременно участвующих во взаимодействии. В зависимости от числа молекул, участвующих в столкновении, различают мономолекулярные, бимолекулярные и тримолекулярные реакции.

1) Мономолекулярными называются реакции, протекающие в результате простых перегруппировок (изомеризации)

$$A \rightarrow B + C + \dots$$

Например:

$$CH_3-N=N-CH_3 \rightarrow H_3C-CH_2 + N_2$$

$$N_2O_5 \rightarrow 2NO_2 + 0.5O_2.$$

Для мономолекулярных реакций закон действующих масс записывается в виде

$$v = k \cdot [A]$$

2) Бимолекулярные – это реакции, которые происходят при столкновении двух молекул (разных или одинаковых)

$$A + B \rightarrow C + D$$

$$v = k[A] \cdot [B]$$

Например:

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

Большинство органических реакций являются бимолекулярными.

3) Тримолекулярные – это реакции, в которых участвуют одновременно три молекулы (одинаковых или различных атомов)

$$A + B + C \rightarrow D + E,$$

$$v = k[A]^{n}[B]^{m} \cdot C$$

Например:

$$2NO + O_2 = 2NO_2$$

$$2NO + H_2 = N_2O + H_2O$$

Столкновение двух молекул происходит очень редко. Обычно такая реакция протекает через ряд стадий, в которых участвуют по две молекулы. В подобных случаях скорость реакции определяется скоростью самой медленной стадии, называемой лимитирующей.

Зависимость скорости реакции от температуры. Скорость химической реакции с ростом температуры всегда увеличивается. При небольшом повышении температуры достаточно точным является правило Вант-Гоффа:

При повышении температуры на каждые 10° скорость большинства химических реакций возрастает в 2–4 раза.

Это правило связано с понятием температурного коэффициента скорости реакции γ, математически выражается

$$\gamma = k_{T+10} / k_T = 2 \dots 4$$

При изменении температуры от T_1 к T_2 новую скорость можно рассчитать по формуле

$$v_2 = v_1 \cdot \gamma^{(T_2 - T_1)/10}$$

Так как время протекания реакции при возрастании скорости будет во столько же раз меньше, во сколько раз быстрее она протекает, то правило Вант-Гоффа можно записать в виде:

$$\tau_2 = \tau_1 / \gamma^{(T_2 - T_1)/10},$$

где τ_1 и τ_2 — время протекания реакции при температурах T_1 и T_2.

Температурный коэффициент скорости остается постоянной только в узком интервале температур, поэтому правило Вант-Гоффа имеет ограниченную область применения.

Энергия активации. Химическое взаимодействие между молекулами осуществляется только в том случае, если сталкивающиеся молекулы обладают некоторой избыточной энергией, достаточной для взаимодействия. Молекулы становятся активными. Энергию, которую надо сообщить веществу, чтобы молекулы приобрели способность к активному взаимодействию, называют энергией активации.

Энергию активации E_a выражают в кДж/моль, т.е. это энергия, которую необходимо сообщить 1 молю вещества, чтобы все молекулы в нём оказались активными.

Однако, несмотря на это, скорость — зависимость от температуры. С ростом температуры число активных молекул резко возрастает, следовательно, резко возрастает и скорость химической реакции, т.к. почти каждое столкновение молекул приводит к их взаимодействию. С точки зрения теории активации полученные данные образуют определённую зависимость.

Уравнение Аррениуса, описывающее зависимость скорости от температуры

$$k = A e^{-E_a/RT},$$

где k — константа скорости; A — постоянная для данной реакции величина, называемая предэкспоненциальным множителем, — константой скорости при бесконечной температуре; $e = 2,71$; E_a — энергия активации, Дж/моль; R — универсальная газовая постоянная, 8,31 Дж/моль·К; T — температура, К.

Уравнение можно записать в виде функции:

$$\ln k = -E_a/RT + \ln A$$

Для большинства реакций энергия активации находится в пределах 50–250 кДж/моль.

Чем больше энергия активации, тем сильнее возрастает скорость реакции при повышении температуры.

Химическое равновесие. Химические реакции делятся на обратимые и необратимые. Необратимые реакции — это реакции, идущие только в одном направлении, т.е. вещества, полученные в ходе реакции, не могут взаимодействовать друг с другом.

Химические реакции, которые при одних и тех же условиях могут идти в двух противоположных направлениях, называются обратимыми.

В обратимых реакциях ни одно из веществ не может прореагировать полностью, поскольку вещества, образующиеся в ходе реакции, вступают между собой в реакцию, приводящую к образованию исходных веществ.

Пример. При взаимодействии водорода с парами йода при 350°С образуется иодоводород, и при этой температуре эта химическая реакция необратима:

$$H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$$

Реакцию, протекающую слева направо, называют прямой (константа скорости прямой реакции k_1 или $k_{пр}$), справа налево – обратной (константа скорости обратной реакции k_2 или $k_{об}$).

Состояние системы, при котором скорости прямой и обратной реакций равны, называется химическим равновесием.

Состояние химического равновесия количественно характеризуется константой равновесия. Так, для обратимой реакции

$$mA + nB \rightleftarrows pP + qD,$$

скорость прямой реакции и скорость обратной реакции равны

$$v_1 = k_1 [A]^m [B]^n$$

$$v_2 = k_2 [P]^p [D]^q,$$

где [A] и [B] – концентрации исходных веществ, [P] и [D] – концентрации продуктов реакции, а

В состоянии равновесия

$$v_1 = v_2, \text{ т.е.}$$

$$k_1 [A]^m [B]^n = k_2 [P]^p [D]^q,$$

или

$$K_{равн} = \frac{k_1}{k_2} = \frac{[P]^p \cdot [D]^q}{[A]^m \cdot [B]^n}$$

Количественное значение $K_{равн}$ – постоянная константа скорости прямой и обратной реакций. Данная формула выражает закон действующих масс для химического равновесия. В правую часть этой формулы входят равновесные концентрации участников реакции.

Константа равновесия не зависит от концентрации веществ. Если изменить концентрацию одного из веществ, то концентрации остальных веществ также изменятся, и установится новое равновесие, с новыми равновесными концентрациями, но константа равновесия останется неизменной.

Если константа равновесия $K_{равн} >> 1$, то состояние системы сильно в сторону образования продуктов реакции, если $K_{равн} << 1$, то – исходных веществ.

Константа равновесия системы в зависимости от природы реагирующих веществ, E_a – энергия активации, R – универсальная газовая постоянная, T – абсолютная температура по Кельвину. Поэтому константа равновесия зависит только от температуры.

Смещение химического равновесия. Переход из одного равновесного состояния в другое равновесное состояние называется смещением, или сдвигом равновесия. Если при смещении равновесия в прямом направлении увеличивается концентрация веществ, которые записываются в правой части уравнения, то говорят, что равновесие смещается вправо, если увеличивается концентрация исходных веществ — равновесие смещается влево. Итак, все происходящие в системе в результате внешних воздействий определяется принципом подвижного равновесия — принципом Ле Шателье: если на систему, находящуюся в состоянии динамического равновесия, оказывается внешнее воздействие, то равновесие смещается в сторону ослабления этого воздействия.

Состояние химического равновесия зависит от многих факторов, в первую очередь от — температуры, концентрации и давления.

Влияние концентрации реагирующих веществ. Повышение концентрации одного из реагентов смещает равновесие в сторону прямой реакции, понижение концентрации одного из реагентов смещает равновесие в сторону обратной реакции.

Влияние температуры. При повышении температуры равновесие смещается в сторону эндотермической реакции, при понижении температуры — в сторону экзотермической реакции.

Пример:

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 92{,}4$ кДж; $N_2 + 4H_2 \rightleftharpoons 2N(OH)_2 - 180{,}8$ кДж.

Увеличение температуры будет смещать равновесие первой реакции влево, а второй реакции вправо.

Влияние давления. Повышение давления смещает равновесие в сторону уменьшения объема (в сторону меньшего числа частиц), понижение давления смещает равновесие в сторону увеличения объема реагирующей системы (в сторону большего числа частиц).

Пример:

$$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3,\ 2C[1 \leftrightarrow C]]_2 + 3[]_2$$

Увеличение давления будет смещать равновесие второй реакции вправо, а второй реакции влево.

Если изменение давления не влияет на положение равновесия (например, $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$), то давление не влияет на положение равновесия. Не влияет давление на реакции, в которых участвуют вещества в жидком и твердом состоянии. Давление оказыва-

ят влияние на равновесие, если в реакции участвуют газообразные вещества с числом молекул реагентов и продуктов неодинаково.

Путем Ле Шателье можно быть применен качественно к химическим, но и ко всем физико-химическим равновесиям. Равновесие смещается в таких процессах, как кристаллизация, плавление, растворение, влияние давления на различных аллотропных модификациях.

4.4. Катализ.

Изменить скорость химической реакции можно с помощью катализаторов. Небольшие добавки специфических веществ, при котором участвуют ингибиторы, ферменты, антиоксиданты.

Катализаторами называются вещества, которые изменяют скорость химической реакции и после её окончания остаются неизменными, т.е. катализатор в ходе реакции остается химически неизменным. Катализаторы, изменяющие скорость химической реакции, называются положительными, отрицательными. Если катализатор только изменяет скорость химической реакции, то называется ферментом или биокатализатором.

Катализаторы бывают неспецифические (катализируют различные типы реакций) и специфические (катализируют только одну или несколько реакций). Важное свойство ферментов — их специфичность, т.е. избирательность по отношению к субстрату, ускорение данным катализатором только одной из нескольких возможных реакций. В реакциях обмена с тем же веществом используя разные ферменты, можно получить различные продукты

$$C_2H_5OH \xrightarrow{\text{Оксид алюминия, } 350^\circ C} CH_2{=}CH_2 + H_2O \quad \text{(дегидратация)},$$
$$\text{Этиловый спирт}\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\text{Этен}$$
$$C_6H_5NH_2 \xrightarrow{\text{Фермент аминооксидаза}} C_6H_5OH + H_2 \quad \text{(реакция дезаминирования)}.$$
$$\text{Анилин (аминобензол)}\qquad\qquad\qquad\text{Фенол}$$

Действие катализаторов основано на снижении энергии активации за счет образования промежуточных нестойких соединений, которые в дальнейшем превращаются в продукты реакции с выделением энергии и вновь дают первоначальный вид. Ферменты в присутствии ингибиторов (веществ, которые частично или полностью блокируют действие ферментов) теряют свою каталитическую активность. Катализатор не входит в реагенты или продукты реакции стехиометрически и регенерируется после каждого цикла превращения.

Для катализа характерно то небольшое количество катализатора ускоряет превращение больших количеств реагирующих веществ. Так, 1 молекула частей (активного центра) фермента (белка) может превратить в продукт реакции 10^5 молекул оксидов SO_2 и NO_2, или 10^6 молекул перекиси H_2O_2 в NO.

Если реакция обратима, то катализатор ускоряет как прямую, так и обратную реакцию, т.е. сокращает время достижения равновесного состояния.

Для каждой каталитической реакции существует (знать) некоторое количество данного катализатора и температура, при которой проявляется каталитическая активность. Присутствие определенных веществ (ядов) может полностью (полное отравление) или частично (частичное отравление) снижать каталитическую активность катализатора (это могут соединения серы, фосфора, мышьяка, цианидов, тяжелых металлов и др.).

Механизм каталитического взаимодействия веществ очень сложен, разнообразен и пока недостаточно изучен.

По характеру образующихся промежуточных соединений катализ подразделяют на гомогенный (в системе катализатор находится в одной фазе, например, газообразной или жидкой) и гетерогенный (катализатор и реагирующие вещества находятся в разных фазах, например, твердый катализатор и газообразные или жидкие реагенты).

Гомогенный катализ. Для химической реакции $A + B = AB$ каталитическая реакция будет проходить следующим образом (рис. 26):

1 стадия. $A + K = AK$,

где K – катализатор, AK – промежуточное соединение катализатора с реагентом. Промежуточное соединение неустойчиво и быстро разлагается с большой скоростью.

2 стадия. $AK + B = AB + K$.

Обычно реакционный промежуточный комплекс образуется с энергией, меньшей энергии реагентов A и B, поэтому образование продукта и выделение катализатора происходит легче.

Рис. 26. Изменение энергии активации в присутствии катализатора:
E_a – энергия активации без катализатора; E_a – энергия активации в присутствии катализатора

Гетерогенный катализ. До настоящего времени не создана общая теория гетерогенного катализа. Для конкретных реакций проблема катализа решается эмпирическим путем.

Катализатор образует самостоятельную фазу, отделенную границей раздела от фазы, в которой находятся реагирующие вещества. Взаимодействие осуществляется на поверхности твердого катализатора. Концентрирование и взаимодействие реагентов осуществляется на хемосорбированных комплексах (активных центрах) – неоднородностях на поверхности катализатора, при этом снижается энергия активации адсорбирующихся молекул.

Различают три стадии гетерогенного катализа:

1) адсорбция (осаждение),
2) химическое взаимодействие,
3) десорбция (освобождение продуктов с активных центров).

На рисунке 27 представлено изменение энтальпии системы для каталитической *1* и не каталитической *2* реакций.

Рис. 27. Изменение энтальпии системы для каталитической *1* и не каталитической *2* реакций

В некоторых реакциях один из продуктов является катализатором превращения исходных веществ. Это означает, что по мере превращения одного из реагентов в продукт, реакция ускоряется, из-за появления и увеличения катализатора в реакционной смеси. Этот процесс называется *автокатализом.* Например, сухой фтороводород практически не действует на металлы и оксиды.

$$MeO + 2HF = MeF_2 + H_2O.$$

Но появление воды, которая служит катализатором, резко ускоряет реакцию образования фторидов металлов.

Исключительную роль в процессах жизнедеятельности живых организмов играет *ферментативный* катализ, обусловленный действием ферментов. Между ферментами и катализаторами имеются существенные различия. Каталитическая активность ферментов значительно превосходит активность неорганических катализаторов.

Пример. Перекись водорода H_2O_2 разлагается под действием ионов железа на воду и кислород. Эта же реакция катализируется содержащим железо ферментом каталазой. Так, если 1 моль ионов железа при 0°С в течение 1 с разлагает 10^{-5} молей H_2O_2, то соответствующее количество каталазы при той же температуре и за тот же срок может разложить 10^5 молей перекиси водорода.

В неорганическом синтезе важнейшими каталитическими процессами являются производство H_2SO_4 синтез NH_3 из N_2 и H_2, производство HNO_3.

К органическому синтезу с крупным применением процессов с применением катализаторов относятся гидрогенизация жиров, превращение бензола в циклогексан, нитробензола в анилин. Важнейшую роль играет катализ при получении полимеров.

4.5. Значение химической кинетики.

Использование законов химической кинетики позволяет управлять скоростью реакций и повышать производительность химических аппаратов. Например, когда говорят о продолжительности срока годности консервов, имеют в виду время, в течение которого они сохраняют свои вкусовые качества. Аналогичным образом определяют сроки годности других химических продуктов: сельскохозяйственного и лекарственного.

Химическая кинетика объясняет механизмы отдельных стадий сложных реакций, протекающих в живых клетках. Без согласования скоростей различных ферментативных биологических реакций невозможна нормальная жизнедеятельность любой клетки.

Некоторые химические вещества применяются в качестве ингибиторов. Например, добавки в моторное топливо замедляют скорость горения, что способствует повышению мощности двигателя. Ингибиторы коррозии металлов также замедляют скорость химических реакций.

Многие вещества, применяемые для протравливания семян перед посевом, уничтожают вредных насекомых или сорняки, убивают их, влияя на отдельные стадии ферментативных процессов. Точно так же, когда ингибиторы, можно контролировать действие антибиотиков в организме человека.

Многие вещества, применяемые для протравливания семян перед посевом, уничтожают вредных насекомых или сорняки, убивают их, влияя на отдельные стадии ферментативных процессов. Точно так же, когда ингибиторы, можно контролировать действие антибиотиков в организме человека. Знание кинетических условий позволяет управлять скоростью химических реакций.

Контрольные вопросы

1. Понятие понятия химической термодинамики. Системы: открытые, закрытые, изолированные системы, функции состояния системы, процессы: изотермический, изобарный, изохорный, адиабатный.
2. Первый закон термодинамики для изобарного процесса.
3. Термохимические уравнения – изотермы.
4. Закон Гесса и следствия из него.
5. Второй закон термодинамики. Энтропия.
6. Понятие о свободной энергии Гиббса.
7. Направление химических реакций.
8. Скорость химической реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.
9. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа.
10. Энергия активации. Уравнение Аррениуса.
11. Химическое равновесие. Принцип подвижного равновесия.
12. Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье.
13. Катализ. Гомогенный катализ. Гетерогенный катализ.
14. Понятие о ферментах. Действие ферментов. Ферментативный катализ.

5. РАСТВОРЫ

5.1. Общая характеристика растворов.

Растворы – это конденсированные (жидкие или твердые) системы переменного состава, в которых, по крайней мере, один компонент (или несколько) является растворителем, а остальные – растворенными веществами.

Растворитель – это вещество, которое определяет агрегатное состояние раствора. Растворы серной кислоты состоят из молекул воды, молекул H_2SO_4 и продуктов диссоциации – ионов H^+, HSO_4^- и SO_4^{2-}.

Состав растворов можно непрерывно изменять в пределах, определяемых взаимной растворимостью компонентов. Растворы не имеют четкой границы между составными частями. Один образец и этих определенных подразделяются два основных признака растворов

(1) однородность, и (2) устойчивость во времени при постоянной температуре и постоянной массе.

От химических соединений растворы отличают характер и величина энергии связи между частицами растворенного вещества и растворителя. Если химические соединения образуются за счет валентных связей атомов, то растворы обусловлены более слабыми межмолекулярными (Ван-дер-Ваальсовыми) силами, действующими как между молекулами самого растворенного вещества, так и между молекулами разных компонентов. Существование ионных частиц в растворах

Образование растворов является самопроизвольным процессом, обусловленным как стремлением системы к увеличению беспорядка, так и уменьшением энергии взаимодействующих частиц (ΔG < 0).

Растворы могут существовать в жидком, твердом, газообразном состоянии. В дальнейшем будут рассматриваться только жидкие растворы.

В зависимости от способности растворов проводить электрический ток растворы делятся на электролиты и неэлектролиты.

Электролитами называются растворы, обладающие ионной, ионно-молекулярной или молекулярной проводимостью, которая может быть использована в практических целях. Электролиты – это растворы химического характера. Образование таких растворов не сопровождается тепловым эффектом или изменением объема. Как правило, свойства растворов электролитов сильно

от растворов жидкого аммиака, смеси галогенов, оксихлоридов

Растворы неэлектролитов, которые не подчиняются законам идеальных растворов. Отклонения связаны с взаимодействием молекул растворителя и растворенного вещества. Образование растворов сопровождается изменением объема и тепловыми эффектами. С уменьшением концентрации растворенного вещества свойства растворов приближаются к свойствам идеальных растворов.

В зависимости от агрегатного состояния различают следующие типы растворов: жидкие, твердые и газообразные.

В растворах растворенное вещество находится в виде молекул или ионов. Это положение было выдвинуто Д. И. Менделеевым. На основании экспериментальных фактов он показал, что растворение — это не механический процесс, а химическое взаимодействие растворителя и растворенного вещества. Это дало основание Менделееву назвать растворы химическими соединениями растворителя с растворенным веществом.

Физические теории растворов, основанные на представлении о растворах как простой механической смеси частиц растворенного вещества и растворителя, не могут объяснить многие свойства растворов.

Процесс растворения кристаллов в жидкости состоит из следующих основных стадий: диффузии молекул растворителя к поверхности кристалла, разрушения кристаллической решетки, диффузии молекул растворенного вещества в объем раствора. Растворение, как правило, происходит самопроизвольно, если при этом энергия Гиббса системы уменьшается. Растворение — это процесс, при котором устанавливается равновесие: растворенное вещество — растворитель. Раствор, находящийся в равновесии с растворяющимся веществом, называется насыщенным.

В 1803 году Генри и Дальтон установили зависимость между концентрацией раствора и такими его свойствами, как давление насыщенного пара

температуры кипения и повышение осмотического давления (рис. 28).

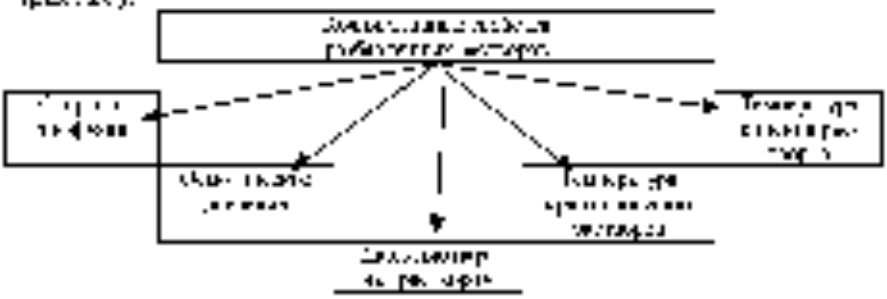


Рис. 28. Схема установки для измерения осмотического давления

Давление насыщенного пара растворителя над раствором всегда меньше давления пара над чистым растворителем. Поэтому пар растворителя, находящийся над раствором, будет перегретым паром растворителя над раствором нелетучего вещества. При растворении в жидкости нелетучего вещества в данном растворителе понижается концентрация молекул растворителя в единице объема раствора, и, значит, число молекул растворителя, испаряющихся с единицы площади поверхности раствора в единицу времени, также уменьшается. При меньшей концентрации пара в нем меньшее давление, установится равновесие.

Следовательно, давление насыщенного пара растворителя над раствором нелетучего вещества всегда ниже давления пара растворителя над чистым растворителем. Понижение давления пара растворителя над раствором тем больше, чем выше концентрация растворенного вещества.

Для предельно разбавленных растворов давление насыщенного пара определяется законом Генри, установленным еще в 1803 г. Этот закон гласит: давление насыщенного пара растворителя над разбавленным раствором нелетучего вещества прямо пропорционально молярной доле растворителя в растворе:

$$p_1 = p_1^0 \cdot x_1, \quad x_1 = 1 - x_2$$

где p_1^0 – давление пара растворителя над чистым растворителем; p_1 – давление пара растворителя над раствором, x_1 и x_2 – молярные доли растворителя и растворенного вещества.

Это уравнение можно записать в другом виде и сделать закону вант-Гоффа формальную:

$$p = \frac{p_0 \cdot x_1}{x_1 - x_2} = p_1 \cdot x_1,$$

т. е. давление пара над раствором равно произведению давления пара над чистым растворителем на отношение числа молей растворителя к сумме молей растворителя и растворенного вещества.

Для очень разбавленных растворов уравнение будет иметь вид

$$\frac{\Delta p}{p_0} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{m_2 \cdot M_1}{M_2 \cdot m_1},$$

где m_1 и m_2 — массы растворителя и растворенного вещества соответственно; M_1 и M_2 — молекулярные массы растворителя и растворенного вещества соответственно.

Понижение давления насыщенного пара приводит за собой повышение температуры кипения раствора по сравнению с чистым растворителем. Жидкость кипит при той температуре, при которой давление насыщенного пара над ней равно тому, при котором кипит чистый растворитель. Так как давление насыщенного пара растворителя над раствором всегда меньше, чем над чистым растворителем, то разбавленный раствор будет кипеть при более низкой температуре, чем растворитель. Повышение температуры кипения раствора по сравнению с температурой кипения чистого растворителя называется ебуллиоскопией. Для таких растворов Рауль нашел, что повышение температуры кипения раствора $\Delta t_{кип}$ ... t_0 — температура кипения растворителя, Δt — температура кипения раствора) пропорционально его концентрации (числу молей растворенного вещества на 1 кг растворителя):

$$\Delta t_{кип} = K \cdot m,$$

где K — коэффициент, зависящий от природы растворителя, m — моляльность раствора, Δt — кривая показывает изменение температуры кипения раствора.

Физический смысл криоскопической постоянной K состоит в том, что она равна повышению t раствора, содержащего 1 моль растворенного вещества на 1 кг растворителя. Величина K является характеристикой растворителя и не зависит от природы растворенного вещества. Величину K можно рассчитать по формуле

$$K = \frac{R \cdot T_0^2}{\lambda_{пл}}, \left[K \cdot \frac{кг}{моль}\right].$$

где T_f – температура плавления растворителя, $i_{пл}$ – удельная теплота плавления растворителя.

Так как

$$x = \frac{m_2 \cdot 1000}{M_2 \cdot m_1}, \text{ [моль/кг]},$$

то

$$\Delta t_з = \frac{k \cdot m_2 \cdot 1000}{M_2 \cdot m_1},$$

где m_1 – масса растворителя, m_2 – масса растворенного вещества.

Повышение температуры кипения. Жидкость кипит при той температуре, при которой давление насыщенного пара жидкости становится равным внешнему давлению. Так как давление насыщенного пара раствора нелетучего вещества всегда меньше, чем давление пара чистого растворителя при одной и той же температуре, то раствор кипит при более высокой температуре, чем растворитель. Для разбавленных растворов такую зависимость Рауль установил, что повышение температуры кипения раствора ($\Delta t_к$ или $\Delta T_к$) пропорционально его моляльности

$$\Delta t_к = E \cdot m,$$

где E – эбуллиоскопическая постоянная растворителя, m – моляльность раствора

$$\Delta t_к = \frac{k \cdot m_2 \cdot 1000}{M_2 \cdot m_1},$$

$$E = \frac{R \cdot T_к^2}{i_{пл}}, \left[\text{К} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{моль}}\right],$$

где $T_к$ – температура кипения растворителя, $i_{исп}$ – удельная теплота испарения растворителя.

Наличие в растворе нелетучего вещества понижает давление насыщенного пара растворителя при любой температуре, поэтому раствор кипит при более высокой температуре, чем чистый растворитель. Для определения молекулярной массы растворенного вещества используют эбуллиоскопический и криоскопический методы. Криоскопический метод основан на измерении понижения температуры замерзания растворов по сравнению с температурой замерзания чистого растворителя. Криоскопический метод более распространен, чем эбуллиоскопический, так как $\Delta t_з$ растворов обычно выше, и на нее влияют такие факторы, как изменение внешнего давления, перегрев раствора и т.п.

Определение молекулярной массы растворенного вещества криоскопическим методом. Если растворить различные количества растворенного вещества в одинаковых количествах растворителя, то будет наблюдаться одинаковое понижение

перехода растворителя в раствор. Явление самопроизвольной диффузии растворителя через полупроницаемую перегородку в раствор называется осмосом. Силу, вызывающую осмос, называют осмотическим давлением.

По определению Вант-Гоффа осмотическое давление идеальных растворов численно равно тому давлению, которое оказывало бы растворенное вещество, если бы оно при данной температуре находилось в газообразном состоянии и занимало объем, равный объему раствора:

$$\pi = c R T,$$

где c – молярная концентрация.

Так как

$$c = n/V$$

где n – количество растворенного вещества, V – объем раствора, то

$$\pi = n/V R T$$

Зависимость осмотического давления от концентрации выражается также графически в виде прямой линии.

$$\nu = \frac{\rho_0}{M_0} \cdot \frac{ST}{}$$

где M_0 – молярная масса растворителя.

Уравнение Вант-Гоффа применимо только к разбавленным растворам. При изучении свойств растворов электролитов, сделав вывод осмотического, что этим растворам присущи все основные свойства растворов неэлектролитов, таких как влияние природы растворителя и растворенного вещества, влияние концентрации растворенного вещества, влияние температуры. Однако при изучении растворов электролитов оказалось иначе, чем следовало ожидать, исходя из их молярных концентраций Вант-Гоффа, чтобы привести законы растворов неэлектролитов в электролитов, ввел поправочный коэффициент, показывающий, во сколько раз наблюдаемое осмотическое давление (π_1, π_2) больше вычисленного, т.е.

$$\pi = i c R T,$$

$$\pi_1 = i \pi_2 \quad i > 1.$$

Для растворов неэлектролитов $i = 1$, для электролитов $i > 1$.

5.2. Теория электролитической диссоциации (ЭДС).

В 1887 году С. Аррениус выдвинул гипотезу, согласно которой в растворах электролитов молекулы распадаются на ионы – катионы и анионы. Он постулировал существование ионов, отличающихся от нейтральных атомов.

1) Электролиты при растворении в воде распадаются на ионы положительные и отрицательные.

2) При действии электрического тока положительно заряженные ионы движутся к катоду – отрицательно заряженному – и это катионы. Поэтому первые и обозначаются как ионы, а вторые – анионами.

3) Диссоциация – процесс для большинства электролитов обратимый и характеризуется процессом, в ходе которого молекулы распадаются на ионы. Поэтому в уравнениях реакций ионного обмена, где участвуют электролиты, вместо молекул записывают ионы. Например, в уравнении диссоциации электролита KA на катион K^+ и анион A^- записывают так:

$$KA \rightleftarrows K^+ + A^-.$$

Механизм электролитической диссоциации.

При растворении в воде ионных соединений, например, хлорида натрия NaCl, диполи молекул воды ориентируются вокруг ионов натрия и хлорид-ионов (рис. 29). При этом положительные концы диполей молекул воды притягиваются к отрицательно заряженным ионам Cl^-, а отрицательные концы – к положительно заряженным ионам Na^+. В результате этого взаимодействия ионы, находящиеся на поверхности кристалла, переходят в раствор. При этом ослабевает притяжение между ионами в кристаллической решетке вещества. Кристаллическая решетка разрушается, и ионы переходят в раствор. При этом, образуются гидратированные ионы, т. е. ионы, окруженные молекулами воды.

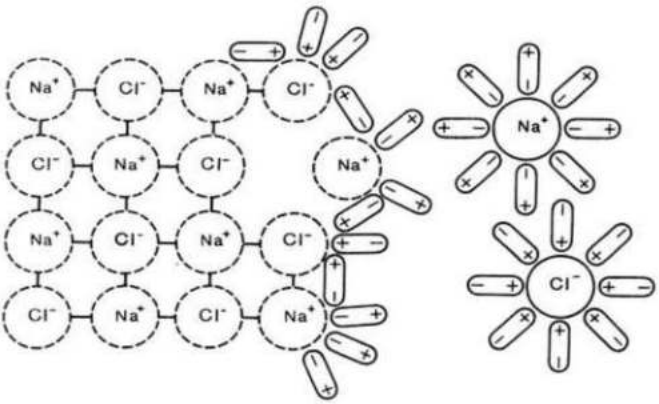


Рис. 29. Схема электролитической диссоциации хлорида натрия в водном растворе

Аналогично диссоциируют электролиты, молекулы которых образованы по типу полярной ковалентной связи. Здесь также вокруг каждой полярной молекулы вещества ориентируются диполи воды, которые притягиваются своими отрицательными полюсами к положительному полюсу молекулы и положительными полюсами – к отрицательному полюсу. В результате такого диполь-дипольного взаимодействия связующе электронное облако (электронная пара) полностью сместится к атому с большей электроотрицательностью, при этом полярная молекула превращается в ионную и затем легко распадается на гидратированные ионы (рис. 30).

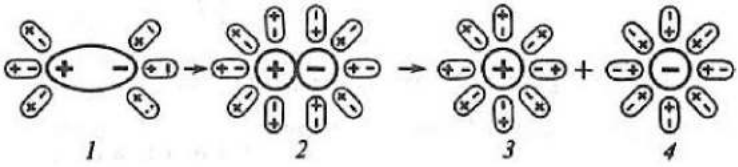


Рис. 30. Схема электролитической диссоциации полярной молекулы в водном растворе:
1 – полярная молекула в начале гидратации; 2 – переход полярной структуры в ионную под действием диполей воды; 3 – гидратированный катион; 4 – гидратированный анион

Диссоциацию полярных молекул можно записать уравнением

$$AA + dH_2O \rightleftharpoons [C^+(H_2O)_c] + [A^-(H_2O)_d]$$

Ион может быть целой или частичной – все зависит от степени поляризации связей молекулы.

Поляризация. Сначала в растворителе ионизируются молекулы, затем ионы сольватируются.

Степень диссоциации. Поскольку электролитическая диссоциация – процесс обратимый, в растворе устанавливается равновесие между ионами и недиссоциированными молекулами. Поэтому растворы электролитов характеризуются степенью диссоциации α, которая показывает, какой процент растворенных молекул AB

$$\alpha = x \cdot N$$

Степень диссоциации α определяется опытным путем и выражается в долях единицы или в процентах. Если диссоциации подвергаются все молекулы, то α = 1, или 100%. Если α = 70%, то это означает, что из 100 молекул продукту диссоциации подвергаются 70 молекул.

Степень диссоциации зависит от природы растворенного вещества, концентрации раствора, температуры и других факторов.

Различные вещества диссоциируют в разной степени. Например, в муравьиной кислоте HCOOH при одинаковых условиях больше, чем в уксусной кислоте CH_3COOH.

При уменьшении концентрации раствора степень диссоциации увеличивается, так как увеличивается расстояние между ионами в растворе и уменьшается концентрация сталкивающихся ионов.

При повышении температуры степень диссоциации тоже увеличивается.

В зависимости от степени диссоциации электролиты делятся на сильные и слабые.

Сильные электролиты при растворении в воде практически полностью распадаются на ионы. К ним относятся: 1) почти все растворимые соли; 2) сильные кислоты, например H_2SO_4, HNO_3, HCl, HBr, HI, $HMnO_4$, $HClO_3$, $HClO_4$; 3) основания щелочных и щелочноземельных металлов.

Процесс диссоциации слабых электролитов является необратимым. Сильные электролиты в водных растворах находятся только в ионной форме.

Слабые электролиты при растворении в воде диссоциируют частично. К ним относят: 1) почти все органические кислоты; 2) слабые кислоты, например H_2CO_3, H_2S, HNO_2, $HClO$, H_2SiO_3; 3) некоторые соли – CdI_2, $HgCl_2$, $Hg(CN)_2$, $Fe(SCN)_3$; 4) многие основания, нерастворимые в воде (кроме щелочных и щелочноземельных металлов, а также NH_4OH, фенилгидразина); 5) вода. Слабые электролиты не могут дать больших концентраций ионов в растворе.

Отсутствие ионов, или очень малая концентрация ионов в растворах сильных электролитов, иногда очень сильно влияет на свойства веществ, особенно при химических реакциях.

Константа диссоциации (ионизации). Для характеристики слабых электролитов применяют специальную константу $K_д$. Применительно к общему случаю слабой одноосновной кислоты HA:

$$HA \rightleftarrows H^+ + A^-$$

$$K_д = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

Константа диссоциации $K_д$ – это отношение произведения концентраций ионов к концентрации недиссоциированных молекул.

Константа диссоциации не зависит от концентрации электролита, а потому является более общей характеристикой электролитов, чем степень диссоциации α. Она зависит от природы электролита, природы растворителя и (очень сильно) от температуры.

3. Остальные установили зависимость между константой диссоциации $K_д$, степенью диссоциации α и молярной концентрацией электролита c, которую можно использовать для расчета степени диссоциации слабого электролита (закон):

$$K_д = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$$

Для слабых электролитов

$$K = c\alpha^2$$

Количественная оценка теории сильных электролитов была дана в работах П. Дебая и Э. Гюккеля [1923]. Согласно этой теории сильные электролиты в разбавленных, в концентрированных растворах диссоциируют полностью. Однако измерения α, Δt, электропроводности привели к выводу, что в растворах сильных электролитов не полностью диссоциированы на ионы.

Теория Дебая-Гюккеля объясняет это одновременно двумя причинами:

1) электростатическое взаимодействие ионов приводит к отталкиванию одноименно заряженных ионов, которое мешает располагаться ионам упорядоченно;

2) ионы, окружая ионы, которые при диссоциации упорядочивают молекулы растворителя, мешают их ориентации.

Поэтому при данных концентрациях степень диссоциации ниже максимально возможной степени диссоциации.

С целью количественной оценки сформулировано для данного раствора сильного электролита правило ионных концентраций: при одинаковой ионной концентрации, эффективной концентрации, в которой эти растворы действуют при химических реакциях

$$a = f \cdot c,$$

где f – коэффициент активности, c – концентрация, отклонение от которой характеризует степень отклонения свойств реальных растворов. Рассчитывается по формуле

$$\lg f = -0{,}5 \cdot z^2 \cdot \sqrt{I},$$

где z – заряд иона, I – ионная сила раствора.

Ионная сила раствора I является мерой интенсивности электрического поля, создаваемого ионами в растворе, и определяется электростатическое взаимодействие растворенных ионов:

$$I = \frac{1}{2}(c_1 z_1^2 + c_2 z_2^2 + \ldots + c_n z_n^2),$$

где c – концентрация ионов, z – заряд ионов.

В качестве примера рассмотрим HJO: при диссоциации HJ образуются ионы H^+ и J^-, а при диссоциации HJO – ионы H^+ и JO^-.

Для характеристики кислотности среды вводят специальный параметр – водородный показатель pH. Водородным показателем pH – называется взятый с обратным знаком десятичный логарифм активности ионов водорода в растворе

$$pH = -lg a_{H^+},$$

для разбавленных растворов

$$pH = -lg[H^+].$$

В чистой воде $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ моль/л, среда нейтральная, $pH = 7$. В кислых растворах $[H^+] > [OH^-]$, $pH < 7$, в щелочных растворах $[H^+] < [OH^-]$, $pH > 7$. Нейтральной среда только при 22°С.

Для слабо и сильно диссоциирующих веществ растворов зная состояние при котором произведение концентраций H^+ и OH^- есть постоянная величина, и не зависящая от концентрации посторонних ионов

$$[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$$

Зная pH раствора, легко вычислить величину pOH и наоборот, зная величину pOH можно вычислить pH = 14 – pH, и наоборот.

5.3. Буферные системы.

Растворы, обладающие способностью сохранять постоянное значение pH при разбавлении водой и при добавлении кислоты или щелочи, называют буферными растворами.

Состав буферных систем. Буферные системы по своему составу подразделяются на:

I. Основные. Буферные системы (pH > 7) состоят из слабого основания и его соли, образованной сильной кислотой.

Например, аммиачная буферная система:

$$NH_4OH + NH_4Cl, \quad pH = 9.2$$

II. Кислотные буферные системы (pH < 7) состоят из слабой кислоты и соли, образованной ею и сильным основанием.

Например, ацетатная буферная система:

$$CH_3COOH + CH_3COONa; \quad pH = 4.7.$$

Буферная система характеризуется определенным значением концентрации ионов H^+ или OH^-, которые она стремится сохранить при добавлении небольших количеств кислоты или щелочи.

Уксусно-натриевая и аммиачно-натриевая в водном растворе диссоциируют на ионы

$$CH_3COOH \rightleftarrows CH_3COO^- + H^+ \text{ (слабая)}$$

$$CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+ \text{ (сильный)}$$

Прибавим в этому раствору небольшое количество раствора сильной кислоты HCl, т.е. весьма дополнительно ионы H⁺:

$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

В этом случае противодействовать увеличению кислотности среды будут анионы ацетат-ионы CH_3COO^-, которые вступают в реакцию с ионами H⁺, образуя молекулы слабого электролита:

$$CH_3COO^- + H^+ \rightarrow CH_3COOH$$

Таким образом, ионы H⁺ связываются, а pH раствора изменяется незначительно. При добавлении к буферному раствору щелочи, например, NaOH, увеличивается концентрация ионов OH^-:

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$

Ионы OH⁻ будут взаимодействовать с молекулами слабого электролита CH_3COOH:

$$CH_3COOH + OH^- \rightleftarrows H_2O + CH_3COO^-$$

В результате этой реакции количество молекул слабой кислоты, что мало влияет на pH раствора. При разбавлении буферных растворов также не происходит изменения pH среды, т.к. не происходит изменения соотношения концентраций, от которого зависит концентрация H⁺ и OH⁻ буферной системы.

5.4. Буферная емкость.

Количественной мерой способности буферных систем противодействовать изменению pH среды является буферная емкость.

Буферную емкость выражают числом молей кислоты или щелочи, которое необходимо добавить к 1 литру буферного раствора, для изменения pH раствора на единицу.

Буферная емкость рассчитывается по формуле:

$$B = C_0(pH_1 - pH_2)$$

где B – буферная емкость раствора; C_0 – молярная концентрация кислоты или щелочи; pH_1 – начальный и pH_2 – конечный показатели pH раствора водородного соответственно после прибавления C моль кислоты или щелочи.

Наибольшей буферной емкостью обладают растворы с соотношением компонентов, равным единице:

$$\frac{[Кислота]}{[Соль]} = 1, \quad \frac{[Основание]}{[Соль]} = 1$$

Разбавление растворов почти не влияет pH, но существенно влияет на буферную емкость. В очень разбавленных растворах буферная емкость исчезает полностью.

5.5. Гидролиз солей.

Взаимодействие ионов соли с водой, приводящее к образованию слабого электролита, называется гидролизом соли. Образование слабого электролита является причиной смещения равновесия диссоциации воды и приводит к появлению избытка ионов H^+ или OH^-. Поэтому растворы солей, гидролизующихся:

1) сильных оснований и слабой кислотой (например Na_2CO_3),

2) слабого основания и сильной кислоты (например $CuSO_4$),

3) слабых оснований и слабой кислоты (например $Al_2(CO_3)_3$).

Если соль образована многозарядным ионом, гидролиз протекает ступенчато.

Гидролиз по первой ступени практически всегда преобладает и протекает, т.е. в применении pH среды

1) Гидролиз соли, образованной сильным основанием и слабой кислотой.

I ступень

$$Na_2CO_3 \rightleftarrows 2Na^+ + CO_3^{2-}$$
$$CO_3^{2-} + HOH \rightleftarrows HCO_3^- + OH^-$$
$$Na_2CO_3 + HOH = NaHCO_3 + NaOH$$

II ступень

$$NaHCO_3 \rightleftarrows Na^+ + HCO_3^-$$
$$HCO_3^- + HOH \rightleftarrows H_2CO_3 + OH^-$$

$$NaHCO_3 + HOH \rightleftarrows H_2CO_3 + NaOH \quad pH > 7$$

2) Гидролиз соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой.

I ступень

$$AlCl_3 \rightarrow Al^{3+} + 3Cl^-$$
$$Al^{3+} + HOH \rightleftarrows AlOH^{2+} + H^+$$

$$AlCl_3 + HOH \rightleftarrows AlOHCl_2 + HCl$$

II ступень

$$Al(OH)Cl_2 \rightleftarrows AlOH^{2+} + 2Cl^-$$
$$AlOH^{2+} + HOH \rightleftarrows Al(OH)_2^+ + H^+$$
$$Al(OH)Cl_2 + HOH \rightleftarrows Al(OH)_2Cl + HCl$$

3 ступень

$$Al(OH)_2Cl \rightleftarrows Al(OH)_2^+ + Cl^-$$
$$Al(OH)_2^+ + HOH \rightleftarrows Al(OH)_3 + H^+$$
$$Al(OH)_2Cl + HOH \rightleftarrows Al(OH)_3 + HCl, pH < 7$$

3) Гидролиз соли, образованной слабым основанием и слабой кислотой.

$$(NH_4)_2CO_3 \rightleftarrows 2NH_4^+ + CO_3^{2-}$$
$$NH_4^+ + HOH \rightleftarrows NH_4OH + H^+$$

1 ступень

$$CO_3^{2-} + HOH \rightleftarrows HCO_3^- + OH^-$$

2 ступень

$$HCO_3^- + HOH \rightleftarrows H_2CO_3 + OH^-$$
$$(NH_4)_2CO_3 + 2HOH \rightleftarrows 2NH_4OH + H_2CO_3, pH > 7$$

Реакции гидролиза являются реакциями, которые обратимы в том числе слабые электролиты есть и среди исходных веществ (воды), и среди продуктов реакции. В состоянии равновесия только часть молекул воды подвергается гидролизу. Константа равновесия характеризует количественную сторону процесса гидролиза.

Степень гидролиза равна отношению числа гидролизованных молекул к общему числу растворенных молекул соли

$$h = n/N \cdot 100\%,$$

где n – число молекул соли, подвергшихся гидролизу; N – общее число растворенных молекул соли.

Степень гидролиза зависит от природы соли, концентрации раствора, температуры. При разбавлении раствора и повышении температуры его степень гидролиза увеличивается.

Константа гидролиза. Если реакцию гидролиза соли в общем виде представить уравнением

$$Kt + H_2O \rightleftarrows KOH + HAn,$$

где, Kt – катион, An – анион,

то уравнение константы равновесия данной реакции (ступень)

$$K_{равн} = \frac{[ZnO_2^{2-}] \cdot [H_2O]^4}{[Zn(OH)_4^{2-}] \cdot [OH^-]^2}$$

Поскольку вода является и растворителем, и реагентом, концентрация воды остается почти постоянной, ее принято включать в

$$K_1 = [H_2O]$$

состав постоянной величины, называемой константой гидролиза $K_г$

$$K_г = K_{равн} \cdot [H_2O] = \frac{[KrOH] \cdot [HAn]}{[KrAn]}$$

В случае гидролиза по аниону уравнение константы гидролиза принимает вид

$$K_г = \frac{[OH^-] \cdot [HAn]}{[An^-]} = \frac{K_{H_2O} \cdot [HAn]}{[H^+] \cdot [An^-]} = \frac{K_{H_2O}}{K_{HAn}}$$

В случае гидролиза по катиону

$$K_г = \frac{K_{H_2O}}{K_{KrOH}}$$

Отношение константы гидролиза соли к ионному произведению воды называется константой гидролиза

$$\lambda_г = \frac{K_{H_2O}}{K_{HAn} \cdot C_{соли}}$$

Кислоты и основания классифицируют с точки зрения теории электролитической диссоциации. Согласно этой теории кислоты – это вещества, которые при диссоциации образуют ионы водорода H^+. Основания – это вещества, которые при диссоциации образуют гидроксид-ионы OH^-. Степень гидролиза $h = \sqrt{\frac{K_г}{C}}$, которая еще раз подтверждает, что с разбавлением раствора степень гидролиза увеличивается.

Гидролиз – самое общее понятие, ионный обмен – это частный случай взаимодействия между ионами, находящимися в растворе. В химии обычно рассматривают ионы простого состава: водород (содержащийся в воде), хлорид-ион (содержащийся в соляной кислоте) и т. д.

5.6. Способы выражения состава растворов.

Наиболее употребительны следующие способы выражения состава растворов:

Массовая доля (w) растворенного вещества – отношение массы растворенного вещества к общей массе раствора. Измеряется в долях единицы или в процентах (%). Иногда массовую долю

показывают процентной концентрацией, так как она показывает массу (г) растворенного вещества в 100 г раствора:

$$\omega = \frac{m_{р.в}}{m_{р-р}} = \frac{m_{р.в}}{m_{в-во} + m_{р-ль}},$$

$$\omega = \frac{m_{в-ва} \cdot 100\%}{m_{р-ра}} = \frac{m_{в-ва} \cdot 100\%}{m_{в-ва} + m_{р-ля}} = \frac{m_{в-ва} \cdot 100\%}{V_{р-ра} \cdot \rho_{р-ра}}, \%,$$

где $m_{в-во}$ – масса вещества, г; $m_{р-р}$ – масса раствора, г; $m_{р-ль}$ – масса растворителя, г; $V_{р-р}$ – объем раствора, мл; $\rho_{р-р}$ – плотность раствора, г/см^3.

В последней формуле использовано выражение состава раствора через его плотность

$$\rho_{р-р} = \frac{m_{р-р}}{V_{р-р}}.$$

В практике расчетов часто требуется приготовить раствор с заданной массовой долей растворенного вещества. Для этого используют формулу смешения:

$$\omega_{смеси} = \frac{m_1 \cdot \omega_1 + m_2 \cdot \omega_2}{m_1 + m_2},$$

где ω_1 – массовая доля (%) первого раствора; m_1 – масса (г) первого раствора; ω_2 – массовая доля (%) второго раствора; m_2 – масса (г) второго раствора.

Молярная доля (N) – это отношение количества растворенного вещества (моль) растворенного к сумме количества всех веществ, n_1, n_2, ... n_i (моль) в данном растворе

$$N_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \text{ или } N_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \cdot 100\%$$

Объемная доля (φ) – отношение объема растворенного вещества к сумме объемов всех компонентов до приготовления раствора:

$$\varphi = \frac{V_{в-ва}}{\sum V_{в-ва-ты}} \cdot 100\%$$

Концентрация эквивалента (или молярная концентрация эквивалента, или молярность эквивалента, или нормальность, устаревшее и нерекомендуемое название) – отношение количества растворенного вещества (моль) к объему раствора, выражается в моль/л:

$$C_M = \frac{n}{V_{р-ра}} = \frac{m_{в-ва}}{M \cdot V_{р-ра}} = \frac{10 \cdot \rho \cdot \omega}{M},$$

где n – количество вещества, моль; M – молярная масса растворенного вещества, г/моль; 10 – переводной коэффициент.

Растворимость солей при комнатной температуре можно узнать по растворимости кислот, оснований и солей в воде (таблица 1 приложения 1 М.

Эквивалентная или нормальная концентрация ($C_н$ или C_N) это отношение количества эквивалентов растворенного вещества в растворе к объему раствора, выраженное в моль/л:

$$C_н = \frac{m_{в-ва}}{M_{эк} \cdot V} = \frac{m_{в-ва}}{M \cdot Э \cdot V} = \frac{Э \cdot \rho \cdot \omega}{M_{эк}},$$

где $M_{эк}$ – молярная масса эквивалента, г/моль; Э – эквивалент, моль; 10 – переводной коэффициент.

При проведении химических реакций вещества реагируют в эквивалентных количествах, то есть моль эквивалентов одного вещества реагирует с моль эквивалентов другого вещества. Поэтому при расчетах используют следующее соотношение:

$$V_1 \cdot N_1 = C_{н2} \cdot V_2 \text{ или } C_{н1} \cdot V_1 = C_{н2} \cdot V_2,$$

где V_1 – объем, $C_{н1}$ – концентрация эквивалента одного из реагентов.

Другие формулы для перевода концентраций:

$$M_1 = M \cdot Э$$
$$C_н = C_M \cdot Э.$$

Если в 1 л раствора содержится 1 эквивалент вещества, то раствор называется одномолярным (1N 1н.)

В случае, когда химическая реакция протекает с участием N_2, H_2 или O_2 (молярная и нормальная концентрации растворенного вещества равны друг другу, например HCl, HNO$_3$, NaOH, KMnO$_4$ и др.).

Массовая доля компонента (Смасс) – это отношение массы растворенного вещества к массе раствора, выраженное в процентах:

$$C_{масс} = \frac{n \cdot 100\%}{m_{р-ра}} = \frac{x \cdot 100\%}{m_{р-ра} - m_{в-ва}} = \frac{m_{в-ва} \cdot 100\%}{M \cdot (m_{р-ра} - m_{в-ва})}.$$

Для перерасчета одного количественного выражения состава раствора в другое можно пользоваться формулами связи этих физических величин между собой:

$$C_M = \frac{1000 \cdot \omega}{M \cdot 100} = \frac{C_н}{Э} = \frac{C_н}{C_N \cdot M/1000} = \frac{\omega \cdot \rho}{C_N \cdot M} \cdot 100.$$

Молярная концентрация (C_M) – это отношение количества растворенного вещества к объему раствора, т.е. есть масса

$$C_M = \frac{m_{в-ва}}{V_{р-ра}}$$

Часто используется краткая запись C_M – нитр

Титр раствора (T) – это масса растворенного вещества, содержащегося в 1 мл (или 1 см^3) раствора, тогда

$$T = \frac{m_{в-ва}}{V_{р-ра}} = \frac{C_M \cdot V}{1000} = \frac{C_N \cdot m_э}{1000}$$

5.7. Значение растворов в природе и биологии.

Большинство химических превращений протекает в растворах, так как они создают концентрацию, которая может быстро и качественно изменяться. Растворы – это сложные динамические системы, в которых работают закон действующих масс и равновесий, и поэтому могут взаимодействовать друг с другом во всем объеме, а не по отношению к какой-нибудь поверхности контакта реагирующих фаз, как это, например, происходит с твердым веществом, при соприкосновении его с раствором кислоты.

Растворы легко создаются и перемешиваются.

В биологии роль растворов исключительно велика, так как водные растворы являются естественной средой, в которой развиваются все физиологические процессы. Жизнь клетки, ткани и органа в целом, функционирование любого органа обеспечивается водными растворами почвы.

Вопросы для контроля

1. Общая характеристика растворов. Истинные и коллоидные растворы.
2. Давление насыщенного пара.
3. Осмотическое давление.
4. Изотонические растворы.
5. Осмос. Осмотическое давление.
6. Гидратная электролитической диссоциации. Механизм электролитической диссоциации с ионной и ковалентной связью.
7. Водородный показатель (pH) – среда биологических жидкостей.
8. Буферные системы. Буферная емкость.
9. Гидролиз солей.
10. Выражение состава растворов: молярная, нормальная, моляльная и массовая концентрации.

6. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

6.1. Окислительно-восстановительные реакции

Реакции, протекающие с изменением степеней окисления атомов элементов, в состав реагентов, называют окислительно-восстановительными (ОВР). Так, при взаимодействии цинка с соляной кислотой степень окисления водорода изменяется:

$$Zn^0 + 2H^{+1}Cl^{-} = Zn^{+2}Cl_2^{-1} + H_2^0$$

В окислительно-восстановительных реакциях происходит перемещение электронов от одних атомов молекул или ионов к другим, при этом изменяются заряды ионов. Эти реакции также называются редокс реакциями (от лат. reducio – восстанавливаю и oxydatio – окисляю).

Процессы окисления – восстановления. Окислительно-восстановительные реакции протекают с участием электродов и представляют собой гетерогенные

Окисление – это процесс отдачи электронов атомом, молекулой или ионом; при этом степень окисления повышается. Например, в реакции (1) электронное уравнение для цинка будет следующим (2):

$$Zn^0 + 2H^{+1}Cl^{-1} = Zn^{+2}Cl_2^{-1} + H_2^0 \quad (1)$$

$$Zn^0 - 2\bar{e} = Zn^{+2} \quad (2)$$

Степень окисления цинка повышается от 0 до +2. Цинк отдал электроны, он является восстановителем. Восстановителем называется ион (атом, молекула), отдающий электроны. Из восстановленной формы цинк (Zn^0 – металлический) превращается в окисленную форму (ион Zn^{2+}), т.е. восстановитель в ходе окислительно-восстановительной реакции окисляется.

Восстановление – это процесс присоединения электронов атомом, молекулой или ионом. Степень окисления при этом понижается. Например:

$$2H^+ + 2\bar{e} = H_2^0.$$

Водород принял электроны, он является окислителем. Окислителем называется ион (атом, молекула), который при взаимодействии принимает электроны. Из окисленной формы ион водорода превращается в молекулу, восстановленную форму. В ходе реакции окислитель восстанавливается.

Атомы, молекулы и ионы, являющиеся окислителями или восстановителями и входящие в состав веществ, то, соответственно, эти вещества называются *окислителями или восстановителями.* Окисление и восстановление – взаимосвязанные процессы, которые можно выразить следующей схемой (рис. 31):

Окисление:	восстановитель – ē	⇔	окислитель + ē	Восстановление:
	отдает электроны		принимает электроны	
	степень окисления повышается		степень окисления понижается	
	окисляется		восстанавливается	

Рис. 31. Схема окисления и восстановления

В окислительно-восстановительных реакциях число электронов, отдаваемых восстановителем, равно числу электронов, присоединяемых окислителем.

Окислители и восстановители. В качестве окислителей и восстановителей могут выступать как простые и сложные веще-

отвечающее в ходе реакции степень окисления. Соединения, в которых элемент может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства, могут преимущественно восстанавливаться, вступая в качестве окислителей, например $KMn^{+7}O_4$, $KCl^{+5}O_3$, $H^{+}_2O_2$, $K_2Cr^{+6}O_4$, $H_2S^{+6}O_4$, $HCl^{+7}O_4$, $H^{+}NO_3$ и др. Соединения, содержащие атомы элементов в низшей степени окисления, могут выступать только в качестве восстановителей, например $K^{-1}I$, H_2S^{-2} и др.

Важнейшие окислители

1) Неметаллы (F_2, O_2, Cl_2, Br_2, S, O_3), переходящие в ходе реакции в отрицательно заряженные ионы

2) Катионы металлов и водорода (Ag^+, Cu^{2+}, H^+), переходящие в нейтральное состояние.

3) Сложные вещества, в состав которых входят элементы в высшей или промежуточной степени окисления ($KMnO_4$, MnO_2, $K_2Cr_2O_7$, HNO_3, $HClO$, PbO_2, AgO, H_2O_2 и др.)

4) Концентрированные серная кислота, оксиды азота — элементы в высшей и промежуточной степенях окисления

5) Кислород при любых условиях.

Важнейшие восстановители.

1) Все металлы, находящиеся в состоянии с нулевой степенью окисления

2) Неметаллы (H_2, B, C) переходящие в состояние с положительной степенью окисления.

3) Сложные вещества, в состав которых входят элементы в низшей или промежуточной степени окисления ($Fe^{+2}Cl_2$, $C^{-2}O$, H_2S^{-2}, HCl^{-1}, $N^{-3}H_3$, $H_2S^{+4}O_3$, $Mn^{+4}O_2$, HBr^{+1}, $Sn^{+2}Cl_2$, $Na_2S_2^{+3}O_3$, $C^{+2}O$, $N^{+2}O$ и др.)

4) Органические вещества — альдегиды, кетоны, спирты, муравьиная и щавелевая кислоты

5) Кислород при высокой температуре

Соединения, в состав которых входят атомы элементов с промежуточной степенью окисления, способны проявлять как восстановительные, так и окислительные свойства, в зависимости от того, с какими веществами они взаимодействуют: в большинстве случаев

и др. (кроме $HClO_4$, H_3PO_4, O_2, S, Cl_2, I_2, Cu^{2+}, Cr^{3+}, Mn^{4+}), различные акцепторы электронов (кислород и его ближайшие гомологи более характерны и преобладающи).

Пример.

$$[I_2S^{+4}O_3] + 2[I_2S^{-2}] = 3[I_2^0]$$

$$S^{+4} + 2e^- \rightarrow S^0$$

$$S^{-2} - 2e^- \rightarrow S^0$$

В данной ОВР сернистая кислота H_2SO_3 является окислителем, потому что реагирует с сероводородом H_2S – сильным восстановителем.

$$2[I_2S^{+4}O_3] + O_2^0 = 2[I_2S^{+6}O_4]$$

$$S^{+4} - 2e^- \rightarrow S^{+6}$$

$$O_2^0 + 4e^- \rightarrow 2O^{-2}$$

В этой реакции сернистая кислота H_2SO_3 является восстановителем, потому что реагирует с O_2 – сильным окислителем.

Окислительно-восстановительные свойства элементов зависят от многих факторов, важнейшим из которых является положение элемента в периодической системе, его степень окисления в веществе, характер связей, проявляемых другими участвующими в реакции веществами. В периоде с увеличением порядкового номера элемента восстановительные свойства ослабевают, а увеличением порядкового номера элементов главных подгрупп усиливаются металлические свойства и ослабевают окислительные. Наиболее сильными восстановителями являются щелочные металлы, фтор, которых фтор – самый сильный окислителями галогены, среди которых фтор самый сильный.

Классификация окислительно-восстановительных реакций. Различают три типа окислительно-восстановительных реакций

1) межмолекулярные;

2) внутримолекулярные;

3) диспропорционирования.

К межмолекулярным относятся реакции, которые протекают между атомами различных элементов, находящихся в составе разных молекул, т. е. окислитель и восстановитель входят в состав разных веществ.

$$4N^{-3}H_3 + 3H_2^0O \rightarrow 2N_2^0 + 6H_2O^{-2}$$

$2N^{+5} + 4e = N_2^{+1}$ | 4 | 2

$O_2^{-2} - 2e = 2O$ | 4 | 2

Коэффициенты (2, 2) при окислителе и восстановителе находятся по правилу взаимности атомов. Сумма коэффициентов в схеме ОВР не должна равняться четному числу. Если в молекуле одного вещества повторяются атомы одного химического элемента

$4K_2^{+1}S^{+4}O_3^{-2} = 3K_2^{+6}S^{+6}O_4^{-2} + K_2^{+1}S^{-2}$

$S^{+4} + 2e \rightarrow S^{+6}$ | 2 | 3

$S^{+4} + 6e \rightarrow S^{-2}$ | 6 | 1

$O_2^{-2} + 4e = 2O^{-2}$ | 4 | 3

Реакции диспропорционирования (самоокисления-самовосстановления) являются частным случаем внутримолекулярных)

К этому типу реакций следует отнести и реакции (обмена) разложения веществ, в которых атомы одного и того же элемента имеют различную степень окисления (разных кислот). В результате получаются вещества, не проявляющие этого элемента высшей и низшей степеней окисления. В схеме реакции расставляются коэффициенты при продукте реакции.

$2H_2S^{-2} + H_2S^{+4}O_3 = 3S^0 + 3H_2O$

$S^{-2} - 2e \rightarrow S^0$ | 1 | 2

$S^{+4} + 4e \rightarrow S^0$ | 2 | 1

К внутримолекулярным относятся такие реакции, которые протекают с изменением степени окисления разных атомов в одной и той же молекуле, т.е. реакции, в которых и окислитель и восстановитель находятся в одной молекуле. В этом случае более низкой положительной степенью окисления обладает атом с меньшей электроотрицательностью. Это реакции термического разложения. Например:

$2KCl^{+5}O_3^{-2} \xrightarrow{t} 2KCl^{-1} + 3O_2^0$

$Cl^{+5} + 6e \rightarrow Cl^{-1}$ | 6 |

$2O_2^{-2} - 4e \rightarrow 3O_2^0$ | 4 |

Среди них следует отметить и реакции, в которых атомы одного и того же элемента имеют разные степени окисления:

$N^{-3}H_4N^{+5}O_3 = N_2^0 + 2H_2O$

$N^{-3} - 3e \rightarrow N_2^0$ | 6 | 1

$N^{+1}+e \rightarrow N^{0}|e|1$

Третий тип реакций – реакции диспропорционирования и сопропорционирования. Диспропорционирование – окислительно-восстановительность, когда один и тот же элемент в составе одной молекулы, т.е. атомы одного и того же элемента окисляются и восстанавливаются. При этом степень окисления образующихся продуктов отличается от степени окисления исходного вещества.

В реакции диспропорционирования оксид азота(IV) реагирует с водой:

$4NH_3^{+3}O_2 + 3H_2O^{-2} \rightarrow H^{+5}N$

$N^{+4} - 2e \rightarrow N^{+5}$ | 2 | 3

$N^{+4} + 1e \rightarrow N^{+3}$ | 1 | 2

При составлении уравнения методом электронного баланса коэффициенты в уравнении стехиометрического баланса при этом часто получаются дробными.

Составление уравнений ОВР

Применяют в основном два метода составления уравнений окислительно-восстановительных реакций – это метод электронного баланса и метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций). Оба метода основаны на сравнении степеней окисления атомов в исходных и конечных веществах. Метод электронного баланса основан на подборе коэффициентов между восстановителем и окислителем.

Метод электронного баланса. Метод электронного баланса основан на сравнении степеней окисления атомов в исходных и конечных веществах. Метод электронного баланса основан на подборе коэффициентов между восстановителем и окислителем. Число отданных атомов в левой и правой частях уравнения одинаково.

Особенности применения ОВР метода электронного баланса

1) для составления уравнения нужно знать формулы реагентов вещества и продуктов реакции. Окислитель и восстановитель вещества определяются либо опытным путем, либо на основе знания химических свойств элементов.

2) Число электронов, принятых окислителем, и число электронов, отданных восстановителем, должно быть равно. Для этого находят наименьшее общее кратное для числа электронов, и дополнительные множители к степеням окисления

3) При составлении уравнений окислительно-восстановительных реакций удобно в исходных веществах записывать сначала тот элемент, который отдает электроны, а затем тот элемент, который принимает электроны: в продуктах реакции – сначала продукт окисления восстановителя, затем продукт восстановления окислителя, затем другие вещества.

Пример 1. Составить уравнение реакции ртути с раствором нитрата ртути (II). Определить окислитель и восстановитель.

Решение. Запишем схему реакции, определив степени окисления элементов, изменяющих степень окисления:

$$Cu^{0} + Hg^{+2}(NO_3)_2 \rightarrow Cu^{+2}(NO_3)_2 + Hg^{0}$$

В приведенной реакции ионы меди отдают при каждом атоме два электрона. Это означает, что степень окисления повышается от 0 до +2. Медь – восстановитель. Ион ртути принимает два электрона и степень окисления понижается от +2 до 0. Ионы ртути – окислитель. Это отношения отражают электронные уравнения:

окислитель $Cu^{0} - 2e \rightarrow Cu^{+2}$ | 2 | 1 восстановитель

восстановление $Hg^{+2} + 2e \rightarrow Hg^{0}$ | 2 | 1 окислитель.

Из уравнений электронного баланса видно, что оба восстановителя и окислителя коэффициенты равны 1. В окончательном уравнении реакции эти электронные коэффициенты не записываются:

$$Cu + Hg(NO_3)_2 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + Hg$$

Чтобы проверить правильность составленного уравнения, подсчитаем общее число атомов каждого элемента в левой и правой частях.

Перепишем уравнение в ионной форме:

$$Cu^{0} + Hg^{+2} + 2NO_3^{-} \rightarrow Cu^{+2} + 2NO_3^{-} + Hg^{0}$$

После сокращения одинаковых ионов получим

$$Cu^{0} + Hg^{+2} \rightarrow Cu^{+2} + Hg^{0}$$

Пример 2. Составить уравнение реакции сероводорода с подкисленным раствором перманганата калия.

Решение. Сначала запишем схему реакции – формулы исходных и полученных веществ:

$$H_2S + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow S + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

Затем определим изменение степеней окисления атомов до и после реакции:

$H_2S^{-2} + KM^{+7}O_4 \quad H_2SO_4 \rightarrow S^0 + Mn^{+2}SO_4 \quad K_2SO_4 + H_2O.$

Определяется степень окисления у серы и марганца: H_2S – восстановитель, $KMnO_4$ – окислитель.

Далее составляем электронные уравнения, т. е. графически процессы отдачи и присоединения электронов:

$$S^{-2} \quad -2\bar{e} \quad \rightarrow S^0 \quad | \cdot 5$$
$$Mn^{+7} + 5\bar{e} \rightarrow Mn^{+2} \quad | \cdot 2$$

И, исходя из них, находим коэффициенты при окислителе и восстановителе, а затем при других веществах. По электронным уравнениям видно, что надо взять 5 моль H_2S и 2 моль $KMnO_4$, тогда получим 5 моль атомов S и 2 моль $MnSO_4$. Кроме того, по соотношениям числа молекул в левой и правой частях уравнения находим, что образуется только 1 моль K_2SO_4 и 8 молей H_2O.

Окончательное уравнение реакции имеет вид:

$$5H_2S + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5S + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

Проверяется правильность подбора коэффициентов по числу атомов кислорода в левой части: $2 \cdot 4 + 3 \cdot 4 = 20$, в правой: $2 \cdot 4 + 4 + 8 = 20$. Полученное уравнение в ионной форме:

$$5H_2S + 2MnO_4^- + 6H^+ \rightarrow 5S + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

Способ электронного баланса является универсальным и поэтому применим для составления уравнений окислительно-восстановительных процессов, протекающих в растворах и расплавах, как в присутствии, так и в отсутствие растворителя. В основе метода лежит определение степеней окисления атомов в исходных и конечных веществах и последующее составление схемы электронного баланса.

Метод полуреакций. Для составления уравнений окислительно-восстановительных реакций ионно-электронным методом необходимо знать, какие ионы преобладают в растворах тех веществ, которые участвуют в реакции. Например, в растворе $KMnO_4$ преобладают ионы K^+ и MnO_4^-, в растворе H_2SO_4 – ионы H^+ и SO_4^{2-}, в растворе K_2SO_3 – ионы K^+ и SO_3^{2-} и т. д.

При составлении ионно-электронных уравнений окислительно-восстановительных реакций следует руководствоваться правилом: число электронов, отдаваемых восстановителем, должно быть равно числу электронов, принимаемых окислителем.

Для составления уравнений методом полуреакций необходимо соблюдать следующие условия:

1) Написать ионно-молекулярную схему реакции, т. е. формулы исходных веществ и продуктов их взаимодействия, а за

тех: чаще приписывают к составлению уравнений полуреакций. Сильные электролиты записываются в виде ионов, а слабые электролиты, осадки и газы — в виде молекул. Продукты реакции (продукты взаимодействия восстановителя и окислителя устанавливаются либо опытным путем, либо на основании известных свойств элементов, либо с помощью

2) При составлении уравнений полуреакций из исходных веществ и продуктов может образоваться избыток кислорода. Тогда в кислых растворах он связывается ионами H^+ и входит в состав молекулы воды, а в нейтральных и щелочных растворах — в состав гидроксид-ионов

$$O^{2-} + 2H^+ = H_2O; \quad O^{2-} + H_2O = 2OH^-.$$

3) Если же исходные вещества содержат больше атомов кислорода, чем образуется в продуктах, то избыток кислорода в кислых растворах связывается ионами H^+ с образованием молекул воды, а в нейтральных растворах — с участием молекул воды с образованием гидроксид-ионов

$$H_2O - O^{2-} + 2H^+; \quad 2OH^- - O^{2-} + H_2O.$$

Пример. Составьте уравнение реакции, протекающей при пропускании сероводорода H_2S через подкисленный раствор перманганата калия $KMnO_4$.

Решение. Составим схему реакции

$$H_2S + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow S + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

При добавлении раствора перманганата $KMnO_4$ калия к раствору сероводорода H_2S происходит обесцвечивание раствора. Опыт показывает, что обесцвечивание раствора происходит в результате образования элементарной серы и сернокислого марганца:

$$H_2S^{-2} \rightarrow S^0 + 2H^+.$$

В этой схеме число атомов кислорода в левой и правой частях одинаково. Для уравнивания зарядов в левую часть схемы добавим два иона водорода:

$$H_2S^{-2} \rightarrow S^0 + 2H^+.$$

Полученная схема представляет собой уравнение реакции

$$H_2S - 2e = S + 2H^+$$

Это первая полуреакция — процесс окисления восстановителя H_2S. Обесцвечивание раствора связано с переходом иона MnO_4^- (он имеет малиновую окраску) в ион Mn^{2+} (почти бесцветный, и лишь при большой концентрации имеет розоватую окраску), что можно выразить схемой

$$MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$$

Опять-таки видно, что в кислой среде кислород, входящий в состав иона MnO_4^-, связан с ионом водорода с конечной целью получения воды. Поэтому уравнение реакции можно записать так:

$$MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O.$$

Чтобы сравнить данную полуреакцию, мы уравняли ее по кислороду. Далее по водороду, используя в левой части положительно заряженные ионы H^+, а конечные – для дополнительных (2):

$$(MnO_4)^- + 8H^+ + Mn^{2+} = 4H_2O.$$

Но для выполнения условия сохранения заряда надо в левой части схемы добавить пять электронов:

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O.$$

Эта запись полуреакции – процесса восстановления иона перманганата.

Для составления общего (суммарного) уравнения реакции по методу уравнивания полуреакций, с помощью коэффициентов, предварительно уравнивают число отданных и полученных электронов. В этом случае по правилам сложения алгебраических чисел определяют соответствующие множители, на которые умножаются уравнения полуреакций. Окончательно получим:

$$H_2S - 2e = S + 2H^+ \quad | 5$$

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e = Mn^{2+} + 4H_2O \quad | 2$$

$$5H_2S + 2MnO_4^- + 16H^+ = 5S + 10H^+ + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

Сократив на $10H^+$, окончательно получим

$$5H_2S + 2MnO_4^- + 6H^+ = 5S + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

Пользуясь правилами составления молекулярных уравнений, в левой части схемы к кислороду и водороду иона MnO_4^- мысленно прибавим ионы K^+, а правой – SO_4^{2-} ($5 \cdot 2 = 10$, а правой $2 \cdot (2+1) = 6$). Уравнение можно записать так:

Чтобы не нарушить уравнивания по H^+, в качестве кислоты, отвечающей этим ионам, берем серную, а не какую-нибудь иную кислоту. Далее, в левой части полного уравнения к каждому иону K^+ прибавим по SO_4^{2-}, а к каждому иону Mn^{2+} – анион SO_4^{2-}. Затем также поступим в правой части уравнения. Сократив одинаковые ионы, получим

$$5H_2S + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = 5S + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O.$$

Таким образом, составление уравнений окислительно-восстановительных реакций методом полуреакций приводит к тому же результату, что и методом электронного баланса.

В методе полуреакций коэффициенты окислительно-восстановительных реакций определяют с учетом конкретной формы ионов, участвующих в процессе. Преимуществом метода является отсутствие необходимости пользоваться понятием степени окисления. Кроме того, он позволяет учесть влияние среды реакции на характер процесса. Метод полуреакций применим лишь для описания и подбора коэффициентов окислительно-восстановительных процессов в растворах.

Влияние среды на характер протекания реакций. Реакции окисления – восстановления могут протекать в различных средах: в кислой (избыток – ионов H^+), нейтральной (H_2O) и щелочной (избыток гидроксид-ионов OH^-). В зависимости от среды может изменяться характер протекания реакции между одними и теми же веществами. Среда влияет на изменение степеней окисления атомов. Так, например, ион MnO_4^- в кислой среде восстанавливается до Mn^{2+} (степень окисления Mn^{2+}), в нейтральной – до MnO_2 (степень окисления Mn^{+4}), а в щелочной – до MnO_4^{2-} (степень окисления Mn^{6+}). Схематически эти изменения можно представить так (рис. 32).

Окисленная форма		**Восстановленная форма**
	$-H^+ \longrightarrow$	Mn^{2+}, бесцветный раствор
MnO_4^-	$-H_2O \longrightarrow$	MnO_2, бурый осадок
	$-OH^- \longrightarrow$	MnO^{2-}, зеленый раствор

Рис. 32.Влияние среды на изменение степеней окисления иона MnO_4^-

Обычно для создания в растворе кислой среды используют серную кислоту. Азотную и соляную кислоты применяют редко: первая сама является окислителем, вторая способна окисляться. Для создания щелочной среды применяют растворы гидроксидов калия или натрия.

Опыты по влиянию среды легко провести, взяв, например, в качестве восстановителя раствор сульфита натрия, а окислителя – раствор перманганата калия. Составим соответствующие уравнения методом полуреакций.

В кислой среде:

$Na_2SO_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

$SO_3^{2-} + MnO_4^- + 2H^+ \rightarrow SO_4^{2-} + Mn^{2+}$

$SO_3^{2-} + H_2O - 2e^- = SO_4^{2-} + 2H^+ \quad | \cdot 5$

$\underline{MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O} \quad | \cdot 2$

$5SO_3^{2-} + 2MnO_4^- + 6H^+ = 5SO_4^{2-} + 2Mn^{2+} + 3H_2O$

или

$5Na_2SO_3 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = 5Na_2SO_4 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O.$

В нейтральной или слабощелочной среде:

$Na_2SO_3 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + MnO_2 + KOH$

$SO_3^{2-} + MnO_4^- \rightarrow SO_4^{2-} + MnO_2$

$SO_3^{2-} + H_2O - 2e^- = SO_4^{2-} + 2H^+ \quad | \cdot 3$

$\underline{MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- = MnO_2 + 4OH^-} \quad | \cdot 2$

$3SO_3^{2-} + 2MnO_4^- + H_2O = 3SO_4^{2-} + 2MnO_2 + 2OH^-$

или

$Na_2SO_3 + 2KMnO_4 + H_2O = 3Na_2SO_4 + 2MnO_2 + 2KOH$

В сильнощелочной среде:

$Na_2SO_3 + KMnO_4 + NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + K_2MnO_4 + Na_2MnO_4 + H_2O$

$SO_3^{2-} + MnO_4^- \rightarrow SO_4^{2-} + MnO_4^{2-}$

$SO_3^{2-} + 2OH^- - 2e^- = SO_4^{2-} + H_2O \quad | \cdot 1$

$\underline{MnO_4^- + e^- = MnO_4^{2-}} \quad | \cdot 2$

$SO_3^{2-} + 2MnO_4^- + 2OH^- = SO_4^{2-} + 2MnO_4^{2-} + H_2O$

или

$Na_2SO_3 + 2KMnO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + K_2MnO_4 + Na_2MnO_4 + H_2O.$

6.2. Электрохимический процесс, определение и типизация.

Процессы коррозии и растворения электродов и другие сложные физико-химические и электрохимические процессы

В основе электрохимических процессов лежат окислительно-восстановительные реакции

Электрохимические процессы можно разделить на два основных типа:

1) самопроизвольное растворение металлов (коррозия) и обратный процесс (гальванические элементы);

2) электролиз, превращение электрической энергии в химическую

ному (электролиту).

Гальванический элемент. Химические процессы, которые используются для получения электрического тока, называются гальваническими элементами. Иными словами, это процессы, протекающие на поверхности анода и катода с участием электронов.

В окислительно-восстановительных реакциях электроны от вещества-восстановителя переходят к веществу-окислителю. Но если эти вещества разделить, а электроны направить по металлическому проводнику, то такая система будет представлять собой гальванический элемент.

Гальванический элемент – это устройство, в котором окислительно-восстановительная реакция позволяет получать электрический ток, т. е. химическая энергия реакции превращается в электрическую энергию тока.

Принцип работы гальванических элементов можно рассмотреть на примере медно-цинкового, или элемента Даниэля – Якоби.

В него погружены металлические цинковая и медная пластины, при этом каждая из них находится в растворе собственной соли: сульфата цинка и сульфата меди (II). Оба элемента соединены электролитическим ключом, или находятся в разных сосудах (рис. 33), или разделены пористой перегородкой, через которую ионы могут проходить.

На поверхности цинковой пластины, погруженной в раствор соли $ZnSO_4$, происходит окисление атомов цинка с потерей ими двух электронов:

$$Zn^0 - 2e = Zn^{2+}$$

Электроны поступают по внешней цепи. Цинк является источником электронов.

На медной пластине, погруженной в раствор $CuSO_4$, происходит восстановление ионов Cu^{2+} с потреблением ими двух электронов:

$$Cu^{2+} + 2e = Cu^0.$$

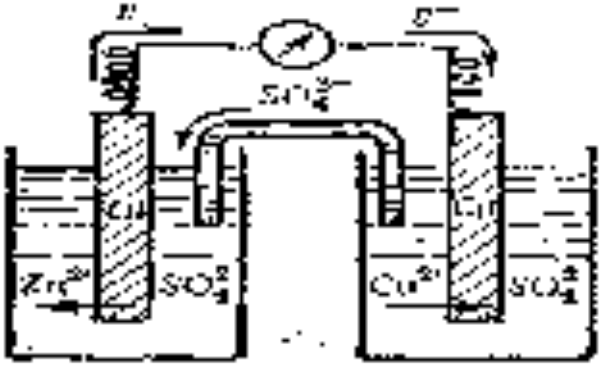


Рис. 33. Схема элемента Даниэля–Якоби

Одновременно часть ионов SO_4^{2-} переходит в раствор через пористую перегородку в сосуд с раствором $ZnSO_4$.

Суммарное уравнение процесса получим, сложив оба уравнения:

$Zn^0 - 2e = Zn^{2+}$ (анодный процесс)

$Cu^{2+} + 2e = Cu^0$ (катодный процесс)

$Zn + Cu^{2+} = Zn^{2+} + Cu^0$

или в молекулярной форме

$Zn + CuSO_4 = ZnSO_4 + Cu$

Это обычная окислительно-восстановительная реакция.

Переход электронов от цинка к ионам меди происходит в данном случае непосредственно, т. е. химическая энергия реакции превращается в электрическую, если же они передаются непосредственно от восстановителя к окислителю, то химическая энергия превращается в теплоту.

Цинковый электрод — источник электронов, поэтому он является отрицательным полюсом, а медный электрод — положительным. Поэтому электронный ток в системе направлен от цинкового электрода, на котором протекает процесс окисления, к медному электроду, на котором протекает процесс восстановления. Направление тока — от меди к цинку. В реакции каждый атом цинка теряет два электрона, а каждый ион меди принимает два электрона.

Условно гальванический элемент записывают следующим образом: слева записывают отрицательный электрод, справа — положительный. В случае электрода, состоящего из металла, погруженного в раствор его соли, указывают границу раздела между металлом и раствором. Границу раздела между двумя растворами обозначают пунктирной линией. Если между растворами

...

...

...

...

...

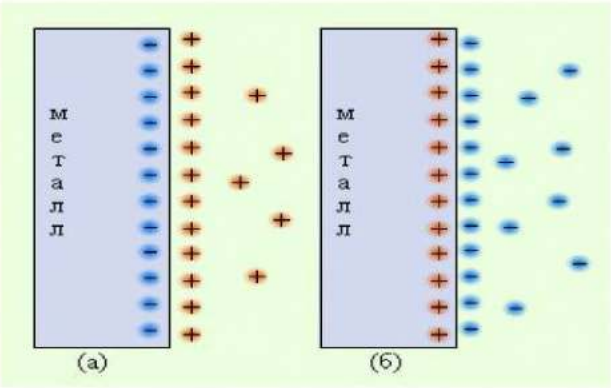


Рис. 34. Двойной электрический слой на границе раздела металл-раствор:
а – активный металл; б – малоактивный

Процесс перехода ионов металлов в жидкость является обратимым. Устанавливается подвижное равновесие, которое схематически можно выразить уравнением

$$Me + mH_2O \rightleftarrows \underset{\text{в растворе}}{Me(H_2O)^{n+}_m} + \underset{\text{на металле}}{n\bar{e}}.$$

Уравнение для упрощения часто записывают без гидратационной воды:

$$Me \rightleftarrows Me^{n+} + n\bar{e}.$$

Разность потенциалов, возникающую между металлом и окружающей его водной средой при наступлении равновесия, называют *равновесным электродным потенциалом* или *потенциалом электрода.*

Если пластинку металла погрузить не в воду, а в водный раствор соли этого металла, равновесие сместится в обратном направлении, пока не установится новое равновесие с соответствующим ему электродным потенциалом. При удалении избыточных электронов из металла равновесие сместится в прямом направлении. Это и осуществляется в гальваническом элементе.

Если малоактивный металл погрузить в раствор его соли (с достаточной концентрацией ионов металла), то в этом случае часть катионов переходит на металл, заряжая его поверхность положительно: раствор же заряжается отрицательно за счет избытка анионов соли. В этом случае на границе соприкосновения металла и

раствора также возникает двойной электрический слой, и значит, и определенная разность потенциалов. Вообще при погружении металла в раствор его ионы (или группы ионов, если кристаллическая решетка металла ионная) будут переходить в раствор (обычно активные металлы). Равновесный потенциал металла в растворе своей соли называется обычно электродным потенциалом (точнее, это электродная фаза, в знаменателе – электролит):

$$E_{Me^{n+}/Me} = E_{Me^{n+}/Me}^{0}$$

Измерить абсолютное значение электродного потенциала невозможно, поэтому на практике используют относительные величины – стандартные электродные потенциалы.

Потенциал фазы окислительно-восстановительный потенциал инертного электрода зависит от природы веществ, концентрации и температуры. Эта зависимость выражается уравнением Нернста

$$E = E^{0} + (RT/nF)\ln c \qquad (1)$$

или, точнее, через активность,

$$E = E^{0} + (RT/nF)\ln a, \qquad (2)$$

где E – электродный потенциал металла; a – концентрация ионов металла; a – активность ионов металла; E^{0} – стандартный потенциал при концентрации (или активности) ионов, равной единице; R – универсальная газовая постоянная, равная 8,314 Дж/(моль·К); T – температура, К; n – валентность иона металла; F – постоянная Фарадея, равная 96 487 Кл/моль.

При комнатной температуре (298 К) и переходе к десятичным логарифмам уравнение (1) все константы, умноженные на 2,3 (для перехода от натуральных логарифмов к десятичным), и получим

$$E = E^{0} + (0{,}059/n)\lg a \qquad (3)$$

Стандартные электродные потенциалы. Стандартный потенциал металла – это потенциал в растворе его соли с активностью ионов металла, равной единице ($a = 1$). Такой потенциал называют также равновесным электродным потенциалом. Из уравнения (3) при $a = 1$ получаем $E = E^{0}$.

Непосредственно измерить потенциал отдельного электрода нельзя. Его измеряют относительно потенциала другого электрода. Чаще всего для этой цели применяют насыщенный каломельный электрод (рис. 39). Он состоит из платиновой пластинки, покры-

ной платиновой пленке, т. е. электролитически осажденной платиной. Электрод погружен в водный раствор серной кислоты с активностью ионов H^+ = 1 и омывается струей водорода под давлением 0,333 кПа. Ионы H^+, мигрирующие через электролит, достигают за счет диффузии поверхности электрода.

Возникновение электродного потенциала водородного электрода можно представить так. При погружении инертной платины в раствор кислоты с активной концентрацией ионов H^+ на ее поверхности адсорбируются молекулы водорода. Существует равновесие между молекулами водорода, растворенными в платине, и молекулами водорода, находящимися в газовой фазе:

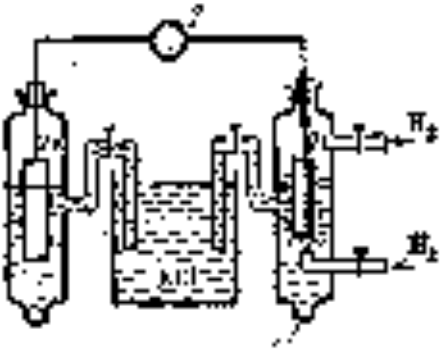


Рис. 3.5. Гальванический элемент для измерения стандартного потенциала водородного электрода относительно каломельного электрода сравнения:
1 – стандартный водородный электрод

$$H_2 \rightleftarrows H_2 \uparrow$$

На границе раздела фаз устанавливается равновесие:

$$H_2 + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + 2e$$

Когда стандартный водородный электрод соединяется с электродом сравнения, вступающим в окислительно-восстановительную реакцию, на нем протекает процесс:

$$H_3O^+ + e \rightleftarrows \frac{1}{2}H_2 + H_2O.$$

Для оценивания относительного водородного электрода с электродом, не участвующим в окислительно-восстановительной реакции, на нем протекает процесс, который можно представить уравнением реакции

$$H_3O^+ + e \rightleftarrows \frac{1}{2}H_2 + H_2O.$$

Если пластинку металла, погруженную в раствор его соли с активностью ионов, равной единице, соединить со стандартным водородным электродом, то возникшая электродвижущая сила (измеренная с высокой точностью) численно равна (с точностью до знака) стандартного электродного потенциала металла. Стандартный электродный потенциал обычно обозначают E^0.

Так, если в качестве электрода взять цинк, погруженный в раствор его соли с активностью ионов, равной единице, и соединить со стандартным водородным электродом, то схему гальванического элемента можно записать

$$(-)Zn\ |\ Zn^{2+}\ ||\ H_2SO_4\ |\ H_2, Pt(+)$$

В таком элементе осуществляется реакция

$$Zn + 2H^+ = Zn^{2+} + H_2,$$

т. е. протекает та же реакция, что и при погружении цинка непосредственно в кислоту. Стандартный электродный потенциал цинка равен −0,763 В.

В качестве электрода сравнения при измерениях электродных потенциалов часто используют каломельный электрод, представляющий собой элемент

$$(-)Pt,\ Hg\ |\ Hg_2Cl_2\ |\ KCl\ ||\ Cu^{2+}\ |\ Cu(+)$$

Если $[KCl]$ в электроде равна 1 г-экв/л, то стандартный электродный потенциал каломельного электрода равен +0,337 В. В этом случае протекает реакция

$$Cu^{2+} + Hg_2Cl_2 = 2Cl^- + Cu,$$

т. е. электроны во внешней цепи переходят от каломельного электрода к медному.

Из этих примеров легко сделать вывод, что стандартные потенциалы электродов показывают электрохимическую активность металлов, т. е. способность отдавать электроны от поверхности электрода в раствор.

Ряд стандартных электродных потенциалов металлов. Расположив металлы в порядке возрастания их стандартных электродных потенциалов E^0, получим электрохимический ряд напряжений металлов или, точнее, ряд стандартных электродных потенциалов металлов.

Большинство стандартных электродных потенциалов можно определить экспериментально. Однако для ряда металлов подобные опыты невозможны, и значения электродных потенциалов E^0 рас-

учитывают только теоретически, так как эти металлы взаимодействуют с водой.

Ряд стандартных электродных потенциалов характеризует химические свойства металлов. Он используется при определении последовательности разряда ионов при электролизе, а также для описания общих свойств металлов. При этом величины стандартных электродных потенциалов алгебраически возрастают восстановительную способность металлов и ионов в водных растворах.

Чем меньше алгебраическая величина потенциала, тем выше восстановительная способность этого металла и тем ниже окислительная способность его ионов. Так, среди ряда стандартных электродных потенциалов металлический литий – самый сильный восстановитель, а ион золота Au^{3+} – самый сильный окислитель, а ион лития Li^{+} – самый слабый.

Каждый металл в ряду стандартных электродных потенциалов обладает способностью вытеснять все следующие за ним металлы из растворов их солей. Однако это не означает, что вытеснение будет обязательно происходить во всех случаях. Так, например, с цинковой пластинкой реагирует раствор сульфата меди(II) $CuSO_4$, при этом цинк растворяется, а на его поверхности выделяется медь. Это объясняется тем, что ионы Cu^{2+} имеют более высокий окислительный потенциал, а ионы Zn^{2+} образуют с сульфат-ионами SO_4^{2-}.

Все металлы, в ряду стандартных электродных потенциалов, расположенные до водорода, способны вытеснять водород из разбавленных кислот. Кислоты, которые не проявляют окислительных свойств, а ими являются растворяются в них. А вот азотная и разбавленные растворы серной кислоты проявляют окислительные свойства. Принципиально отличается от остальных металлов взаимодействие этих кислот с металлами, расположенными в ряду стандартных электродных потенциалов после водорода.

По приведенным данным можно сделать вывод, что знание ряда стандартных электродных потенциалов металлов и умение пользоваться этим рядом необходимо для правильного понимания и учета особенностей различных процессов. Самое же главное – всегда надо помнить о том, что этот ряд применим только к водным растворам и характеризует только электро-

ность металлов лишь в окислительно-восстановительных реакциях, протекающих в водной среде. В этих случаях направление процесса, как правило, определяется величиной и знаком стандартных электродных потенциалов (положение их активности в подгруппах периодической системы. Например, активность лития (E^0 = −3,045 В) несколько больше активности натрия (E^0 = −2,924 В), хотя согласно месту, занимаемому в периодической системе, у лития она должна быть ниже. Объясняется это тем, что в растворах ионы щелочных металлов гидратированными ионами. Ионы лития Li⁺ и Li⁺·nH₂O имеют одинаковый заряд, но ионы лития имеют больший радиус и малое число электронов в слое, поэтому молекулы воды притягиваются к ионам отрицательным полюсом значительно сильнее, чем к ионам Cs⁺. Большой энергией гидратации ионов Li⁺ (520 кДж/моль) объясняется высокоотрицательное значение E^0 системы Li^+/Li (−3,045 В) по сравнению с E^0 системы Cs^+/Cs (−2,824 В).

У натрия больше по сравнению с калием алгебраическая величина стандартного электродного потенциала. Но если рассматривать ряд напряжений металлов в растворах (в ряду металлов), то натрий стоит правее калия, т. е. калий активнее натрия.

Наконец, есть еще одно важное свойство: чем больше разность стандартных электродных потенциалов двух металлов, тем больше ЭДС будет у гальванического элемента, составленного из них.

ЭДС любого гальванического элемента можно вычислить по разности стандартных электродных потенциалов E^0. Надо иметь в виду, что ЭДС всегда положительная величина. Поэтому надо из большего по алгебраической величине потенциала вычитать меньший по алгебраической величине, т. е. из потенциала катода алгебраическую величину потенциала анода.

В качестве примера вычислим ЭДС гальванического элемента, составленного из кадмия и меди, погруженных в растворы их солей с концентрацией ионов 1 моль/л:

$$E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0{,}763\ \text{В}, \qquad E^0_{Cu^{2+}/Cu} = +0{,}337\ \text{В}.$$

Тогда

$$\text{ЭДС} = E^0_{Cu^{2+}/Cu} - E^0_{Zn^{2+}/Zn} = +0{,}337 - (-0{,}763) = 1{,}1\ \text{В}.$$

Электроны будут переходить от металла с более отрицательным потенциалом к металлу с более положительным потенциалом.

Вычислим стандартную электродвижущую силу гальванического элемента. Нернста дает возможность вычислить ЭДС гальванического элемента при различных концентрациях электролитов. Так, например, если в гальваническом элементе

$$n_{Cu^{2+}} = 1{,}3 \text{ моль/л и } \alpha_{Zn^{2+}} = 0{,}01 \text{ моль/л},$$

то потенциал медного электрода

$$E^{Cu^{2+}/Cu} = +0{,}337 + \frac{0{,}059}{2} \lg 1{,}3 = +0{,}344 \text{ В}$$

потенциал цинкового электрода

$$E^{Zn^{2+}/Zn} = -0{,}763 + \frac{0{,}059}{2} \lg 0{,}01 = -0{,}822 \text{ В},$$

откуда ЭДС $= E^{Cu^{2+}/Cu} - E^{Zn^{2+}/Zn} = 0{,}344 - (-0{,}822) = 1{,}166$ В.

Пример 5. Будет ли металлический никель вытеснять медь из раствора сульфата меди? Стандартный электродный потенциал никеля $-0{,}25$ В, а меди $+0{,}337$ В. Электродный потенциал никеля более отрицательный, т. е. никель более активный электролит, чем медь, и следовательно

$$Ni + CuSO_4 = NiSO_4 + Cu$$

ЭДС элемента, в котором протекает эта реакция, равна

$$0{,}337 - (-0{,}25) = 0{,}587 \text{ В}$$

Если надо решить вопрос, какой из металлов — магний или цинк — будет более энергично вытеснять никель из его соли, то следует сопоставить ЭДС двух реакций

$$Mg + NiSO_4 = MgSO_4 + Ni \quad \text{и} \quad Zn + NiSO_4 = ZnSO_4 + Ni$$

ЭДС первой из этих реакций 2,113 В, второй $-0{,}25 - (-0{,}763) = 0{,}513$ В. Отсюда видно, что ЭДС первой реакции больше, поэтому магний — более активный металл, чем цинк. Однако ЭДС второй реакции служит мерой скорости растворения ЭДС первой. Взаимодействие цинка с сульфатом никеля должно происходить более интенсивно. В обеих случаях в результате реакции получается более слабый катион и более сильный (с большим положительным потенциалом) — соли никеля и ионы Ni^{2+} — это ионы Mg^{2+} и Zn^{2+}.

Окислительно-восстановительные реакции имеют широкое применение в технике. Образование и работа любого гальванического элемента — окислительно-восстановительная реакция.

Поляризация и деполяризация. В процессе работы гальванического элемента при отсутствии в электролите деполяризатора

катода. По указанной причине тормозятся основной и катодный процессы, в результате чего на новом катодном пятне металл и деполяризатор не будут подходить (концентрационная поляризация), и напряжение элемента начнет изменяться в направлении более отрицательных (истинная поляризация). В результате поляризации ЭДС работающего элемента всегда меньше теоретической.

Катодные деполяризаторы. Для борьбы с ней применяют вещества, называемые деполяризаторами. Обычно это окислители, которые реагируют с водородом катода, уменьшая поляризацию, например: Cu^{2+} на место ионов элемента, MnO_2 (в марганцево-цинковом элементе), O_2 (в элементе воздушной деполяризации), CrO_4^{2-} и многие другие. Механизм процесса деполяризации, производимого указанными ионами и веществами, можно представить уравнениями:

$$Cu^{2+} + 2e = Cu$$

$$2MnO_2 + H_2O + 2e = Mn_2O_3 + 2OH^-$$

$$H_2 - 2H_3O^+ + 2e = 2OH^-$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e = 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

Механизм деполяризации ионами Cu^{2+} заключается в том, что ионы меди осаждаются на катоде, образуя новый электрод, потенциал которого отличается от потенциала основного электрода. Это практически обратимый электрод, при соединении его с основным электродом в обратном направлении элемент приобретает электродвижущую силу.

Деполяризация ионами Cu^{2+} применяется в гальванических элементах, называемых медными.

Окислительно-восстановительные потенциалы. На электроде, погруженном в раствор, содержащий ионы металла в двух степенях окисления, например Fe^{2+} и Fe^{3+}, может происходить окислительно-восстановительная реакция. Материал электрода при этом не изменяется. Однако он может быть построен и таким образом, что будет участвовать в реакции. Например, электрод платинированный, погруженный в раствор, содержащий ионы Fe^{2+} и Fe^{3+}, может служить электродом. В процессе работы элемента на таком электроде происходит следующий электродный процесс: с поверхности платины отдаются электроны и на ней образуется двойной электрический слой

$$Fe^{2+} - e = Fe^{3+}.$$

На втором полуэлементе протекает процесс, и платинированный электрод заряжается положительно

$$Fe^{3+} + e = Fe^{2+}.$$

Продукты окисления (в первом полуэлементе) и восстановления (во втором полуэлементе) остаются в растворе.

В любом случае окислительно-восстановительная система состоит из двух частей, называемых сопряженными окислительно-восстановительными системами, или парой. Они включают окисленную и восстановленную форму. Так, в первой полуячейке окислительно-восстановительной системой (парой) является

[illegible].

где Ox – окисленная форма (ионы или молекулы), Red – восстановленная форма (ионы или молекулы). Например, в случае [illegible] числитель – окисленная форма, а знаменатель – восстановленная форма.

Потенциал окислительно-восстановительной пары вычисляют по уравнению Нернста, которое можно представить в виде

$$E = E^0 + (0{,}059/n)\lg(a_{Ox}/a_{Red}),$$

где E – электродный (окислительно-восстановительный) потенциал пары, E^0 – стандартный окислительно-восстановительный потенциал [illegible], a_{Ox} и a_{Red} – активности окисленной и восстановленной форм; n – число электронов, принимающих участие в полуреакции (число электронов, участвующих в полуреакции).

Для [illegible] $a_{Ox} = a_{Red} = 1$, т. е. активности окисленной и восстановленной форм (например, каждая 1 моль/л). Тогда

$$E = E^0.$$

Величины стандартных потенциалов можно использовать для сравнительной оценки окислительной способности различных систем.

Потенциал окислительно-восстановительной системы относительно стандартного водородного электрода при условии, когда концентрации окисленной и восстановленной форм равны 1 моль/л, называют его нормальным окислительно-восстановительным потенциалом.

Так, если при указанных условиях составить гальванический элемент с системой $Mn^{2+} - 2H_2O \,/\, MnO_2 - 4H^+$ и измерить его электродвижущую силу, то стандартный электродный окислительно-восстановительный потенциал E^0 будет равен 1,21 В. Знак указывает, что электроны будут отдаваться водородному электроду. Если стандартные потенциалы окислительно-восстановительных систем имеют отрицательный знак, например, E^0 для $Zn^{2+}/Zn = -0{,}763$ В:

Говоря об электродных окислительно-восстановительных потенциалах, следует иметь в виду не только окислительно-восстановительную, но и электрохимическую стороны дела. Потенциал электрода зависит от природы электрода. Очевидно, ЭДС элемента определяется алгебраической разностью электродных окислительно-восстановительных потенциалов. В 1-м и 2-м полуэлементах

Стандартные электродные потенциалы металлов измеряются по отношению к стандартному водородному электроду. Металлы, погруженные в растворы своих солей при $c = 1$ моль/л, приобретают свой электродный потенциал относительно нормального водородного

Ионно-электронный механизм окислительно-восстановительных потенциалов для практики показывает первоочередные от начальных этапов слов-учебник восстановительных и особенно окислительных Процесс реакции электрода с ионами раствора стандартный электродный потенциал E^0 принятой у любой данной окислительно-восстановительной системы, к которой относится данный потенциал Так, стандартный электродный потенциал системы $2H^+ + 2e^- = H_2$ обозначают $E^0_{2H^+/H_2}$, системы $Li^+ + e^- = Li$ как $E^0_{Li^+/Li}$ и т. д. Для системы $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O$ пишут $E^0_{MnO_4^-/Mn^{2+}}$ и т.

6.4. Электролиз — окислительно-восстановительный процесс.

Сущность электролиза. В растворах и расплавах электролитов ионы (катионы и анионы). Если в такой раствор или расплав электролита опустить электроды и создать постоянный электрический ток, то ионы будут двигаться к противоположным электродам.

Например, в растворе хлорида натрия NaCl диссоциирует на Na^+ и Cl^- катионы Na^+ будут двигаться к катоду, анионы Cl^- — к аноду (рис. 36). Ионы натрия Na^+, достигнув катода, принимают от него электроны и восстанавливаются: $Na^+ + e^- = Na^0$, а хлорид-ионы Cl^-, отдав электроны аноду, окисляются: $2Cl^- - 2e^- = Cl_2$.

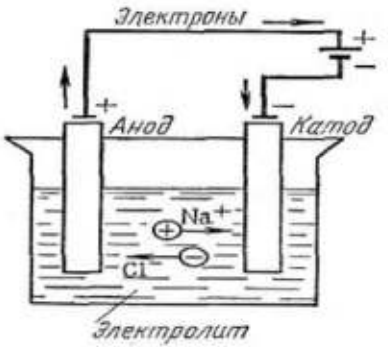


Рис. 36. Схема электролиза расплава хлорида натрия

В итоге на катоде будет выделяться металлический натрий, а на аноде – хлор. Если теперь почленно сложить уравнения этих двух электродных реакций (предварительно умножив первое на 2), то получим суммарное уравнение электролиза хлорида натрия:

$$2Na^+ + 2Cl^- \xrightarrow{\text{электролиз}} 2Na + Cl_2$$

или

$$2NaCl \xrightarrow{\text{электролиз}} 2Na + Cl_2.$$

Эта реакция является окислительно-восстановительной. На аноде протекает процесс окисления, на катоде – процесс восстановления.

Электролиз – окислительно-восстановительный процесс, протекающий на электродах при прохождении электрического тока через раствор или расплав электролита.

Суть электролиза в том, что за счет электрической энергии химических реакций осуществляется восстановление на катоде и окисление на аноде. Катод отдает электроны катионам, а анод принимает электроны от анионов.

Восстановительное и окислительное действие электрического тока во много раз сильнее действия химических восстановителей и окислителей. Так, ни один химический окислитель не может отнять у фторид-иона F^- его электрон. Это удалось осуществить лишь при электролизе расплавленных солей фтора. В этом случае на аноде – выделяется фтор ($F^- - \bar{e} = F$; $F + F = F_2$), а на катоде – металлический натрий ($Na^+ + \bar{e} = Na$) или кальций ($Ca^{2+} + 2\bar{e} = Ca$).

Процесс электролиза изображают схемой, которая показывает диссоциацию электролита, направление движения ионов, процес-

сы на электродах и выделяющиеся вещества (рис. 37).

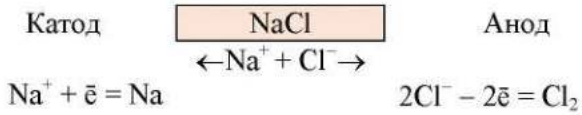


Рис. 37. Схема электролиза расплава NaCl

Для проведения электролиза электроды погружают в раствор или расплав электролита и соединяют их с источником постоянного тока. Прибор, в котором проводят электролиз, называют электролизером или электролитической ванной.

Электролиз водных растворов электролитов. В электролизе растворов участвуют молекулы воды. Например, электролиз концентрированного водного раствора хлорида натрия (электроды угольные). В растворе находятся гидратированные ионы Na^+ и Cl^-, а также молекулы воды. При прохождении тока через раствор катионы Na^+ движутся к катоду, а хлорид-ионы Cl^- – к аноду. Для восстановления ионов Na^+ к катоду надо приложить потенциал, равный –2,714 В, а для восстановления молекул воды –0,41 В. Вода как окислитель реагирует по уравнению $2H_2O + 2\bar{e} = H_2 + 2OH^-$ Эта реакция в нейтральном растворе (pH = 7) протекает при катодном потенциале –0,41 В ($E = E^0 + 0{,}0591\lg [H^+]$ и $E^0 = 0{,}059 \lg 10^{-7} =$ = –0,41 В), в растворе с pH = 14 – при –0,83 В.

Поэтому на катоде будут восстанавливаться молекулы воды, а не ионы натрия:

$$2H_2O + 2\bar{e} = H_2 + 2OH^-,$$

а на аноде будут окисляться хлорид-ионы:

$$2Cl^- - 2\bar{e} = Cl_2.$$

В очень разбавленных растворах на аноде наряду с хлором может выделяться и кислород за счет окисления молекул воды:

$$2H_2O - 4\bar{e} = O_2 + 4H^+.$$

Ионы OH^- накапливаются около катода и совместно с ионами Na^+ образуют гидроксид натрия NaOH.

Общее уравнение электролиза концентрированного водного раствора хлорида натрия получим, если почленно сложим уравнения двух электродных процессов:

$$2H_2O + 2e^- = H_2 + 2OH^-$$

$$\frac{\text{K}^+ - \text{Y}^- - \text{Cl}_2}{\text{электролиз}} \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} \xrightarrow{\text{электролиз}} \text{H}_2 - \text{Cl}_2 - 2\text{NaOH}$$

или в молекулярной форме

$$2\text{H}_2\text{O} - 2\text{NaCl} \xrightarrow{\text{электролиз}} \text{H}_2 - \text{Cl}_2 - 2\text{NaOH}$$

Катодные и анодные процессы. Протекание восстановительного процесса на катоде в водных растворах можно проиллюстрировать с помощью ряда последовательных электродных потенциалов. Их мы использовали при изучении взаимодействия металлов с кислотами. Встретились с ними и при изучении общих свойств металлов. Здесь возможны три случая.

1) Катионы металлов, имеющих стандартный электродный потенциал больше, чем у водорода (от Cu^{2+} до Au^{3+} включительно), при электролизе практически полностью восстанавливаются на катоде:

$$Me^{n+} + ne \rightarrow Me^0$$

2) Катионы тех металлов, которые по ряду напряжений стоят в начале ряда (от Li^+ до Al^{3+} включительно), не восстанавливаются на катоде, а вместо них восстанавливаются молекулы воды.

3) Катионы металлов, имеющих стандартный электродный потенциал больше, чем у алюминия, но меньше, чем у водорода (от Mn^{2+} до H^+), при электролизе на катоде восстанавливаются как ионы, так и молекулы воды.

Если же водный раствор содержит катионы различных металлов, которые могут восстанавливаться на катоде, то в первую очередь восстанавливаются ионы с наибольшим значением электродного потенциала. Так, из смеси катионов Ag^+, Cu^{2+}, Fe^{2+} – ионы будут восстанавливаться в такой последовательности: Ag^+ ($E^0 = +0{,}80$ В), затем катионы меди ($E^0 = +0{,}34$ В) и последними – катионы железа ($E^0 = -0{,}44$ В).

Характер реакций, протекающих на аноде, зависит как от присутствия молекул воды, так и от вещества, из которого сделан анод. Обычно аноды подразделяют на нерастворимые и растворимые.

Первые изготавливают из угля, графита, платины, иридия, золота, серебра, родия, оксида никеля и других металлов.

На нерастворимом аноде в процессе электролиза происходит окисление анионов или молекул воды. При этом анионы бескислородных кислот (например, S^{2-}, I^-, Br^-, Cl^-) при их достаточной

концентрации легко совпадается. Более же ростовой содержит анионы кислородных кислот (например, NH_4^+, NO_3^-, HSO_4^-, $H_2PO_4^-$), то на аноде скапливаются не эти ионы, а молекулы воды.

Растворимый анод при электролизе растворяется, т. е. посылает электроны во внешнюю цепь. При этом электроны металла движутся навстречу направлению электрического тока, а ионы — в противоположную сторону.

Пример. Как протекает электролиз водного раствора хлорида меди(II) $CuCl_2$ с нерастворимым (угольным) электродами?

Решение. Стандартный электродный потенциал меди равен 0,34 В, и ионы меди легко восстанавливаются на катоде. Так как в растворе кроме ионов Cu^{2+} и Cl^- имеются ионы H^+ и молекулы воды, то на катоде будет происходить процесс восстановления ионов Cu^{2+} и выделяется медь:

$$Cu^{2+} + 2e = Cu.$$

На аноде скапливаются анионы Cl^- и молекулы воды, но окисляются ионы хлора:

$$2Cl^- - 2e = Cl_2$$

Схема электролиза

$$\text{Катод (Cu)} \quad CuCl_2 \quad \text{Анод (C)}$$

$$\longleftarrow Cu^{2+} \quad 2Cl^- \longrightarrow$$

$$Cu^{2+} + 2e = Cu \qquad 2Cl^- - 2e = Cl_2$$

Суммарное уравнение

$$Cu^{2+} + 2Cl^- \xrightarrow{\text{электролиз}} Cu + Cl_2,$$

или

$$CuCl_2 \xrightarrow{\text{электролиз}} Cu + Cl_2.$$

Применение электролиза. Электролиз находит широкое применение. Для защиты металлических изделий от коррозии на их поверхность наносят тончайший слой другого металла: хрома, серебра, золота, меди, олова и т. д. Иногда, чтобы не расходовать дорогие металлы, применяют многослойное покрытие. Например, чтобы не испортить внешний вид стальной детали, ее покрывают сначала медью, потом никелем и, наконец, тонким слоем хрома.

Изделия из металлов и сплавов можно покрывать серебром, золотом, платиной и другими благородными металлами, а хрупкий, но стойкий против коррозии тантал — любой формы. Эти способы позволяют наносить покрытия любой толщины. Кроме защиты от коррозии, гальваническое покрытие придает красивый декоративный внешний вид.

Другая сталь электрохимии, близкая по принципу к гальваностегии, имеет большое значение. Это получение точных металлических копий с рельефных предметов. Для этого предмет покрывают тонким слоем графита, делая его проводящим электрический ток. Графитовый слой опускают в ванну с раствором сульфата меди, покрывая его медью. При электролизе медный слой растворяется, и на катоде осаждается медь. Толщину образующегося медного слоя контролируют. С помощью гальванопластики изготавливают клише для печати, граммофонные пластинки, металлические рельефные портреты. Гальванопластику открыл русский ученый Б. С. Якоби (1838). Электрометаллургия служит для получения многих металлов — цинка, никеля, кадмия, меди, а также для очистки некоторых металлов от примесей.

Химические источники тока. Сухой гальванический элемент. Сухие элементы (электрические батарейки разных типов) широко используются для питания бытовых приборов и оборудования. Э.Д.С. одного элемента составляет 1,5–9,0 В. Эти элементы удобны в переносных источниках тока, так как в них нет жидкости для однократного использования. Важно то, что все составные части батареек — твердые или пастообразные вещества.

В сухом элементе анодом служит цинковый стакан 1, заполненный массой (рис. 56) из графитового порошка 2 и диоксида марганца (IV) с углем 3, а внутренняя часть 4 заполнена пастообразной смесью хлорида аммония с углем 5. При работе элемента происходят следующие процессы:

$$Zn_{тв} - 2\bar{e} \rightarrow Zn^{2+}_{водн}$$

$$2MnO_{2тв} + 2NH_4^+{}_{водн.} + 2\bar{e} \rightarrow Mn_2O_{3тв} + 2NH_{3\,водн.} + H_2O_{ж.}$$

Суммарная окислительно-восстановительная реакция

$$Zn_{тв} + 2MnO_{2тв} + 2NH_4^+{}_{водн} \rightarrow$$
$$\rightarrow Zn^{2+}_{водн.} + Mn_2O_{3тв} + 2NH_{3\,водн.} + H_2O_{ж.}$$

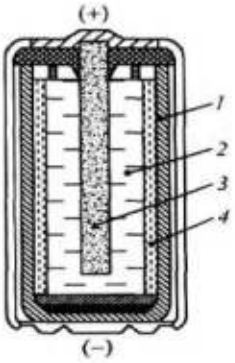


Рис. 38. Схема сухого гальванического элемента:
1 – цинковая оболочка (стаканчик), анод; 2 – смесь оксида марганца MnO_2 (IV) и графита; 3 – графитовый стержень с металлическим катодом; 4 – электролит

Аккумуляторы. Аккумуляторы называются вторичными элементами, т. к. могут эксплуатироваться в течение длительного времени благодаря возможности перезарядки, в ходе которой происходит регенерация реагентов.

Свинцовый (кислотный) аккумулятор. Заряженный свинцовый аккумулятор состоит из свинцовых анодов и катодов в виде свинцовой решетки, заполненной оксидом свинца (IV) (рис. 39). В качестве электролита используется 30% раствор серной кислоты. Схема аккумулятора: (–) Pb | H_2SO_4 | PbO_2 (+).

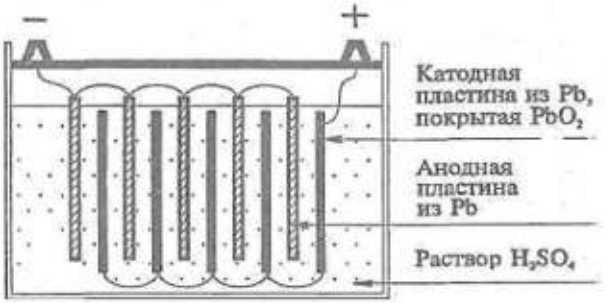


Рис. 39. Схема свинцового (кислотного) аккумулятора

При разрядке аккумулятор работает как обычный гальванический элемент и является источником постоянного тока. На электродах происходят следующие процессы:

$$(-)\ Pb_{(т)} + SO_{4(р-р)}^{2-} - 2e^- \rightarrow PbSO_{4(т)}$$

$$(+)\ PbO_{2(т)} + 4H^+_{(р-р)} + SO^{2-}_{4(р-р)} + 2e^- \rightarrow PbSO_{4(т)} + 2H_2O_{(ж)}$$

В ходе эксплуатации пластины покрываются слоем сульфата свинца, концентрация и состав серной кислоты уменьшаются. Напряжение заряженного аккумулятора составляет 2,05–2,15 В и при разряде постепенно уменьшается. Аккумулятор считается разряженным при напряжении на клеммах 1,8 В. Емкость и энергия свинцовой аккумуляторной батареи составляет до 85–90%, применяют свинцовые аккумуляторы для стартерных установок автомобилей, постоянного тока и приводят процесс электролиза. При этом электродные реакции протекают в обратном направлении

$$(-)\ PbSO_{4(т)} + 2e^- \rightarrow Pb_{(т)} + SO^{2-}_{4(р-р)}$$

$$(+)\ PbSO_{4(т)} + 2H_2O_{(ж)} - 2e^- \rightarrow PbO_{2(т)} + 4H^+_{(р-р)} + SO^{2-}_{4(р-р)}$$

В ходе зарядки концентрация серной кислоты увеличивается, а пластины приходят в исходное состояние, после чего может производиться разряд аккумулятора.

Как видно, процессы разряда и заряда аккумулятора обратимы. Их можно выразить одним уравнением

$$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \underset{\text{заряд}}{\overset{\text{разряд}}{\rightleftarrows}} 2PbSO_4 + 2H_2O.$$

Железно-никелевый (щелочной) аккумулятор. Анодом служит железная или стальная пластина, на которую нанесена активная масса, содержащая гидроксид железа(II) $Fe(OH)_2$ – гидроксид никеля $NiO(OH)$, частично дегидратированного до $NiO(OH)$. Электролитом является 20% раствор гидроксида калия KOH.

Схема аккумулятора $(-)\ Fe\ |KOH|\ NiO(OH)$

$$(-)\ Fe_{(т)} + 2OH^-_{(р-р)} - 2e^- \rightarrow Fe(OH)_{2(т)}$$

$$(+)\ 2NiO(OH)_{(т)} + 2H_2O_{(ж)} + 2e^- \rightarrow 2Ni(OH)_{2(т)} + 2OH^-_{(р-р)}$$

Суммарная реакция

$$Fe_{(т)} + 2NiO(OH)_{(т)} + 2H_2O_{(ж)} = 2Ni(OH)_{2(т)} + Fe(OH)_{2(т)}.$$

Процесс разрядки и зарядки можно выразить уравнением:

$$Fe + 2Ni(OH)_3 + 2H_2O \underset{\text{заряд}}{\overset{\text{разряд}}{\rightleftarrows}} Fe(OH)_2 + 2Ni(OH)_2$$

Из уравнения видно, что при разрядке концентрация щелочи не изменяется. При зарядке щелочь образуется, электролиз тоже заставляют реакцию протекать в обратном направлении.

происходит заряд аккумулятора.

Напряжение заряженного аккумулятора составляет 1,4 В; он выгодно отличается от свинцового – малой массой, простотой ухода и большим сроком службы.

Топливные элементы (электрохимические генераторы). В топливном элементе химическая энергия реакция горения (окисления) топлива непосредственно превращается в электрическую энергию. В качестве окисляющихся веществ можно применять обычное топливо – уголь, кокс, природные и искусственные горючие газы, в качестве окислителя – кислород или воздух. Выделяющаяся энергия непосредственно превращается в постоянный электрический ток. Коэффициент использования топлива составляет свыше 80%, в то время как другие характеризуются коэффициентами 30-35%.

Водородно-кислородные элементы обычно изготавливают с применением мелкопористых угольных или никелевых электродов, погруженных в щелочной раствор электролита (рис. 40).

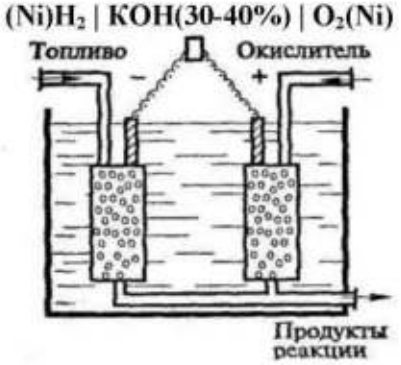


Рис. 40. Схема устройства водородно-электродного топливного элемента с жидким электролитом

Газообразные водород и кислород пропускают через пористые угольные электроды в концентрированный раствор щелочи. Чтобы понизить энергию активации процессов окисления водорода и восстановления кислорода, электроды покрыты специальными катализаторами. На электродах протекают следующие процессы:

$$(-)\ H_2 + 2OH^- = 2H_2O + 2\bar{e}$$

(г) $O_2 + H_2O + 2e^- = 2OH^-$

Суммарное уравнение реакции

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 = H_2O$$

Электрохимические реакции в топливном элементе протекают на границе трех фаз: электрод – электролит – газ. Для создания достаточной длины трехфазной границы электроды делают двухслойными с порами разного размера. Толстый слой электрода с более крупными порами (до 50 мкм) обеспечивает подачу и отвод газов, тонкий слой с меньшими порами (до 15 мкм) – в отличие электролита, он пропитывается электролитом. Элемент основан на принципе обратного электролиза воды. При работе элемента с одного электрода на другой переносятся ионы водорода, а за счет действия электростатического поля, возникающего в растворе, происходит ток. Образующуюся в элементе воду можно использовать как питьевую.

Для эффективной работы топливных элементов используют катализаторы, которые наносят на электроды. Чаще всего используют платину, платиновые металлы и сплавы Ni и Al и Fe, Mn и Ag_2O.

Топливные элементы отличаются высокой надежностью благодаря отсутствию подвижных частей. Их конструкция проста и постоянно готова к работе, они дают высокую мощность при малом объеме и массе, работают бесшумно и без выделения вредных веществ в окружающую среду.

Топливные элементы используют в спутниках и космических кораблях, а также в электромобилях и подводных лодках.

Вопросы для контроля

1. Протекание окислительно-восстановительных реакций
2. Процессы окисления и восстановления
3. Важнейшие восстановители и окислители.
4. Металлы в природной среде.
5. Металлургия.
6. Влияние среды на характер протекания реакций.
7. Электрохимические процессы: определение и классификация
8. Гальванический элемент. Электродные потенциалы
9. Стандартные электродные потенциалы. Ряд стандартных электродных потенциалов металлов.
10. Аккумуляторы и электролиз

11. Окислительно-восстановительные процессы.
12. Электролиз. Окислительно-восстановительный процесс.

7. ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ

7.1. Металлы.

В настоящее время насчитывается 118 элементов. Из элементов неорганической природы, открытых к настоящему времени к металлам относятся 92 элемента, остальные 26 (водород, гелий, неон, аргон, азот, кислород, хлор, фтор, фосфор, сера, углерод, бор и водород, остальные металлы. Таким образом, из открытых элементов в основном – это металлы.

Физические свойства металлов. Все металлы при нормальных условиях твердые вещества (кроме ртути). Металлы обладают характерным металлическим блеском и цветом. Металлы плавятся при разных температурах. Самый легкоплавкий металл – ртуть, температура плавления которой -39°С. Самый тугоплавкий металл – вольфрам, температура плавления которого 3410°С. Металлы обладают высокой электропроводностью и теплопроводностью. Наиболее электропроводны серебро, медь, золото, алюминий. Наименее электропроводны свинец, ртуть, висмут. Металлы обладают ковкостью и пластичностью. Наиболее пластичны золото, серебро, медь, алюминий. Наименее пластичны висмут, марганец, цинк. Металлы обладают магнитными свойствами. Наиболее магнитны железо, никель, кобальт. Металлы обладают различной твердостью. Самый твердый металл – хром, самый мягкий – щелочные металлы (литий, натрий, калий, рубидий, цезий, франций).

Химические свойства металлов. Все металлы по своим химическим свойствам являются восстановителями. Восстановительная способность металлов определяется легкостью отдачи валентных электронов. Чем легче атом металла отдает свои валентные электроны, тем сильнее выражены его восстановительные свойства. Восстановительная способность металлов возрастает в ряду напряжений металлов слева направо и сверху вниз. Наиболее сильные восстановители – щелочные металлы (IA-подгруппа ПСЭ) – литий, натрий, калий, рубидий, цезий, франций. Наименее активные металлы – благородные металлы (IB-подгруппа ПСЭ) – медь, серебро, золото.

Для всех металлов кроме ртути характерно твердое агрегатное состояние.

Твердость металлов изменяется от очень мягких (щелочные металлы) до очень твердых (хром, вольфрам). Наиболее твердые металлы VIB подгруппы ПСЭ: хром, вольфрам, молибден. Наименее твердые металлы IA подгруппы ПСЭ. Для металлов характерен металлический блеск – способность отражать световые лучи. В мелкораздробленном состоянии металлы (порошок, пудра) имеют темный цвет, поглощают почти все падающие на них световые лучи. Исключение составляют алюминиевая пудра и порошок цинка. Металлы обладают различной плотностью. Самый легкий металл – литий, самый тяжелый – осмий.

Металлы отличаются различными температурами плавления. Самый легкоплавкий металл – ртуть, температура плавления которой -39°С. Самый тугоплавкий металл – вольфрам, температура плавления которого 3410°С. Металлы обладают высокой электропроводностью и теплопроводностью. Наиболее электропроводны серебро, медь, золото, алюминий. Наименее электропроводны свинец, ртуть, висмут. Металлы обладают ковкостью и пластичностью. Наиболее пластичны золото, серебро, медь, алюминий. Наименее пластичны висмут, марганец, цинк. Металлы обладают магнитными свойствами. Наиболее магнитны железо, никель, кобальт. Металлы обладают различной твердостью. Самый твердый металл – хром, самый мягкий – щелочные металлы (литий, натрий, калий, рубидий, цезий, франций).

Металлы отличаются различными температурами плавления. Самый легкоплавкий металл – ртуть, температура плавления которой -39°С. Самый тугоплавкий металл – вольфрам, температура плавления которого 3410°С. Металлы обладают высокой электропроводностью и теплопроводностью. Наиболее электропроводны серебро, медь, золото, алюминий. Наименее электропроводны свинец, ртуть, висмут. Металлы обладают ковкостью и пластичностью. Наиболее пластичны золото, серебро, медь, алюминий. Наименее пластичны висмут, марганец, цинк. Металлы обладают магнитными свойствами. Наиболее магнитны железо, никель, кобальт. Металлы обладают различной твердостью. Самый твердый металл – хром, самый мягкий – щелочные металлы (литий, натрий, калий, рубидий, цезий, франций).

Электрическая проводимость – способность проводить электрический ток без химических изменений. одно из характерных свойств металлов (проводников первого рода). Лучшими проводниками электричества являются серебро и медь, хуже всех – ртуть. При повышении температуры электрическая проводимость падает, а при понижении растет. Явление сверхпроводимости открыто в 1911 г. Камерлинг-Оннесом.

Теплопроводность. Наиболее высокая теплопроводность у металлов с высокой электрической проводимостью.

Пластичность – металлы легко деформируются при повышенных температурах, они прокатываются в листы, вытягиваются в проволоку, куются, штампуются, гнутся и т. д. Наиболее пластичны золото, серебро и медь, из 1 г золота удается получить проволоку длиной в 2 км, изготовить листовое золото толщиной 0,0001 мм.

Деформируемость – способность выдерживать нагрузки, не разрушаясь. Металлы IA- и IIA-групп ПСХЭ, отличаются высокой пластичностью. Механически прочные металлы деформируются под действием больших нагрузок.

Плотность – масса единицы объема, измеряется в кг/м³ или г/см³. Различают легкие (плотность не более 5 г/см³) и тяжелые.

Температуры плавления металлов в периодах системы Д. И. Менделеева сначала возрастают, начиная с металлов IA-подгруппы и достигают максимума у металлов VIB-подгруппы, а затем понижаются. Самый тугоплавкий металл – вольфрам (температура плавления 3410 °С). Легкоплавкие металлы достигают минимума у IIB подгруппы, например, легкоплавкая ртуть (Т плавления ртути 38,9 °С).

Кроме того, в А-подгруппах периодической системы Б. также в IIIB-ой группе с ростом порядкового номера элемента увеличивается и температура плавления: например, у металлов IA- и IIA-подгрупп, наоборот, падает.

Легкие металлы являются самыми легкоплавкими (самый плавкий цезий 28 °С), а тяжелые – тугоплавкими (Т плавления вольфрама 3380 °С).

Аномально низкую температуру плавления (Т плавления отрицательная) имеет гелий (Т = 4,2 К при 2,5 °С) и жидкий кислород – единственный

(Дж/моль), необходимое для перевода определенной массы металла в газообразное состояние.

Полиморфизм – способность кристаллов существовать в различных кристаллических формах. При изменении температуры металлы могут претерпевать фазовые переходы. Модификации металлов, устойчивые при низких температурах, обозначаются α, а при высоких – β (например, железо α при 20 °С ферромагнитно, обладает ферромагнетизмом, β-железо при 1409 °С парамагнитно). Существуют также γ-, δ- и ε-модификации. Полиморфные модификации металлов отличаются друг от друга кристаллической структурой и физическими свойствами.

По *магнитным* свойствам металлы разделяют на ферромагнитные – выталкиваемые из магнитного поля, и парамагнитные – втягиваемые в магнитное поле. К ферромагнитным относятся железо, никель, кобальт и группа редкоземельных металлов. Парамагнетиками считаются алюминий, титан, платина, титан, ванадий, молибден, тантал, хром, марганец, вольфрам, магний, цезий, рубидий, разные щелочные металлы, кислород, воздух, вода. Железо, кобальт и никель обладают сильными магнитными свойствами, поэтому они используются для изготовления постоянных магнитов.

Внутренняя строение металлов. В узлах кристаллической решетки металлы расположены положительные ионы, а между ними перемещаются свободные электроны. В электронных газ. Отрыв от одного положительного иона и другого они не будут притягиваться между собой, и кристаллическая решетка металла разрушится.

Кристаллическая решетка каждого металла состоит из положительных ионов определенного размера, расположенных в определенном порядке. Установлено, что они располагаются в кристаллах по наиболее плотной упаковке шаровидных частиц.

Для металлов характерны кристаллические решетки, в которых каждый ион окружен 8–12 другими ионами, т. е. с большим координационным числом. Если кристалл имеет одинаковое координационное число 12, а кристалл другого – только 10, то структура первого считается более плотной, чем второго.

Различают три основных типа кристаллических решеток металлов (рис. 10)

объемно центрированная кубическая решетка плотной упаковки – характерна для натрия, калия, α-железа, α-хрома, ванадия, молибдена, вольфрама и др.;

гранецентрированная кубическая решетка плотной упаковки – присуща кристаллам кальция, γ-железа, алюминия, меди, никеля, серебра, золота, некоторых других металлов;

гексагональная решетка плотной упаковки – встречается у бериллия, магния, кадмия, титана, цинка, циркония, осмия и др.

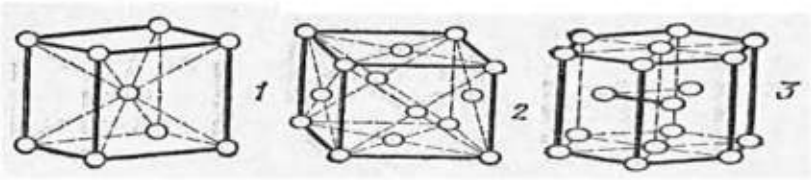


Рис. 41. Типы пространственных кристаллических решеток металлов:
1 – объемноцентрированная кубическая; 2 – гранецентрированная кубическая;
3 – гексагональная решетка плотной упаковки

Внутреннее строение металлов позволяет объяснить их общие свойства.

Пластичность металлов обусловлена тем, что под внешним воздействием одни слои ионов в кристаллах легко смещаются (скользят) по отношению к другим без разрыва. Но для сплавов, состоящих из ионов разного диаметра, это уже нехарактерно. Металлы теряют пластичность также после механической обработки (ковки), нарушающей правильное строение кристаллов.

Высокая **электрическая проводимость** металлов обусловлена присутствием в кристаллах свободных электронов, которые направленно перемещаются при наложении электрического поля. При нагревании в кристалле колебательные движения ионов усиливаются, что затрудняет передвижение электронов и ведет к снижению электрической проводимости. Но при охлаждении электрическая проводимость растет и вблизи абсолютного нуля переходит в сверхпроводимость.

Высокие **электрическая проводимость** и **теплопроводность** наблюдаются у одних и тех же металлов потому, что переносчиками теплоты от нагретых слоев кристалла к холодным являются электроны, которые, сталкиваясь с колеблющимися ионами, обме-

ливается с ядра энергией. С повышением температуры ослабление поля при покидании электронов возрастает, другими словами температура часто используется для ускорения

Фотоэлектрический эффект – это явление, при котором свет может выбивать электроны под действием электромагнитных волн. Обусловлен тем, что валентные электроны слабо удерживаются атомами. Чем слабее связаны эти электроны в атоме, тем меньше энергии требуется для их отрыва. Поэтому фотоэлектрический эффект лучше всего наблюдать у металлов IA группы, способных терять электроны не только под действием ультрафиолета, но даже и энергии видимого света.

Расположение проводников относительно друг друга и размеры изучаемого тела влияют, измерения емкости при фиксированных напряжениях. Металлы имеют кристаллическую решетку. Атомы или молекулы этой структуры, плотно соприкасаясь друг с другом, называют ионами или кристаллитами. Последние могут отличаться ориентацией в пространстве, а также степенью совершенства решетки

В настоящее время для полупроводниковой и другой электроники получают монокристаллы, правильная структура металлов и некоторых неметаллов.

Металлы – проводники, полупроводники и диэлектрики

Металлы, как проводники электрического тока, отличаются высокой электронной проводимостью, удельная объемная проводимость изменяется от 10^5 до 10^7 Ом$^{-1}$см$^{-1}$.

Длительное прохождение электрического тока через металлы и полупроводники не изменяет их физические и химические свойства

Для диэлектриков любой из их видов свойственно малое количество электронов, могут атомы в данном отношении удельной электрической проводимости от 10^{-11} до 10^{-17} Ом$^{-1}$см$^{-1}$. Диэлектрики бывают, стеклянные, кварцевые, керамические проводники полупроводниковые

Удельное сопротивление удельная электрическая емкость, которая колеблется от 10^{-5} до 10^{-8} Ом$^{-1}$см$^{-1}$

При повышении температуры наблюдается падение удельной электрической проводимости металлов. Но проводимость полупроводников с повышением температуры растет от диэлектриков это на несколько порядков. Электрическая проводимость полупроводников

увеличивается при наличии небольших количеств примесей, дефектов в отношении кристаллической решетки под действием света и других внешних воздействий.

В диэлектрике все электроны связаны с ядрами атомов так, что внешние тепловое и световое воздействия переводят эти электроны в свободное состояние. Они этим электрическая проводимость почти не изменяется.

У полупроводников и некоторых диэлектриков с высокими температурами электрические свойства меняются в широких пределах, так как примеси, находящиеся под влиянием внешних воздействий, переходят в свободное состояние.

Различия в электрической проводимости металлов, полупроводников и диэлектриков объясняют на основе квантовой теории строения кристаллических веществ. Из теории полупроводников известно, что электроны могут находиться в одном из нескольких разрешенных энергетических уровней. При этом они обладают и определенной энергией. Энергетическая энергетическая уровней разделяются промежутками запрещенных значений, которые не имеют возможных для электронов квантовых состояний. Эту энергетическую зону, промежуточную между зоной низких и высоких уровней, называют запрещенной зоной.

Твердые тела в атомах которых все валентные уровни полностью заполнены, не участвуют в процессе электрической проводимости и называются диэлектриками. В атомах проводников одна валентная электронная оболочка заполнена электронами не полностью, электроны слабо связаны с ядром, легко отрываются и обеспечивают высокую электрическую проводимость. У полупроводников основная энергетическая зона отделена от запрещенной зоны узкой, чем у диэлектриков. Поэтому валентные электроны получают энергию от внешнего источника и могут переходить в зону проводимости и обеспечивать электрическую проводимость.

У полупроводников и диэлектриков валентная зона заполнена электронами, а ближайшая свободная зона (зона проводимости) отделена от валентной зоной запрещенных состояний. При этом ширина запрещенной зоны у полупроводников от десятых долей до 3 эВ, а у диэлектриков от 3 до 5 эВ.

Для прохождения тока в металлах не требуется иного воздействия, кроме наложения электрического поля, так как валентная зона в них не заполнена или перекрывается зоной проводимости. Но чтобы возбудить проводимость в полупроводнике, необходимо электрону заполненной валентной зоны сообщить энергию, достаточную для преодоления запрещенной зоны. При этом электрон будет перемещаться из верхнего края валентной зоны в свободную зону и у полупроводника появится электрическая проводимость. Чем меньше ширина запрещенной зоны и выше температура или интенсивность облучения полупроводника фотонами, тем выше его проводимость.

Теория энергетических зон предусматривает еще один существенный процесс, происходящий в полупроводниках (рис. 42). При нагревании или освещении полупроводника электроны переходят в зону проводимости и оставляют свободные места в валентной зоне, которая оказывается частично незаполненной. Эти свободные места (под действием электрического поля) могут заполняться электронами нижележащих уровней, а вновь освобождающиеся места – электронами еще ниже расположенных уровней.

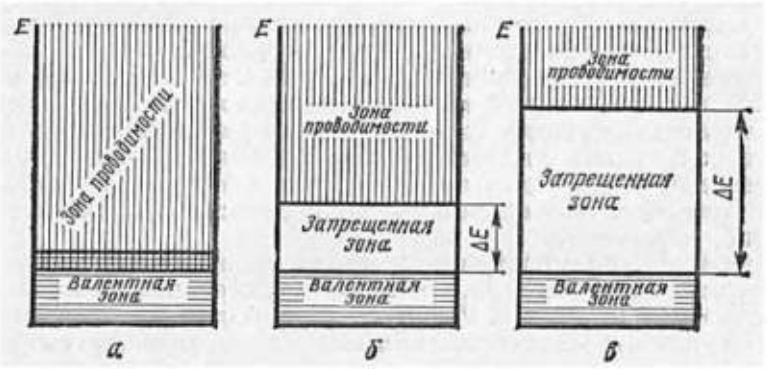


Рис. 42. Схема энергетических зон:
а – в металле; б – в полупроводнике; в в диэлектрике;

Такие образом, свободные носители, полученные путем легирования, могут перемещаться в кристаллической решетке полупроводника в направлении, противоположном перемещению электронов. В собственных полупроводниках – это положительно заряженные квазичастицы, условно называемые дырками. Поскольку в полупроводниках работа выхода электронов невелика, они легко отрываются от своих атомов и участвуют в переносе электрического тока. Поэтому в полупроводниках электропроводность складывается из двух составляющих: электронной (электронный ток) и дырочной проводимости, связанной с движением дырок (дырочный ток).

Полупроводники – довольно многочисленная группа простых веществ и соединений. К ним относятся некоторые минералы, элементарные вещества: германий, теллур, фосфор, мышьяк, селен, теллур, бор; оксиды металлов (цинка, титана (IV), молибдена (VI), вольфрама), сульфиды, селениды и теллуриды металлов III- и IIB-подгрупп.

Полупроводники используются в диодах, транзисторах, фотоэлементах, а также в термобатареях, преобразующих тепловую энергию непосредственно в электрическую. Полупроводниковые приборы используются в солнечных батареях. Изменить скорость движения электронов и дырок можно при помощи внешнего электрического поля. Измерив сопротивление полупроводника, можно определить температуру поверхности листьев растений или температуру почвы на разных глубинах и решить многие другие задачи.

Химические свойства металлов. Общее у всех химических элементов металлов обусловлено особенностями строения их атомов: сравнительно большими размерами атомов, небольшим числом электронов на внешнем энергетическом уровне и слабой связью с ядром.

Характерное химическое свойство всех металлов – их низкое отношение высшей и в ней высокой степени окисления валентные электроны превращаются в положительные ионы. Для металлов типичны низкие энергии ионизации; например, у металлов IA-подгруппы они составляют от 3,9 до 5,39 эВ.

Атомы металлов легко отдают свои электроны, но не принимают электроны, не превращаются в электроотрицательные ионы, не проявляют окислительной активности.

Для металлов характерна низкая электроотрицательность, т. е. легкость отдачи валентных электронов атомами металлов, называемая, как это было показано выше, восстановительной способностью.

У металлов, проявляющих разные степени окисления, характер соединений может быть различным и подчиняется определенным закономерностям. В частности, чем больше радиус иона металла и меньше его заряд, тем сильнее выражены основные свойства его соединений. Например, оксид хрома (II) CrO – основной, оксид хрома (III) Cr_2O_3 – амфотерный, оксид хрома (VI) CrO_3 – кислотный.

Металлы Н-ного ряда, проявляющие высокую степень окисления (+4 и выше), ведут себя как элементы-неметаллы, подобно неметаллическим элементам, и образуют кислые соединения. Например, ванадий, проявляя степень окисления +5, образует кислоту состава HVO_3, аналогичную фосфорной H_3PO_4, а хром (+6) – хромовую кислоту H_2CrO_4, аналогичную серной H_2SO_4. Для марганца же кислотным оказался оксид Mn_2O_7, которому соответствует марганцовая кислота $HMnO_4$, имеющая много общего с хлорной кислотой $HClO_4$.

Как видно из приведенных выше примеров, металлы, взаимодействуя с различными окислителями, проявляют восстановительные свойства, которые являются характерными свойствами металлов и кислот.

При взаимодействии металлов с кислотами, анионы которых не проявляют окислительных свойств, роль окислителя играют ионы водорода кислоты (в водных растворах – гидроксоний). Например:

$$Zn^0 + 2H_3O^+ \xrightarrow{-2e} Zn^{2+} + H_2^0 + 2H_2O$$

Пузырьки образующегося газа – водорода – прилипают к поверхности металла, образуется воздушная пленка и реакция прекращается.

Ионы водорода серной и соляной – не очень сильных кислот. Поэтому с ними взаимодействуют только достаточно активные металлы, расположенные в ряду напряжений до атомов водорода.

Концентрированная серная кислота способна взаимодействовать почти со всеми металлами, включая стоящие в ряду стандартных электродных потенциалов после водорода, при этом не выделяется водород. Продукты реакции зависят от активности металла. Например, концентрированная серная кислота, взаимодействуя с медью, восстанавливается до оксида серы (IV), с цинком – до свободной серы и с магнием – до сероводорода. Реакция с цинком идет в кислой среде (избыток кислоты):

$$4Zn + 5H_2SO_4 = H_2S\uparrow + 4ZnSO_4 + 4H_2O$$

Но в нейтральной, а иногда и в кислой среде протекает реакция:

$$4Zn + 4H_2SO_4 = S\downarrow + 3ZnSO_4 + 4H_2O$$

Не взаимодействуют с концентрированной серной кислотой (пассивируются) железо, алюминий, хром, платина, золото.

Продукт восстановления нитрат-иона зависит как от активности восстановителя, так и от концентрации азотной кислоты. Восстановление нитрат-иона идет тем дальше, чем более активен металл и чем меньше его концентрация в растворе. При взаимодействии с азотной кислотой любой концентрации с металлами, стоящими в ряду напряжений после водорода, водород не выделяется.

Поскольку вода всегда содержит ионы гидроксония H_3O^+, она должна взаимодействовать с металлами подобно кислотам. Но концентрированная азотная кислота пассивирует железо, алюминий, хром, платину, золото, а разбавленная кислота не реагирует с IV- и IVA-подгруппами.

Сплавы – системы, состоящие из двух или нескольких металлов (или металлов и неметаллов). В технике используют металлические сплавы, которые различаются по составу и свойствам от чистых металлов. Известно более 5000 сплавов, десятки тысяч их модификаций. Различают несколько типов сплавов по основному компоненту: черные сплавы (литое, сталь), т. е. сплавы на основе железа, цветные сплавы (бронзы, латуни), легкие (на основе легких металлов – алюминия, магния), тугоплавкие (вольфрамовые, молибденовые), благородные и редкие сплавы, основными компонентами которых являются платина, золото, серебро, палладий, молибден и др.

Сплавы можно придать многие свойства, ценные в технологическом отношении. Например, закаленная сталь становится твердой, но хрупкой, а по твердости – к стали. Широко применяют в качестве добавки к сплавам редкие элементы. Когда к обычной стали добавляют немного бора, повышается упругость, она приобретает сходство с легированной хромованадиевой сталью. Электрическая сопротивляемость бериллиевой бронзы выше, чем у чистой меди. Вольфрамовые сплавы с никелем применяются для изготовления электрических реле. Добавки к нихрому повышают стойкость к действию кислот, увеличивают прочность и износоустойчивость.

Свойства сплавов. Сплавы сохраняют хорошую электропроводность, теплопроводность и другие присущие металлам свойства. Однако их свойства не являются простыми арифметическими из свойств составляющих компонентов. Например, температура плавления сплавов ниже, чем у исходных металлов. Например, сплав Вуда плавится при 75 °С, а температуры плавления самого легкого из составляющих – около 232 °С. Сплав Розе (50% висмута, 25% свинца и 25% олова) плавится при 94 °С, а температуры плавления составляющих металлов – 271, 327 и 232 °С. Однако не для всех сплавов характерна такая закономерность. Например, сплав золота с платиной имеет температуру плавления выше, чем у каждого из составляющих металлов. Многие сплавы обладают новыми свойствами, которых нет у составляющих их металлов. Например, твердость сплава бывает выше твердости составляющих его металлов. Так, сплав, содержащий 15% хрома и 85% железа, имеет твердость 400 по Бринеллю, а твердость железа и хрома составляет соответственно 80 и 70 по Бринеллю. Электрическое сопротивление сплавов обычно выше, чем у исходных чистых металлов. Например, у сплава (20% хрома и 80% никеля) сопротивление 110 Ом·мм²/м, у хрома 15 Ом·мм²/м, а у никеля только 7 Ом·мм²/м.

Обычно примесь (например, углерода, кремния, марганца, никеля, меди и других элементов) ухудшает качество металлов и сплавов, делая их менее ковкими и ухудшая механические свойства. Однако некоторые примеси улучшают качество металлов и сплавов.

Типы сплавов. Растворимость расплавленных металлов друг в друге практически неограниченна. Поэтому при охлаждении такой смеси возможны два случая: 1) образуется твердый раствор

II. Иногда металлы не растворяются друг в друге и не взаимодействуют химически, но сразу выделяются из расплавленной смеси в виде твердой фазы, при этом они кристаллизуются. Это

имеет место в системах типа сетки, легенд, алюминий-медь и некоторых других. Получившийся сплав представляет собой механическую смесь из кристаллитов обоих исходных компонентов.

а) Если расплавленные металлы смешиваются друг с другом в любых соотношениях (как вещества в воде), т. е. неограниченно растворяются друг в друге, то при кристаллизации каждый растворяется в таком количестве, какое может удержать данная кристаллическая решетка. Это характерно для металлов, кристаллизующихся с образованием простейших пространственных решеток и имеющих близкие размеры атомов, например для систем серебро – золото, платина – золото, медь – золото и др. Они кристаллизуются всех составов подобно так называемым твердым растворам – однородным смесям, которые в отличие от обычных жидких растворов являются не химическими соединениями. Кристаллы состоят из смешанных атомов. В твердых растворах атомы обоих металлов образуют общую пространственную кристаллическую решетку.

б) Сплавы расплавленных металлов смешиваются друг с другом в любых соотношениях, но при кристаллизации образуются отдельные решетки чистых компонентов. Растворимость в твердом состоянии ограничена и получается масса, состоящая из мельчайших кристаллов исходных компонентов. Это наблюдается при кристаллизации систем олово – свинец, висмут – олово, т. е. серебро – свинец и др.

в) При кристаллизации некоторых металлов происходит химическое взаимодействие, образуются химические соединения. Например, металлы образуют следующие соединения Cu_2Mg, Cu_2Sn, Cu_2Zn, Mg_2Pb и др. Совершенно образованные кристаллы называют гетерогенными (т. е. неоднородными). Состав их не соответствует какой-либо простой формуле, они состоят из смеси кристаллов соединения и избыточных металлов, из которых предполагался сплав. Они называются эвтектиками. Некоторое количество эвтектики дает сеть исходных металлов с кристаллами их химического взаимодействия.

7.2. Кристаллизация и структуры сварных швов

Коррозия – это самопроизвольное разрушение поверхности металла в результате его физико-химического взаимодействия с окружающей средой.

Коррозия – самый опасный процесс, так как полностью предотвратить его не может ни один метод, который применяют на практике. Разработка новых более совершенных методов защиты от коррозии относится актуальной задачей, т. к. потери от коррозии составляют огромную сумму. Использование нержавеющей стали 08Х18Н10Т и алюминиевого сплава

Механизм коррозии. Коррозия металлов всегда представляет собой процесс окисления

$$Me - ne^- \rightarrow Me^{n+}.$$

По своему механизму коррозия может быть химической и электрохимической.

Химическая коррозия – разрушение металла в результате химического взаимодействия с окружающей средой.

$$4Fe + 3O_2 = 2Fe_2O_3$$

Предметы из меди и ее сплавов покрываются зеленым налетом основного карбоната

$$2Cu + O_2 + H_2O + CO_2 = (CuOH)_2CO_3$$

При нагревании стальных изделий на воздухе на поверхности появляется синяя окалина, состоящая из оксида железа (II, III) Fe_3O_4. Серебряные изделия чернеют в присутствии сероводорода. В результате образования сульфида серебра Ag_2S. Описанные химические коррозии встречаются сравнительно редко. Обычно говорят коррозии с электрохимическим механизмом процесса.

Электрохимическая коррозия – разрушение металла под действием окружающей среды, при котором возникает электрический ток.

Если погрузить в раствор электролита, например серной кислоты две металлические пластины и соединить их между собой, то будет наблюдаться отклонение стрелки амперметра (рис. 43).

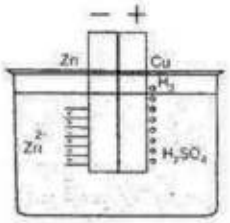


Рис. 43. Схема действия гальванической пары

При электрохимической коррозии разрушается более активный металл.

В нашем примере корродирует цинк:

$$Zn^0 - 2\bar{e} = Zn^{2+}.$$

На положительном электроде должен протекать процесс восстановления. В растворе кислоты присутствуют в большом количестве ионы H^+, которые будут восстанавливаться на медной пластинке:

$$2H^+ + 2\bar{e} \rightarrow H_2.$$

При электрохимической коррозии в кислой среде на поверхности менее активного металла выделяется водород.

Если медную и цинковую пластинки пометить в водный раствор хлорида натрия (или морской воды), то, коррозии будет подвергаться цинк. А на медной пластинке водород выделяться не будет, т. к. в нейтральном растворе концентрация ионов H^+ мала (10^{-7} моль/дм^3). Окислитель обычно молекулярный кислород, растворенный в воде:

$$O_2 + H_2O + 4\bar{e} \rightarrow 4OH^-.$$

Таким образом, вблизи медной пластинки будет происходить подщелачивание раствора. Ионы Zn^{2+} взаимодействуют с ионами OH^-:

$$Zn^{2+} + 2OH^- \rightarrow Zn(OH)_2.$$

Электрохимическая коррозия в нейтральной и щелочной средах – происходит восстановление на менее активном металле молекулярного кислорода с образованием гидроксид-ионов.

Используемые в технике металлы, как правило, химически неоднородны, т. е. содержат примеси других металлов. Это является причиной возникновения многочисленных микроскопических

гальванических элементов и, следовательно, электрохимической коррозии.

Наиболее распространенный коррозионный процесс – ржавление железа. В электрохимическом отношении железо – активный металл и вступает в реакцию

Электродные реакции при коррозии с кислородной деполяризацией:

(Анод) $Fe - 2e \rightarrow Fe^{2+}$

(Катод) $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$

$Fe^{2+} + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2$

В дальнейшем гидроксид железа(II) Fe^{2+} и Fe^{3+} окисляется кислородом. Окончательными продуктами окисления является гидратированный оксид железа(III) – ржавчина. Скорость разрушения железа определяется: концентрацией кислорода, pH среды и электропроводностью. Электропроводность воздуха может быть также областью локальной неоднородности металла т. е. наличие различных внутренних и внешних напряжений и механических нагрузок.

Если металлическая обработка – составная часть процесса коррозии крайне трудно или даже невозможно предотвратить, приходится применять защиту.

Пассивность – образование на поверхности металла защитной оксидной или солевой пленки, в состоянии металл – коррозионностойкий. Скорость электрохимической коррозии зависит от характера образующегося продукта коррозии. В процессе эксплуатации на поверхности металла образуется пленка, которая защищает металл от дальнейшего действия среды. Металлы имеют различный потенциал. Между ними и влагой. Для дальнейшего протекания коррозии необходимо чтобы ионы металла и кислорода диффундировали через слой. Объем оксидной пленки должен быть – иначе, и напряжения в металле приведут к разрушению металла. При окислении в этом же направлении перемещаются электроны. С поверхности раздела окисел – газ воздух плюс двигаются ионы кислорода, а, встречаясь с ионами металла, образуют оксиды.

Покрытие металлами – наиболее распространенный способ защиты металлов от коррозии. Покрытия бывают анодными и катодными. Анодными называются покрытия, потенциал которых более отрицательный, чем потенциал основного металла. Катодными называются покрытия, потенциал которых более положительный, чем потенциал основного металла.

оксида. Это зависит от соотношения объемов пространства которое $V_{ок}$ и металла $V_{ме}$ из которого они образовались

$$\frac{V_{ок}}{V_{ме}} = \frac{M_{ок}}{n_{ок} A}$$

где $V_{ок}$ – объем оксида, $V_{ме}$ – объем металла; M – молярная масса оксида; $\phi_{ок}$ – плотность металла; n – число атомов металла в молекуле оксида; $\phi_{ок}$ – плотность оксида; A – молярная масса металла

Если $V_{ок}/V_{ме} < 1$ то образующаяся пленка не может быть сплошной и не будет защищать металл от коррозии. Для щелочных и щелочноземельных металлов при повышении температуры реакция окисления значительно возрастает. Они плохо хранят тепло. Выходы ионов оксида металла являются проводниками для электронов и ионов кислорода и металла. В результате скорость роста металла скорость окисления его резко возрастает. Удельное сопротивление оксида во времени и при высоких температурах наблюдается для ванадия, вольфрама и молибдена, образующих пленку с дефектами

Для металлов с образованием в результате химической коррозии пленки оксида $V_{ок}/V_{ме} > 1$, продукт коррозии будет эффективным защитой от дальнейшего окисления и при этом условии и если дальнейший рост будет идти путем переноса

Fe, Cu, Ni, Mn, Ti).

Для ряда металлов (Zn, Al, Cr) они имеют пленки образующиеся оксидными слоями слайд 1 Не смотря на это пленки обладают тонкой и прочной пленкой оксида. Оксидная пленка хрома защищает дальнейшее окисление алюминия. При температуре 500 °C алюминий плавится, но расплавленный металл не вытекает. Это связано с тем что образовавшаяся пленка оксида алюминия Al_2O_3 имеет температуру плавления оксида алюминия 2050 °C.

Принято различать пленки оксидные и адсорбционные. Толщина тонких пленок составляет от монослоя до 10^{-5} см. Такие пленки не видны невооруженным глазом, но должны быть установлены с помощью оптических, электронных и других. Пленки средней толщины порядка 10^{-5} см уже вполне сопоставимы с длиной волны видимых световых лучей. Эти пленки отличаются высокими благодаря их оксидам. Толстые пленки могут достигать

дительной толщины (например, оксидные пленки на стали, толстослойные анодные пленки на алюминиевых сплавах).

Наиболее эффективны пленки, химически взаимодействующие с металлом основы (хемосорбционные, прочные и труднолетучие оксиды, нитриды), хорошее сцепление с металлом, восстанавливающие на границе его поверхность и имеющие близкий с металлом коэффициент линейного расширения. При этом пленка должна иметь некоторую оптимальную толщину, чтобы в ее внутренней области сохранялись напряжения, способствующие хорошему сцеплению с металлом. На скорость роста пленок защитных металлов после достижения некоторой толщины необходимого электросопротивления, что позволяет экономить материал для изготовления деталей. Разрушение пленки начинается при ее утолщении. Если объем оксида больше объема металла, на месте которого она образовалась, то это приводит к появлению внутренних напряжений, сжимающих пленку параллельно поверхности и стремящихся сорвать ее от металла. При малых напряжениях пленка разрушается. Так, например, пленки не только защитные свойства пленки, но и ее механические свойства – прочность, упругость.

Методы защиты от коррозии. Коррозию металлов можно затормозить, изменяя состав металла, вводя легирующие добавки, изменяя структуру металла, используя термическую обработку, изменяя состояние поверхности металла, применяя защитные покрытия.

Основные способы защиты металлов от коррозии:

а) легирование металлов;

б) нанесение защитных (металлических и неметаллических) покрытий;

в) электрохимическая защита;

г) изменение свойств коррозионной среды;

д) рациональное конструирование изделий.

Легирование металлов – существенный и дорогостоящий метод повышения коррозионной стойкости металлов.

Примеры легирующих элементов, вводимых в сталь: никель, металлы платиновой группы, хром, титан, молибден и др.

Применяются легированные стали для защиты от газовой коррозии, от коррозии в среде, содержащей агрессивные электролиты, и электрохимической коррозии.

Жаростойкость – стойкость по отношению к газовой коррозии при высоких температурах.

Жаростойкость — свойство, характеризующее степень устойчивости металла к газовой коррозии при нагреве и длительном воздействии температуры.

Жаростойкость обеспечивается легированием хромом, алюминием и кремнием. Эти элементы при высоких температурах окисляются быстрее железа и образуют на поверхности плотные оксидные пленки. Стали 20Х13 и 40Х10С2М устойчивы на воздухе до 1150 °С. Жаростойкие — сплавы на основе железа, никеля и кобальта.

Для предотвращения коррозии на поверхности металлических изделий и сооружений для предохранения их от коррозии используются различные покрытия.

Окисная металлическая пленка может быть получена химическим или электрохимическим способом. Окисные пленки получают погружением металлических изделий в расплавленную щелочь.

Фосфатирование — получение на поверхности металла нерастворимых солей фосфорной кислоты. Изделие погружают в раствор солей фосфатов (например, дигидрофосфата цинка).

Оксидирование алюминия и его сплавов осуществляется путем анодирования — электролиз в кислом растворе.

Нанесение металлических покрытий. Используются различные металлы и сплавы. Покрытие осуществляется путем электролиза. Для этого изделие, служащее катодом, погружают в электролит, содержащий ионы металла покрытия. Анодом служит пластина из металла покрытия. Ионы металла, находящиеся в электролите, осаждаются на катоде (изделии) и покрытие получается плотным. Основной металл будет активно разрушаться (рис. 44).

Анодное покрытие — это слой более активного металла. При нарушении целостности слоя металла возникает гальванический элемент и металл покрытия — анод будет разрушаться, а основной металл останется неразрушенным (рис. 45). Таким образом, анодное покрытие — это надежный способ защиты

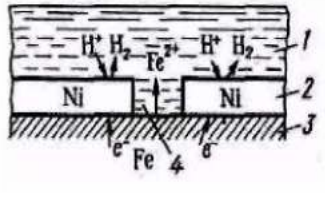


Рис. 44. Схема коррозии металла в кислотной среде при нарушении катодного покрытия:
1 – раствор; 2 – покрытие;
3 – основной металл; 4 – пора

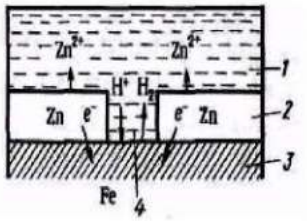


Рис. 45. Схема коррозии металла в кислотной среде при нарушении анодного покрытия:
1 – раствор; 2 – покрытие;
3 – основной металл; 4 – пора

Защитное действие покрытий сводится к изоляции металла от окружающей среды.

В качестве неорганических покрытий применяют неорганические эмали, оксиды металлов, соединения хрома, фосфора и др.

К органическим относятся лакокрасочные покрытия, покрытия смолами, пластмассами, полимерными пленками, резиной.

Эмалированию подвергаются черные и цветные металлы, которые используют при производстве аппаратуры в фармацевтической, химической, пищевой отраслях промышленности, при производстве изделий домашнего обихода.

Неорганические эмали по своему составу являются силикатами, т. е. соединениями кремния. Основными недостатками покрытий является хрупкость и растрескивание при тепловых и механических ударах. Эмалирование также применяется для защиты от газовой коррозии.

Лакокрасочные покрытия наиболее распространены и незаменимы. Лакокрасочное покрытие должно быть сплошным, беспористым газо- и водонепроницаемым, химически стойким, эластичным, обладать высоким сцеплением с материалом, механической прочностью и твердостью.

Протекторная защита. Этот метод применяется для защиты подземных трубопроводов, паровых котлов, корпусов кораблей и т. д. На некотором расстоянии от трубопровода *1* в землю зарывают идущий параллельно магниевый анод *2* и присоединяют его с помощью проводника *3* к трубопроводу (рис. 46). Таким образом, искусственно создается гальванический элемент, в котором окис-

ляться будет магний, как более активный металл. Протекторная защита настолько эффективна, что стальной трубопровод, проложенный по дну океана, может сохраняться в течение многих лет.

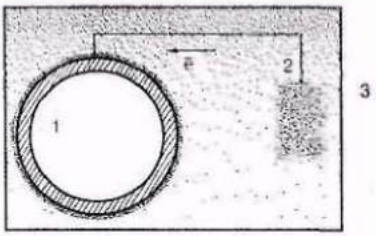


Рис. 46. Протекторная защита

Электрозащита (катодная защита). К защищаемому объекту присоединяют отрицательный полюс источника постоянного тока, например, аккумуляторной батареи. Положительный полюс присоединяется к расположенному вблизи куску металла. В данном случае используется процесс электролиза.

Рациональное конструирование изделий должно исключать наличие или сокращать число и размеры особо опасных с точки зрения коррозии участков в изделиях или конструкциях (сварных швов, узких щелей, контактов разнородных по электродным потенциалам металлов и др.), а также предусматривать специальную защиту металла этих участков от коррозии.

Консервация металлоизделий. Большинство из рассмотренных способов защиты изделий используют и при их консервации – защите изделий на период хранения и транспортировки. Средства консервации подразделяют: а) на масла и смазки; б) осушители; в) инертные атмосферы; г) ингибиторы коррозии.

Защита от коррозии блуждающими токами. Токи, ответвляющиеся от своего основного пути, называются блуждающими. Коррозия металлов под влиянием электрического тока от внешнего источника называется электрокоррозией. Пример: электрокоррозия подземного трубопровода во влажной почве (рис. 47).

Борьба с коррозией блуждающими токами заключается прежде всего в их уменьшении. Для электрифицированных железных дорог, у которых рельсы служат обратными проводами, это достигается поддержанием в хорошем состоянии электрических контак-

тов между рельсами и увеличением сопротивления между рельсами и почвой. Коррозия блуждающими токами прекращается при соединении металлическим проводником с низким сопротивлением эксплуатируемой трубы с рельсами в зонах K_1–A_1.

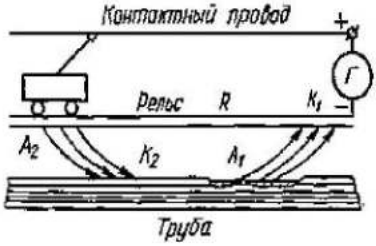


Рис. 47. Коррозия блуждающими токами

7.3. Общая характеристика неметаллов.

Неметаллы – химические элементы, которые образуют простые тела, не обладающие свойствами, характерными для металлов. Качественной характеристикой неметаллов является электроотрицательность.

Электроотрицательность – это способность поляризовать химическую связь, оттягивать к себе общие электронные пары.

К неметаллам относят 22 элемента.

Строение атомов неметаллов. Характерной особенностью неметаллов является большее (по сравнению с металлами) число электронов на внешнем энергетическом уровне их атомов. Это определяет их большую способность к присоединению дополнительных электронов и проявлению более высокой окислительной активности, чем у металлов. Особенно сильные окислительные свойства, т. е. способность присоединять электроны, проявляют неметаллы, находящиеся во 2-ом и 3-м периодах VI-VII групп. Если сравнить расположение электронов по орбиталям в атомах фтора, хлора и других галогенов, то можно судить и об их отличительных свойствах. У атома фтора свободных орбиталей нет. Поэтому атомы фтора могут проявить только валентность I и степень окисления – 1. Самым сильным окислителем является фтор. В атомах других галогенов, например в атоме хлора, на том же энергетическом уровне имеются свободные d-орбитали. Благодаря этому распаривание электронов может произойти тремя разными путями. В первом случае хлор может проявить степень окисления

ClO_3 и образовать хлорноватую кислоту $HClO_3$, которой соответствуют соли – хлораты, например хлорат калия $KClO_3$. Во второй случае хлор не может образовать кислоту, в которой степень окисления хлора +5. К таким относятся соединения элементов, кислоты $HClO_3$ и их соли – хлораты, например хлорат калия $KClO_3$ перечислены выше. В третьем случае хлор проявляет степень окисления +7, например в хлорной кислоте $HClO_4$ и ее солях – перхлоратах (например перхлорат калия $KClO_4$).

Сравнение неметаллов по группам. Физические свойства неметаллов. В газообразном состоянии при комнатной температуре находятся: водород – H_2; азот – N_2; кислород – O_2; фтор – F_2; хлор – Cl_2. Инертные газы: гелий – He, неон – Ne, аргон – Ar, криптон – Kr, ксенон – Xe, радон – Rn.

Неметаллы группы B

В твердом: бор – B; углерод – C; кремний – Si; фосфор – P; серы – S; мышьяк – As; селен – Se; теллур – Te; йод – I; астат – At.

Германий Ge, олово Sn, свинец Pb, сурьма Sb, висмут Bi – металлы.

Среди типичных неметаллов имеют молекулярное строение, а жидкие типичны – немолекулярное. Этим и объясняются различия неметаллов (рис. 48).

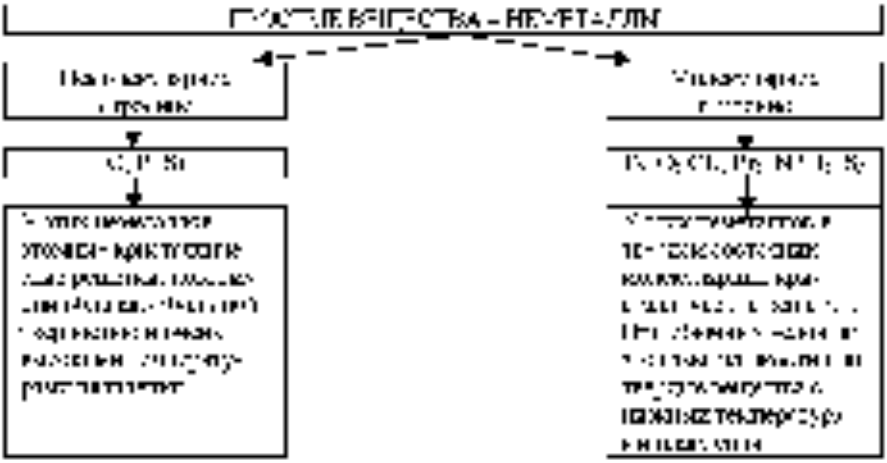


Рис. 48. Физические свойства неметаллов

Неметаллы образуют как одноатомные, так и двухатомные молекулы. К одноатомным неметаллам относятся инертные газы, практически не реагирующие даже с самыми активными из них — фтором и кислородом. Инертные газы находятся в VIII группе периодической системы, а химические формулы соответствующих простых веществ следующие: He, Ne, Ar, Kr, Xe и Rn.

Некоторые неметаллы образуют двухатомные молекулы. Это H$_2$, F$_2$, Cl$_2$, Br$_2$, O$_2$ (элементы VII группы периодической системы), а также кислород O и азот N. Из трехатомных молекул известен газ озон (O$_3$). Для веществ неметаллов, находящихся в твердом состоянии, составить химическую формулу довольно сложно. Атомы углерода и графит состоят из атомов различных элементов.

Кислород и серу могут образовывать и другие структуры, которые называются аллотропными. При написании химических формул таких веществ, как и в случае с металлами, вначале должны быть указаны символы элементов и индексы. Химические формулы простых веществ: O$_2$, S$_8$, S$_2$ и т. д. Такие простые вещества, как озон и кислород, имеющие одинаковый качественный состав (оба состоят из одного и того же элемента — кислорода), но различающиеся по числу атомов в молекуле, имеют различные свойства. Так кислород — газ без запаха и цвета, а озон обладает резким запахом, который мы ощущаем во время грозы. Свойства твердых неметаллов графита и алмаза, которые также обладают одинаковым качественным составом, но разным строением, резко отличаются (графит мягкий, алмаз твердый). Так же обстоит дело и с аллотропными модификациями серы. Количество атомов, входящих в молекулу вещества и как они связаны между собой. Неметаллы в виде простых веществ находятся в твердом или газообразном состоянии. Твердые вещества — жидкость. Они имеют различные физические свойства, в зависимости от строения. Твердые неметаллы не обладают характерным для металлов блеском, они плохо проводят электричество и тепло (за исключением графита). Кристаллический бор B (как и кристаллический кремний Si) обладает очень низкой проводимостью при комнатной температуре (20–25 °C) и большой при нагревании. Электрическая проводимость бора с повышением температуры сначала увеличивается, что дает возможность широко применять его в полупроводниковой технике. Добавки бора к сталям и сплавам алюминия, меди, никеля и др.

улучшает их механические свойства. Бориды (соединения бора с некоторыми металлами, например с титаном TiB, TiB_2) необходимы при изготовлении деталей реактивных двигателей, лопаток газовых турбин. Как видно из схемы (см. табл.), углерод – C, кремний – Si, бор – B имеют сходное строение и обладают некоторыми общими свойствами. Как простые вещества они встречаются в двух видоизменениях – в кристаллическом и аморфном. Кристаллические модификации этих элементов очень тверды, с высокими температурами плавления. Кристаллический кремний обладает полупроводниковыми свойствами. Все эти элементы образуют соединения с металлами – карбиды, силициды и бориды (CaC_2, Al_4C_3, Fe_3C, Mg_2Si, TiB, TiB_2). Некоторые из них обладают большой твердостью, например Fe_3C, TiB. Карбид кальция используется для получения ацетилена.

Химические свойства неметаллов. В соответствии с числовыми значениями относительных электроотрицательностей окислительная способность неметаллов увеличивается в следующем порядке: Si, B, H, P, C, S, I, N, Cl, O, F.

Неметаллы как окислители.

Окислительные свойства неметаллов проявляются при их взаимодействии:

- с металлами:

$$2Na + Cl_2 = 2NaCl;$$

- с водородом:

$$H_2 + F_2 = 2HF;$$

- с неметаллами, у которых более низкая электроотрицательность:

$$2P + 5S = P_2S_5;$$

- с некоторыми сложными веществами:

$$4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O,$$
$$2FeCl_2 + Cl_2 = 2FeCl_3.$$

Неметаллы как восстановители.

1) Все неметаллы (кроме фтора) проявляют восстановительные свойства при взаимодействии с кислородом:

$$S + O_2 = SO_2, \quad 2H_2 + O_2 = 2H_2O.$$

Кислород в соединении с фтором может проявлять положительную степень окисления, т.е. является восстановителем. Все остальные неметаллы проявляют восстановительные свойства. Так, например, хлор непосредственно с кислородом не соединяет-

ва, он основной путь: можно получить все оксиды (Cl_2O, ClO_2, Cl_2O_7), в которых хлор проявляет положительную степень окисления. Азот при комнатной температуре непосредственно не взаимодействует с кислородом, но при пропускании электрического разряда с кислородом реагирует сера.

2) Многие неметаллы проявляют восстановительные свойства при взаимодействии со сложными веществами

$$2\ Cl_2 + C + 2H_2O = 4HCl + CO_2$$

$$S + 6HNO_3(конц.) = H_2SO_4 + 6NO_2 + 2H_2O$$

3) Существуют и такие реакции, в которых один и тот же неметалл является одновременно и окислителем и восстановителем:

$$Cl_2 + H_2O = HCl + HClO$$

4) Фтор – самый типичный неметалл, поэтому характерным является только окислительное свойство фтора, иных – восстановительных и окислительных свойств.

Соединения неметаллов. Неметаллы могут образовывать соединения с разными внутримолекулярными связями.

По характеру связи они бывают:

- соединения с ионной связью. Например: NaCl, K_2O, Na_2O,

соединения с ковалентной полярной связью. Например: H_2O, HCl, NH_3, H_2S.

- соединения с ковалентной неполярной связью. Например O_2, N_2, H_2, S_8.

Об этом можно судить по характеру их соединений по группам периодической системы химических элементов приведены в таблице 7.

Таблица 7

Формулы водородных соединений

I	II	IV	V	VI	VII
HF	BeF_2	MgH_2	BH_4	BF_3	NaP	FK

С водородом водород образует соединения с ионной связью, которые являются твердыми веществами, имеющими ионную кристаллическую решетку. Поэтому их температуры плавления достаточно высоки. С неметаллами водород образует летучие соединения молекулярного строения (например, фтороводород HF, хлороводород HCl, бромоводород HBr, иодоводород HI, сероводород H_2S, селеноводород H_2Se, теллуроводород H_2Te). При растворении в воде многие

образуются аналогичные ряды: общую обозначения формулой NH_4OH и называются гидроксиламин. Вместо обозначают группой NH_2OH и называются гидроксиламин.

Оксиды переходных металлов бывают кислотными и основными. В высших оксидах они проявляют максимальную степень окисления, равную номеру группы (например, SO_3, N_2O_5), а другие — более низкую (например, SO_2, NO_2). Кислотным оксидам соответствуют кислоты, в которых эти элементы имеют ту же степень окисления, что и в оксиде. Например, азотная кислота HNO_3 содержит HNO_3, а сернистая кислота H_2SO_3 содержит H_2SO_3.

Характеристики кислородных соединений неметаллов.

1) Свойства высших оксидов (т. е. оксидов, в состав которых входит элемент данной группы с высшей степенью окисления) в периодах слева направо изменяются от основных к кислотным.

2) В группах сверху вниз кислотные свойства высших оксидов постепенно ослабевают. Об этом можно судить по свойствам кислот, которые они образуют.

3) Вершины диагоналей бора, кремния, фосфора, мышьяка, сурьмы, теллура и полония (элементов в периодах слева направо) сохраняется постепенно возрастающий кислотный характер высших оксидов.

4) В главных подгруппах периодической системы оксиды элементов в периоде сверху вниз кислотные свойства высших оксидов элементов уменьшаются.

7.4. Переходные металлы

Общие свойства и особенности переходных металлов. Переходные металлы содержат d- и f-элементы. Отличительные этих элементов в том, все они металлы, в отличие от них являются в виде простых веществ, не могут с водой начинающими химическими элементами с незаполненными d- или f-электронами.

d-Элементы образуют три переходных ряда: в четвертом, пятом и шестом периодах соответственно. Первый переходный ряд

включает 10 элементов от скандия до цинка. Они характеризуются валентными электронами 3d-орбиталей. Заполнение электронами внутренних d-орбиталей приводит к уменьшению их размеров и увеличению плотности. Однако общий характер заряда сохраняется практически постоянным в пределах переходных элементов.

Физические свойства. Все металлы первого переходного ряда обладают высокой твердостью и прочностью, высокими температурами плавления и кипения, имеют ряд специфических магнитных и электрических свойств, а также механические свойства.

Высокие значения температуры плавления, кипения и энтальпии образования простых веществ были первой характеристикой, которая привлекла внимание исследователей к этим элементам.

Металлический атомный радиус, между элементами 3d-ряда имеет большие значения, чем у элементов.

В то время как элементы второй, характеризующие заполнение 4d-орбиталей, начиная с иттрия (номер 39) до Sc и Zn, уменьшение атомных радиусов с ростом порядкового номера элемента. В результате наблюдается увеличение плотности металлов в этом направлении.

В природе переходные металлы встречаются главным образом в виде сульфидов и оксидов. Многие оксидные минералы (например Cu, Ag, Pb), могут находиться в самородном виде. Обычно они получают восстановлением их оксидных руд углеродом или оксидом углерода CO. Наиболее важный металл железо. Стали получают сплавлением Fe с углеродом и с малым переходным металлом как марганец, вольфрам, и никель. Легированные стали, содержащие значительное количество, называют двумя преимуществами: они легче и не корродируют, прочнее сплавов Fe высокая стойкость стали определяет его применение. В основном используется в электрических химических реакциях. Типы устойчивых солей и действие которого температуру, равновесия зависят от изменения в окисл и ионы (степень).

Химические свойства. Важнейшими среди них являются следующие особенности, позволяющие характеризовать физическую группу:

- металлы — элементы, отличающиеся от других тем, что имеют высокую электронную способность и низкую химическую инертность.

- для большинства d-элементов характерно сосуществование двух или нескольких степеней окисления, мягкими по термодинамической устойчивости в обычных условиях. Это означает, что их соединения [illegible] в окислительно-восстановительных реакциях.

- низкие d-элементы в низших степенях окисления проявляют кислотные свойства, а в низших – слабо основные.

- с ионной кристаллической решеткой d-элементы имеют, как правило, небольшой радиус и высокий заряд ионов, поэтому их ионы в водных растворах

- в отличие от соединений s-металлов большинство солей d-элементов обладает характерной окраской

Цвет ионов зависит от [illegible] 4d) обладают парамагнитными свойствами, ионы d-элементов диамагнитны

- в известной степени все положительные степени окисления. У элементов Fe – элементов VIIIB-подгруппы – достаточно небольшая для Mn-элементов степень окисления +3, а Mn-элементов характерна степень окисления +7, однако низкая степень VIIIB подгруппы (рутений Ru и осмий Os),

- некоторые электронные конфигурации и соответствующие им степени окисления обладают повышенной устойчивостью. Так, устойчивы все ионы d-элементов, в электронной оболочке которых [illegible] d⁰ (Sc(III) и Mn(VII)). Кроме того, устойчивы ионы элементов с d⁵ всех 3d металлов, начиная с Mn⁺² до Zn⁺², включительно, а также степень окисления +3 для Sc, Cr, Ti. Из таблицы электронных конфигураций видно, что устойчивые степени окисления d-элементов для каждой группы имеют вид (+4, +5, +6, +7) и ниже. (+2, +3) степени окисления

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
+1			+1		+1	+1	+1	+1	
+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3		
	+4	+4	+4	+4	+4	+4			
		+5	+5	+5					
			+6	+6	+6				
				+7					

Рис. 49. Табличная периодическая система элементов с указанием элементов переходного периода (переходные металлы выделены синей линией, основные элементы указаны красным – синей линией, а переходные металлы красным цветом)

Разнообразие степеней окисления переходных металлов дает этим элементам возможность использования в качестве катализаторов:

- гидрирования (ферромагнетики);
- окисления и восстановления;
- образования комплексных ионов.

Каталитическая активность.

Многие важные реакции катализируются переходными металлами. Переходные металлы и их соединения применяются при производстве аммиака:

- каталитический процесс Габера-Боша (железо и оксид железа (III));

процесс Габера: получение аммиака (железо и оксид железа (III));

- в производстве серной кислоты (оксид ванадия (V));
- в гидрировании непредельных жиров (оксид никеля (II)).

- в производстве синтетического каучука (платина или платинородиевый сплав).

Это примеры гетерогенного катализа, при котором реагирующие вещества и катализатор находятся в разных агрегатных состояниях.

Окислительно-восстановительная активность переходных металлов. Ионы Fe^{2+} являются сильными восстановителями и окисляются персульфат-ионами $S_2O_8^{2-}$ в соответствии с уравнением

$$S_2O_8^{2-}(водн) + 2I^-(водн) = 2SO_4^{2-}(водн) + I_2$$

Ионы Fe^{2+} как и другие ионы, не

Магнитные свойства. Переходные металлы и их соединения электронами являются парамагнетиками, так как содержат неспаренные электроны, обусловленные электронами спинов. Fe, Co, Ni – ферромагнетики: это означает, что они сильно притягиваются магнитным полем.

Окислительная способность. Оксиды – бесцветные или серый, или другой цвет, кроме комплексных. За исключением Ag, Au переходные металлы реагируют с кислородом, образуя оксиды.

Однородность. В отличие от s^1, s^2, p^1, p^2 элементов они не образуют ковалентных связей. При увеличении степени окисления металлов в ряду. Для небольших степеней окисления металлов в соединениях. Гидроксиды основного

держащие ионы металлов растворов добавлением пероксидов. Цвет образующегося осадка часто используют для качественного определения металла. Все ионы [illegible] окрашены в цвет, связанный с поглощением видимого света. Некоторые сульфиды, а некоторые оксиды растворимые комплексы с основаниями:

Cr^{3+} $Cr(OH)_3\downarrow$ зелёный цвет,

Mn^{2+} $Mn(OH)_2\downarrow$ бежевый цвет,

Fe^{3+} $Fe(OH)_3\downarrow$ красно-бурый цвет,

Fe^{2+} $Fe(OH)_2\downarrow$ розовый цвет.

Co^{2+} $Co(OH)_2$ розовый цвет кобальт или $Co(NH_3)_6^{2+}$.

Ni^{2+} $Ni(OH)_2\downarrow$ зелёный цвет $Ni(NH_3)_6^{2+}$.

Cu^{2+} $Cu(OH)_2$ голубой цвет $Cu(NH_3)_4^{2+}$

Zn^{2+} $Zn(OH)_2$ белый осадок $Zn(OH)_4^{2-}$ $Zn(NH_3)_4^{2+}$

В высших степенях окисления переходные металлы существуют в виде анионов. Хромат-ионы CrO_4^{2-} и $Cr_2O_7^{2-}$, марганцовистые анионы – манганат-ион MnO_4^{2-}, ортованадат-ион VO_4^{3-}, ортониобат-ион NbO_4^{3-}, ортотанталат-ион TaO_4^{3-}, ортоманганат-ион MnO_4^{3-} и т. д. Манганат калия K_2MnO_4, хромат натрия и калия и эти анионы растворимы в воде и являются сильными окислителями, их используют в титриметрических анализах.

Хроматы. Хроматы образуются при окислении солей хрома(III) пероксидом водорода в щелочной среде:

$$2Cr^{3+} + 4OH^- + 3O_2^{2-} \rightarrow 2CrO_4^{2-} + 2H_2O.$$

Растворы Cr^{3+} – аквакомплексов любого цвета, а CrO_4^{2-} – жёлтый, в кислых растворах жёлтый хромат-ион переходит в оранжевый дихромат-ион:

$$2CrO_4^{2-} + 2H^+ \rightarrow Cr_2O_7^{2-} + H_2O.$$

Хроматы калия используют как индикатор для титрования солей серебра. Дихромат калия применяют как окислитель в титриметрическом анализе:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O, E^0 = 1{,}33\ В.$$

Манганаты и перманганаты. Получение K_2MnO_4. Манганат калия – это твёрдое вещество зелёного цвета, образующееся при сплавлении оксидов Mn с щелочью или окислителем, например, нитратом калия:

$$3MnO_{2(т)} + 6KOH_{(т)} + KClO_{3(т)} \rightarrow 3K_2MnO_{4(т)} + 3H_2O + KCl$$

Манганаты диспропорционируют, образуя перманганаты. Манганат-ион MnO_4^{2-} диспропорционирует в кислых растворах по уравнению окислительно-восстановительной реакции:

$$3MnO_4^{2-}(р-р) + 4H^+(р-р) \rightarrow 2MnO_4^-(р-р) + MnO_2\downarrow + 2H_2O$$

Перманганат калия $KMnO_4$ широко используется в окислительно-восстановительном титровании в кислой среде:

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5\bar{e} \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

Растворы $KMnO_4$ хранят в темных бутылях, так как под действием света он частично разлагается. Полученный раствор периодически фильтруют через стеклянный фильтр для удаления образовавшегося оксида марганца(IV) — продукта разложения перманганата.

7.5 Качественные реакции на ионы некоторых металлов

Ионы Ba^{2+}

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow$$

Сульфат бария $BaSO_4$ — белый осадок, который нерастворим ни в воде, ни в кислотах, ни в щелочах. Этой же реакцией пользуются для открытия сульфат-ионов SO_4^{2-}.

Ионы Fe^{2+}.

$$3FeCl_2 + 2K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_2[Fe(CN)_6]\downarrow + 8KCl,$$

$$3Fe^{2+} + 2[Fe(CN)_6]^{4-} \rightarrow Fe_2[Fe(CN)_6]_2\downarrow.$$

Образуется синий осадок «берлинской лазури» состава $Fe_2[Fe(CN)_6]$ или $KFe_2[Fe(CN)_6]$, используемый в качестве пигмента и реактива.

$$FeCl_3 + 6KSCN \rightarrow K_3[Fe(SCN)_6] + 3KCl.$$

(раствор кроваво-красный)

Ионы Fe^{3+}.

$$3FeCl_3 + 2K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow + 12KCl,$$

$$4Fe^{3+} + 3[Fe(CN)_6]^{4-} \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow.$$

Образуется синий осадок, который называется «турнбулевой синью».

Ионы Ag^+.

$$AgNO_3 + HCl \rightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$$

$$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl\downarrow.$$

Образуется белый творожистый осадок $AgCl\downarrow$, нерастворимый в кислотах, но растворимый в растворах аммиака: $AgCl + 2NH_3 \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$

Ионы Cu^{2+}.

1. Сульфат меди (Cu^{2+}) окрашивает раствор в голубой цвет:

$$2CuSO_4 + K_4[Fe(NCS)_6] \rightarrow Cu_2[Fe(NCS)_6] + 2K_2SO_4$$

$$2Cu^{2+} + [Fe(NCS)_6]^{4-} \rightarrow Cu_2[Fe(NCS)_6]\downarrow.$$

Образует кислотный оксид.

Химические свойства некоторых металлов.

Химия железа. Чистое железо — серебристо-белый, мягкий металл, хорошо подвергающийся обработке, легко намагничивающийся и размагничивающийся. Его получают электролизом растворов его солей, а также термическим разложением пентакарбонила железа:

$$[Fe(CO)_5] = Fe + 5CO\uparrow.$$

Оно взаимодействует с неметаллами: O_2, N_2, [Hal], C, S. Образует оксиды FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4, а также ферриты — смешанные оксиды, получаемые сплавлением Fe (II, III) Fe_2O_3:

$$3Fe + 1/2[O_2] \rightarrow 1[Zn(FeO_2)_2].$$

Оксидная пленка защищает Fe от воздуха.

Железо при кратковременном взаимодействии растворами H_2SO_4 и HCl образует соли Fe^{2+} и водород. При работе с концентрированной серной кислотой железо образует оксид железа (III) и NO. Концентрированная азотная кислота пассивирует Fe.

Соли железа также легко гидролизуются. Сульфат железа (II) или железный купорос, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – используемый в медицине (в составе $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$, или сульфат аммония-железа (II)), применяется в химическом анализе. Железо-аммонийные квасцы, или сульфат аммония-железа (III): $(NH_4)_2SO_4 \cdot Fe_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ – получают при кристаллизации. Хлорид железа (III) $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ – кристаллы темно-коричневого цвета, растворяющиеся на воздухе, используют в лабораторной практике. Берлинская лазурь — основа состава красителей.

Ион Fe^{2+} в биологических жидкостях, таких как кровь, – активный участник окислительно-восстановительных процессов.

Железо необходимо и растениям: оно участвует в окислительно-восстановительных процессах в хлоропластах.

Медь. Медь также распространена в природе. Наиболее важные сульфидные руды: халькозин Cu_2S, ковеллин CuS, халькопирит $CuFeS_2$, борнит Cu_3FeS_3. Руду прокаливают с кремнеземом в присутствии воздуха. При этом получается сульфид меди и силикат железа.

$2CuFeS_{2(к)} + O_2 + 2SiO_{2(к)} = Cu_2S_{(к)} + 2FeSiO_{3(к)} + SiO_{2(к)}$.

Полученный сульфид Cu_2S перерабатывают в металлическую медь пирометаллургическим или гидрометаллургическим способом.

Медь очищают электролизом.

Чистая медь — ковкий металл розового цвета. Хорошая теплопроводность, электропроводность, устойчивость к коррозии — ценные свойства меди и ее сплавов, широко применяемых в технике. Из-за образования на воздухе прочной защитной пленки, препятствующей дальнейшему окислению, медь устойчива к атмосферной коррозии. Высокая электропроводность меди делает ее незаменимым материалом для изготовления электрических проводов и кабелей. Медь устойчива к коррозии и используется для изготовления различных изделий. Широко применяются в химической промышленности сплавы меди с оловом (бронзы), цинком (латуни), никелем (мельхиор, нейзильбер, константан), алюминием (алюминиевые бронзы), бериллием (бериллиевая бронза), свинцом (свинцовая бронза), кремнием (кремнистая бронза) и другими металлами.

Медь — малоактивный металл, устойчивый к воздействию кислорода, но во влажном воздухе постепенно покрывается зеленым налетом гидроксокарбоната $(CuOH)_2CO_3$.

Химические свойства меди. Медь реагирует с галогенами, серой, некоторыми кислотами, кислородом и оксидами неметаллов при нагревании и в присутствии влаги.

На разбавленную соляную, серную и уксусную кислоты медь не влияет из-за отсутствия водорода. Азотная кислота окисляет медь и восстанавливается до оксида азота(II):

$$3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$$

или

$$Cu + 4HNO_3(конц.) = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O.$$

А концентрированная серная кислота — до двуокиси серы:

$$Cu + 2H_2SO_4(конц.) = CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$$

Соединения меди.

Оксид меди(I) Cu_2O — красный порошок, образующийся при нагревании меди на воздухе. Соответствующий ей гидроксид, медь(I) $CuOH$, не устойчив и быстро окисляется, а аммиачные комплексы — например $[Cu(NH_3)_2]OH$. Хлорид меди(I) $CuCl$ с соляной кислотой образует хлоридные комплексы — например $H[CuCl_2]$ и $H_2[CuCl_3]$.

Оксид меди (II) CuO черного цвета получается при прокаливании основных солей выше 300 °С. Этому процессу способствует присутствие в осадке гидроксида меди (II) $Cu(OH)_2$, отщепляющего воду:

$$CuSO_4 + 2NaOH = Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$$

Сине-голубой осадок гидроксида меди (II) разлагается при прокаливании с выделением черного оксида меди (II):

$$Cu(OH)_2 = CuO + H_2O$$

Гидроксид меди (III) $Cu(OH)_3$ – очень сильный окислитель и неустойчивое вещество при нагревании или в концентрированных щелочах без нагревания. Полученные купраты щелочных металлов имеют общую формулу, например

$$Cu(OH)_3 + 3KOH = K_3[Cu(OH)_6]$$

Действуя на раствор сульфата меди (II) щелочью, можно получить основной осадок гидроксосульфата меди:

$$2CuSO_4 + 2NH_4OH = (CuOH)_2SO_4\downarrow + (NH_4)_2SO_4$$

При действии избытка щелочи образуется сине-фиолетовый раствор основного сульфата:

$$(CuOH)_2SO_4 + (NH_4)_2SO_4 + 6NH_4OH = 2[Cu(NH_3)_4]SO_4 + 8H_2O.$$

В комплексных соединениях для меди характерно координационное число 4.

Из оксидных меди (III) известен только оксид CuO. Cu_2O_3 пробовали синтезировать.

Медь является микроэлементом. В организмах растений она активизирует фотосинтез и дыхание, а также углеводный обмен. Многие вредители не служат относительно устойчивых сортов, содержащих много меди.

У животных повышение меди вызывает торможение роста синтеза гемоглобина и фосфатазы.

В больших дозах соединения меди токсичны и используются как антисептики (фунгициды, бактерициды).

Сульфат меди (II) – представляет собой $[Cu(H_2O)_4]SO_4 \cdot H_2O$, широко применяют как фунгицид. Из него получают медьсодержащие пестициды (бордосская жидкость, хлорокись меди). Сильно растворим в воде, гигроскопичен, на воздухе выветривается, при нагревании теряет воду и при 650 °С разлагается на оксид меди (II) и оксид серы (VI). Используется как исходный материал в получении других солей меди. В ветеринарии сульфат меди известен как вяжущее, раствор, противопаразитное средство.

Гидроксокарбонат цинка $(CuOH)_2CO_3$ входит в состав листовых латуней, используется для изготовления зубных коронок.

Цинк II не встречается в природе в виде металла. Основными природными соединениями цинка являются: оксид цинка (красная) ZnO, сульфид цинка (обманка) ZnS, входящие в состав полиметаллических руд. Обычно сопутствующая руда содержит. Переводят в оксид цинка (II):

$$2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + 2SO_2\uparrow$$

Металлический цинк восстанавливают из руд (концентратов) или других исходных веществ:

$$ZnO + C = Zn + CO\uparrow$$

Цинк также выделяют электролизом водных растворов его солей. Чистый цинк получают с помощью перегонки (возгонки) сырого металла (или другими способами).

Цинк — синевато-белый, достаточно твердый и тягучий металл. При температуре 200 °С он становится хрупким. На влажном воздухе он покрывается защитной пленкой основной соли $Zn(OH)_2 \cdot 2ZnCO_3$. Цинк растворяется в разбавленных растворах:

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2\uparrow$$

и в щелочах с образованием тетрагидроксоцинкатов

$$Zn + 2NaOH + 2H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2\uparrow.$$

При высоких температурах соединяется с кислородом, серой и галогенами.

Оксид цинка (II) ZnO — белый порошок, используемый для изготовления красок, зубных цементов. Он также амфотерен, растворяется в кислотах:

$$ZnO + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O, \quad ZnO + 2H^+ = Zn^{2+} + H_2O$$

и щелочах:

$$ZnO + 2NaOH + H_2O = Na_2[Zn(OH)_4],$$
$$ZnO + 2OH^- + H_2O = [Zn(OH)_4]^{2-}.$$

В оксиде ZnO — катионный хромофор, пластинки, шестиугольные.

Гидроксид цинка $Zn(OH)_2$ получают, к которым цинксодержащие растворы солей щелочи например:

$$ZnSO_4 + 2NaOH = Zn(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$$

или

$$Zn^{2+} + 2OH^- = Zn(OH)_2\downarrow$$

Это белый аморфный и кристаллический порошок, нерастворимый в воде. Гидроксид цинка растворяется в кислотах и щелочах:

$$Zn(OH)_2 + 2HCl = ZnCl_2 + 2H_2O,$$
$$Zn^{2+} + 2H^+ = Zn^{2+} + 2H_2O$$

и как кислота:

$$Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2[Zn(OH)_4].$$
$$ZnO(OH)^- + 2OH^- = ZnO_2^{2-} + H_2O$$

К комплексным соединениям цинка относятся также цинкаты, которые могут получаться гексагидроксоцинкаты, например $Ba[Zn(OH)_4]$ и т.п.

Гидроксид цинка растворяется также в водном аммиаке с образованием комплексного соединения — гидроксида тетраамминцинка (II):

$$Zn(OH)_2 + 4NH_3 = [Zn(NH_3)_4](OH)_2.$$

Хлорид цинка $ZnCl_2$ используют при сварке (как составную часть флюсов для растворения оксидов), в медицине в производстве перевязочных материалов и в качестве дубителя при выделке кож.

Сульфат цинка (купоросный камень) $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ — основной компонент растворов для электролитического цинкования.

Все соли цинка и сильных кислот гидролизуются в водных растворах, которые приобретают кислую среду:

$$Zn^{2+} + H_2O = ZnOH^+ + H^+$$

Оксид цинка ZnO — порошок белого или серого цвета, амфотерен, используется для изготовления светящихся шкал, циферблатов, рентгеновских экранов.

Цинк — один из основных жизненно важных микроэлементов. Недостаток цинка в пище вызывает задержку роста и развития, отрицательно влияет на рост.

Соли цинка используются в ветеринарии, оксид цинка входит в состав мазей для лечения ожогов и ран. Сульфат и хлорид цинка применяются как вяжущие, антисептические, противовоспалительные средства.

Большие количества металлического цинка расходуются на изготовление ряда сплавов (латунь, бронза, сталь). Кроме того, цинк применяется для получения цинковых, марганцево-цинковых и воздушно-цинковых гальванических элементов.

Вопросы для контроля

1 Методы. Физические и химические свойства элементов.
2 Методы — применение, получение и использование
3 Соли. Свойства и применение
4 Кислоты: состав и свойства. Методы отбора проб
5 Оксиды: получение, свойства. Физические и химические свойства металлов
6 Основания: свойства
7 Общие свойства и получение гидроксидов: кислот и оснований. Описание и классификация
8 Оксиды и гидроксиды. Основания
9 Хранение. Применение и применение.
10 Комплексные соединения и комплексный анализ.

8. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

8.1. Методы аналитической химии.

Аналитическая химия — наука о методах исследования состава вещества и структуры. Задачи и предмет аналитической химии. Роль аналитической химии в развитии науки

Аналитический анализ — это получение качественных и количественных данных о составе вещества. Для анализа используют часть анализируемого вещества. Химический состав которого аналитик должен определить, называют пробой.

Химический анализ используется в различных областях: функционирование агропромышленного комплекса (анализ состава почв, удобрений, кормов, сельскохозяйственной продукции и биотехнологии, медицинской диагностики, криминалистики). Анализ — основа процессов контроля и управления окружающей средой. Контроль за уровнем загрязнения воды, почвы и воздуха невозможен без разработки методов анализа объектов окружающей среды, сточных и сбросных вод, газовых выбросов промышленных предприятий. Аналитический контроль нужен для обеспечения чистоты производимых материалов, сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, а также для контроля за соблюдением технологических процессов.

Можно выделить следующие этапы анализа: постановка задачи, выбор схемы и метода анализа, отбор пробы, подготовка пробы к анализу, проведение измерений, расчет результатов измерений. Необходимо различать метод и методику анализа.

Аналитический метод – теоретически обоснованный способ анализа вещества.

Аналитическая методика – подробное описание всех операций выбранного метода.

Теоретическую основу аналитической химии составляют разделы физико-химических законов, таких как закон сохранения массы, закон действующих масс, периодический закон Д.И. Менделеева, законы действующих масс, закон эквивалентов. Большое значение при изучении аналитической химии имеет теория электролитической диссоциации, химического равновесия, процессов комплексообразования, окислительно-восстановительных реакций, гидролиза и др.

Аналитическая химия разрабатывает теоретические основы методов исследования качественного состава вещества и их практического использования.

По решению поставленных задач делятся качественный и количественный анализ.

Задача качественного анализа – дать ответ на вопрос, какие элементы, ионы, молекулы, функциональные группы, свободные радикалы, фазы, содержащиеся в исследуемом веществе или смеси.

Задача количественного анализа – определение численного содержания и соотношения компонентов в анализируемом веществе или смеси.

Качественный анализ предшествует количественному, так как прежде чем определять содержание отдельных компонентов, нужно знать, какие компоненты входят в состав данного вещества. Если качественный состав анализируемого объекта известен, то можно сразу приступать к количественному анализу.

Также принято выделять структурный и вещественный виды анализа. Структурный анализ – это раздел аналитической химии, который изучает химический состав вещества и его структуру. Структура определяется, если представления о качественном и ко

качественный состав вещества. Системный анализ устанавливает взаимодействие молекул и атомов во всем объеме вещества.

По целям и объектам различают элементный, функциональный, молекулярный и фазовый анализ.

- элементный анализ – это установление наличия и количественного содержания химических элементов в веществе, то есть исследование его элементного состава.

- функциональный анализ – это установление наличия и количественного содержания функциональных групп и классов органических соединений,

- молекулярный анализ – это установление наличия и количественного содержания индивидуальных химических соединений и их групп, а также определение молекулярно-массового распределения полимеров,

- фазовый анализ – это анализ однородной части неоднородной системы, отделенной от других поверхностями раздела.

В зависимости от того, какие цели ставит перед собой исследователь, различают качественный, количественный и структурный анализ. В зависимости от массы анализируемого вещества различают макро-, полумикро-, микро-, ультрамикро- и субмикрометоды (табл. 5).

Таблица 5

Виды анализа в зависимости от массы

Методы (объем или масса)	Масса вещества, г	Объем раствора, мл
Макрометоды	> 0,1	> 10
Полумикрометоды	0,1 – 0,01	1 – 0,1
Микрометоды	10^{-2} – 10^{-5}	10^{-1} – 10^{-4}
Ультрамикрометоды	10^{-5} – 10^{-9}	10^{-4} – 10^{-7}
Субмикрометоды	10^{-9} – 10^{-12}	10^{-7} – 10^{-9}
Нанометоды	< 10^{-12}	< 10^{-9}

В качестве анализируемого вещества используют различные индивидуальные вещества и их смеси. Для проведения анализа необходимо, чтобы вещество обладало определенными свойствами, позволяющими обнаружить, определить количественный состав и структуру этого вещества. Такие свойства называются аналитическими признаками.

Аналитический сигнал – это аналоговое и физическое в зависимости свойства объекта.

В зависимости от характера измеряемого сигнала методы делятся на группы:

1) химические;

2) физико-химические;

3) физические.

Физические и физико-химические методы анализа основаны на измерении аналитического сигнала, т.е. измерении с помощью специальных приборов и инструментов.

Химические методы анализа основаны на использовании химических реакций, в которых участвуют определяемые вещества. Количественный анализ начинают с отбора проб. Затем анализируемый образец растворяют – переводят в раствор, обрабатывая для растворения кислотой, смесью кислот или растворителем. При количественных определениях к раствору, содержащему определяемый компонент, добавляют специально приготовленный раствор известной концентрации, называемый титрованным раствором реагента, точно известной концентрацией, называемый раствором реагента с точно известной концентрацией, вступающий во взаимодействие с определяемым веществом.

Физические методы анализа основаны на измерении физических свойств веществ, которые зависят от их химической природы и строения молекул. К физическим методам относятся спектральный, люминесцентный, рентгеноструктурный, масс-спектрометрический, ядерно-магнитный резонанс, электронный парамагнитный резонанс и др.

Физико-химические методы, в отличие от физических, основаны на определении изменения физических свойств системы в результате протекания химических реакций. К физико-химическим методам относятся электрохимические методы анализа: потенциометрия, вольтамперометрия, а также хроматографические методы и др.

Некоторые инструментальные методы позволяют определять качественный и количественный состав. Некоторые методы позволяют определять физические и физико-химические свойства веществ. Использование физических методов может служить для контроля протекания химических реакций, например, для определения момента завершения реакции.

электрохимии, параметры удерживания в хроматографии служат качественными и количественными аналитическими сигналами. Аналитическая информация может быть получена как по отдельности, так и в комбинации (например, положение и ширина хроматографического пика (пятна), величина дрейфующего тока).

Существуют также биологические методы анализа, которые используют для анализа биологически активных веществ.

Для современных химических лабораторий характерно широкое использование вычислительной техники: компьютеров и математических методов обработки результатов измерений.

8.2. Основные принципы качественного химического анализа.

Качественный химический анализ проводят по характерным аналитическим реакциям, которые сопровождаются аналитическим эффектом (реагентов).

Аналитической реакцией называют химическую реакцию, сопровождающуюся аналитическим сигналом (реакционная среда, осадок, газ и т.д.), позволяющую обнаружить определяемый вещество (реагент).

Чувствительность определяется минимальной реакции количеством анализируемого вещества, которое может быть обнаружено с помощью данной реакции при определенных условиях.

Предельное разбавление – характеризует одну наименьшую концентрацию вещества, при которой еще обнаруживается данной реакцией (1:g).

Избирательность (селективность) показывает, при какой минимальной концентрации и в присутствии каких других ионов данная реакция еще позволяет открыть определяемый ион. Например, ион калия (K⁺)

К условиям выполнения аналитических реакций относят среду раствора (ее кислотность или реакцию среды), температуру, концентрацию, присутствие посторонних ионов и т. д.

Наряду с изучением механизмов аналитических реакций большое значение для анализа имеет их специфичность.

Специфической реакцией на данный ион называется такая реакция, которая позволяет обнаружить его в смеси с другими ионами. Например:

$NH_4Cl + KOH \rightarrow NH_3\uparrow + KCl + H_2O$ (по запаху аммиака или изменению индикаторной бумаги).

Специфической называют реакцию, которая дает одинаковый при определенных условиях аналитический эффект с ограниченным числом ионов. Например, ионы серебра образуют осадок с Ag^+, Hg_2^{2+}, Pb^{2+}. Чем меньше ионов дает данную реакцию, тем выше ее специфичность. Предельный случай специфичности — специфическая реакция (высокоселективная).

Для повышения специфичности аналитических реакций применяют различные способы устранения мешающих ионов. Например, если определению мешают ионы, устранить их можно, если перевести раствор в кислую среду и кипятить. Летучие кислоты (HCl, HNO_3) при этом удаляются из раствора, а труднорастворимые соединения — в осадок. Ионы можно также связать в прочные комплексные соединения. В тех случаях, когда мешающие ионы образуют с аналитическим ионом малорастворимые соединения, используют различные осадительные реагенты, которые переводят мешающие ионы в осадок.

Реакции могут проводиться в различных агрегатных состояниях, поэтому аналитические реакции можно разделить: которые (исследуемое вещество и реагенты берут в твердом состоянии) и «сухим» способом.

К сухим относят «сухой» растворимых — при нагревании порошков образуются окрашенные стекла и плавы. Например, вещества: органические и минеральные (образующие летучие вещества) — нагревание образца с бурой $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ в тигле платиновой проволоки и цветом, окрашенным пламя — другие ионы являются признаком наличия их в растворе, но не могут применяться в качестве

«Мокрый способ» — аналитическая реакция проводится в растворе.

В качественном анализе имеют дело с вопросом растворения электролитов (солей, оснований, кислот). В этом случае аналитический эффект реакции определяется образованием осадка, окрашиванием раствора, выделением газообразного вещества.

В зависимости от задач качественного анализа его проводят дробным или систематическим методом.

Дробный анализ – это анализ, при котором ионы можно обнаружить в отдельных порциях исследуемого раствора, не прибегая к предварительному разделению ионов друг от друга.

Систематический анализ – определенная последовательность выполнения операций, при которой ионы из раствора выделяются, так как будут обнаружены и удалены (или переведены) отдельными группами. При этом ионы одной аналитической группы обнаруживаются не в растворе, отделенном друг от друга. Деление катионов на группы основывается на различной растворимости или летучести веществ.

При систематическом анализе ионы переводят в виде малорастворимых соединений с помощью тех или иных групповых реагентов. Дальнейшее обнаружение ионов ведут внутри каждой группы, после отделения ионов предыдущих аналитических групп.

В зависимости от применяемых групповых реагентов существует различная классификация катионов по тем или иным аналитическим группам. Например, при сероводородной классификации катионов на пять аналитических групп основой служит отношение ионов к сероводородной кислоте и ее солям. Существуют также кислотно-основная классификация, фосфатная и др.

В зависимости от задач качественного анализа используются для разложения и перевода в раствор исследуемого вещества различные растворители: вода, кислоты, щелочи, органические растворители. Знание химических свойств веществ, применяемых в качестве защиты растений, контроля качества кормов и лекарственных средств и растворителей.

8.3 Количественные методы анализа. Гравиметрия.

Количественный анализ – раздел аналитической химии, в задачу которого входит получение информации о содержании составных элементов, ионов, радикалов, функциональных групп,

анализируемых веществ или фаз в анализируемом объекте, разработка и выбор оптимальных методов получения этой информации.

Перед химическим анализом неорганических материалов стоят аналитические задачи. Интенсивность аналитического сигнала – это числовое значение свойства, связанного с содержанием определяемого компонента. Например, масса прокаленного осадка, число импульсов, электрический потенциал, объем раствора, затраченный на титрование. Содержание определяемого компонента в пробе выражают в массовых долях, %.

Основные объекты неорганического анализа: в металлургии руда, концентрат, шлак, металл, сплав, сырье, продукты различных производств; в геологии – горные породы, минералы, полезные ископаемые; в сельском хозяйстве – почва, удобрения, растительные и животные ткани; в медицине – кровь, моча, ткани и органы человека; в экологии – природные воды, почва, воздух, растительность, промышленные выбросы и отходы производства.

Методы неорганического анализа классифицируют по характеру и свойствам фазы, массе пробы, объему раствора, интенсивности электрических сигналов и др. и подразделяют на химические, физические и физико-химические.

К классическим методам относят гравиметрический, титриметрический и газовый объемный анализы.

Классические методы характеризуются высокой точностью, однако их чувствительность не всегда достаточна, а процедура определения довольно длительна и трудоемка. Особенно в тех случаях, когда требуется проведение серии анализов.

В связи с возникшей потребностью анализа сложных по составу материалов, более чувствительных и быстрых методов стали наиболее востребованными в этом отношении физико-химические и физические методы.

Гравиметрический анализ основан на точном измерении массы вещества после выделения его из анализируемого образца в виде малорастворимого соединения или в виде простого вещества. Определяемый компонент выделяют в виде малорастворимого соединения. Например, при определении серы в виде сульфата бария – $BaSO_4$. Погрешность определений 0,1–0,2%. Применяется в случае, если содержание определяемого компонента составляет несколько процентов. Универсальный и надежный метод для определения больших количеств вещества в пробе. Недостатки: длительность анализа, трудоемкость, невозможность автоматизации.

Химический состав вещества, по результатам взвешивания которого вычисляется масса определяемого компонента, называется гравиметрической формой.

Гравиметрические методы анализа делят на три группы методов: методы выделения, отгонки и осаждения.

В методах отгонки определяемую составную часть исследуемого объекта отгоняют в виде летучего соединения. Модификации метода отгонки:

1) определяемое вещество отгоняют и по массе образовавшегося отгона вычисляют;

2) определяемое вещество отгоняют, поглощают каким-либо поглотителем (хлоридом кальция, аскаритом) и т.д., и по увеличению массы поглотителя рассчитывают массу компонента;

3) определяемое вещество отгоняют из точной навески вещества, после окончания отгонки навеску снова взвешивают и по разнице в массе определяют количество отгона.

Гравиметрической формой в методе отгонки является летучее соединение или нелетучий остаток анализируемого образца.

Методом отгонки часто определяют влажность веществ, которую рассчитывают по разнице массы до и после высушивания навески вещества до постоянной массы.

Методы отгонки не являются универсальными и могут применяться тогда, когда проба содержит летучий компонент или когда определяемый компонент под действием той или иной реакции может превращаться в летучее соединение.

Метод выделения основан на выделении определяемого компонента из анализируемого вещества и точном взвешивании его. Пример: выделение золы из твердого топлива. К методам относят электрогравиметрические методы (выделение электроосаждением на электродах, которые перед и после электролиза взвешивают; масса металла (разница в массе электрода до и после электролиза) определяется по разнице).

Метод осаждения основан на количественном осаждении определяемого иона в виде малорастворимого соединения и определении его массы. Осадок отделяют, промывают, высушивают, прокаливают и взвешивают. По массе осадка и его формуле рассчитывают содержание определяемого элемента в % по массе.

Многие осадки при прокаливании изменяют свой состав, поэтому гравиметрическую форму получают осаждением.

Гравиметрическая форма (или гравиметрическая форма осаждения) — химическое вещество, в составе которого определяемый компонент осаждается из раствора. (химический состав осадка). Например: $Fe(OH)_3$, $CaC_2O_4 \cdot 2H_2O$, $BaSO_4$

Весовая (гравиметрическая) форма — конечное химическое вещество, которое взвешивают и по результатам взвешивания и стехиометрическим расчетам находят содержание определяемого компонента. Например: Fe_2O_3, CuO, $BaSO_4$.

Химический анализ начинается с отбора пробы. Пробы отбирают в соответствии с требованиями стандартов (ГОСТ). Общий принцип отбора — средняя проба должна быть составлена из большого числа мелких порций, взятых в разных местах данного вещества.

Перед взятием пробы изучают свойства вещества: его агрегатное состояние, однородность.

Выбор величины навески. Масса навески, необходимая для получения осадка, зависит от ряда факторов. При выборе навески исходят из условий работы с осадками и практической целесообразности. Аналитической практикой установлено, что наиболее удобно работать, когда масса прокаленного осадка составляет 0,5 г и объем жидкости (фильтрата) 150–200 мл.

Теоретически можно рассчитать по формуле:

$$m_{\text{н}} = \frac{m_{\text{г.ф.}} \cdot M_1}{aM_2},$$

где $m_{\text{г.ф.}}$ – масса гравиметрической формы, г;

M_1 – молярная масса аналитического вещества, г/моль;

M_2 – молярная масса гравиметрической формы, г/моль;

a/b – число, которое показывает, сколько молекул определяемого вещества содержится в одной молекуле гравиметрической формы.

Растворение навески. После взятия навески ее растворяют. Предварительно подбирают растворитель. Для растворения используют дистиллированную воду, кислоты и другие вещества. Растворение проводят в химическом стакане, который накрывают

подобрать такое сёрбитол, чтобы после добавления реагентов он был заложен не более чем на две трети. Растворитель должен полностью растворять осадок при нагревании. Можно использовать бинарные растворители.

Осаждение. Необходимо правильно выбрать осадитель, рассчитать его объем, соблюсти определенные условия осаждения, убедиться в полноте осаждения.

Требования, предъявляемые

1) Малая растворимость. Произведение растворимости ПР ≤ 10⁻⁷.

2) Структура осадка должна позволять удалять из раствора и промывать осадок с достаточной скоростью. Мелкокристаллические осадки могут проходить через поры фильтра. Наиболее удобны крупнокристаллические осадки, т.к. они не забивают поры фильтра, имеют малую удельную поверхность, адсорбируют на поверхности меньше посторонних веществ. Аморфные осадки, например, гидроксиды некоторых металлов, имеют сильно развитую поверхность, адсорбируют посторонние вещества из раствора и трудно от них отмываются.

3) Важно, чтобы осаждаемая форма легко превращалась в гравиметрическую.

Осаждаемая и весовая формы должны быть химически инертными, чтобы не приводить к количественным ошибкам.

Расчет объема осадителя. Используют полуторный избыток осадителя.

Добавление избытка осадителя, необходимое для более полного осаждения, приводит к постепенному растворению осадка, поэтому большой избыток осадителя недопустим.

Фильтрование. Фильтрование – это отделение твердой фазы от жидкой с помощью пористой перегородки, которая задерживает твердые частицы осадка. Эта перегородка – фильтр.

Для фильтрования применяются стеклянные воронки с бумажными фильтрами. В лаборатории применяют беззольные фильтры различной плотности. В Российской Федерации, в зависимости от величины пор, выпускают пять марок фильтров, которые имеют условное обозначение.

Черная лента (синяя) – плотные фильтры для отделения аморфных осадков. *Белая лента* – фильтры средней плот-

посуду для отделения большинства кристаллических осадков. Он представляет собой – фильтр, изготовленный из плотной ткани, или стеклянный пористый фильтр.

Как только осаждение будет закончено, перестают прокачивать воздух, используя прием – декантация. Т.е. добавив промывную жидкость к осадку, перемешивают его полученной, отстоявшуюся жидкость сливают по палочке на фильтр. Этот прием позволяет наиболее быстро фильтровать осадок и промывать его.

Для полноты переноса осадка на фильтр осаждают весь, к которому прикасалась осаждающая промывной жидкостью с помощью резиновой или фторопластовой пробки на фильтр и промывают несколько раз.

Применять у кислотопрочной посуды лучше только в тех редких случаях, когда растворимость осадка очень мала. Обычно в качестве промывной жидкости используют насыщенный раствор осаждаемой формы (не растворяется) или с добавлением осаждающей или другой соли.

Кроме обычных фильтров используют стеклянные фильтрующие тигли и воронки или фарфоровую воронку Бюхнера.

Высушивание и прокаливание осадка. Предварительно тигель или фильтр с осадком просушивают и прокаливают в муфельной печи при температуре около 800°С в течение 15 минут и муфельной печи при температуре около 800°С взвешивают, затем остудить и переносят в эксикатор для охлаждения и взвешивания. Операцию повторяют до получения постоянной массы (если результаты двух последовательных взвешиваний будут отличаться друг от друга не более чем на 0,0002 г, считают, что получена постоянная масса).

Осадок высушивают при температуре, затем сильно прокаливают и помещают в тигель предварительно взвешенный до постоянной массы, и прокаливают в течение 20-30 минут. Остужают, помещают в эксикатор, а затем взвешивают. Прокаливание и взвешивание повторяют до получения постоянной массы весы.

Требования к гравиметрической форме: соответствие определенному, устойчивость по отношению к компонентам воздуха, другие требования к гравиметрическому осадку.

Содержание определяемого компонента в весовой форме должно быть как можно меньше, тогда достигается правильность определения. Аналитическую концентрацию вычисляют по формуле:

Вычисление результатов. При вычислениях в гравиметрии используют факторы пересчета (аналитические или гравиметрические факторы).

Фактор пересчета показывает, сколько граммов определяемого компонента содержится в 1 грамме весовой формы.

$$F = \frac{M(X)}{M_f},$$

где $M(X)$ – молярная масса определяемого компонента, г/моль;

M_f – молярная масса гравиметрической формы.

a, b – числа, необходимые для уравнивания числа атомов определяемого элемента, до и после химической реакции.

Результаты прямых гравиметрических определений выражают в массовых долях:

$$\omega(X) = \frac{m_{гр.ф.}}{m_{нав}},$$

где $m_{гр.ф.}$ – масса гравиметрической формы, г;

F – фактор пересчета.

$m_{нав}$ – масса навески исследуемого вещества.

Прямые гравиметрические определения используются для определения содержания фосфора и фосфатов, алюминия, кальция и магния в почвах, почвенных корнях, кальция и магния в известковых удобрениях и мелиорантах, перхлоратов воду в почве, хлорофилле, растительном сырье и т.д., органических веществ в почве, содержания углерода и азота в почвах и органических удобрениях, углерода и азота в почвах и органических удобрениях.

1. Чем руководствуются при выборе фактора.
2. Основные этапы выполнения осадительного титрования. Цель проведения опыта.
3. Вычисление результатов гравиметрического анализа.

6.1. Титриметрический анализ. Основные понятия титриметрии. Расчеты в титриметрии.

Титриметрический анализ – метод определения количества вещества путем точного измерения объема растворов веществ, вступивших между собой в реакцию.

Раствор, титр которого известен, называется титрованным. В титриметрическом анализе эти растворы называют титрантами.

Титрование – процесс постепенного контролируемого добавления к исследуемому раствору или его аликвотной части эквивалентного количества титрованного раствора (рис. 50).

Титранты приливают с помощью бюретки.

Титруемый раствор – раствор, к которому приливают титрант.

Главная задача титриметрического анализа – используя раствор с точно известной концентрацией (титрант), правильно определить точку эквивалентности.

Точка эквивалентности (*ТЭ*) – момент титрования, когда достигнуто эквивалентное соотношение реагирующих веществ (то есть вещества прореагировали в количествах соответственно уравнению реакции). На практике в процессе титрования фиксируют конечную точку титрования (*КТТ*). *КТТ* в принципе не совпадает с *ТЭ* вследствие наличия погрешностей в анализе.

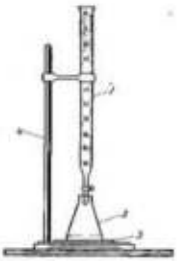


Рис. 50. Простейшая титровальная установка:
1 – бюретка с титрованным раствором, 2 – коническая колба для титрования с анализируемым раствором, 3 – подставка с белым экраном, 4 – штатив

Способы фиксирования КТТ:

1) Самоиндикация: точка эквивалентности достигается точным добавлением окрашенного титрованного раствора. В этом случае сам титрант играет роль индикатора.

2) Использование специальных индикаторов.

3) Физико-химические способы применяются в случаях, когда отсутствует подходящий индикатор. В последнее время они находят все более широкое применение, так как некоторые из них можно полностью автоматизировать.

Индикаторами называются системы, изменяющиеся в зависимости концентрации тех или иных ионов в растворе.

Виды индикаторов, используемые в титриметрии:

Кислотно-основные изменяют цвет в зависимости pH раствора (например, фенолфталеин, метилоранж).

Комплексообразующие образуют с катионами металлов окрашенные комплексные соединения (эриохром, мурексид).

Окислительно-восстановительные изменяют цвет в зависимости от потенциала системы (дифениламин, ферроин).

Осадительные образуют малорастворимые соединения (K_2CrO_4, $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$).

Адсорбционные (флуоресцеин). Изменяют окраску в зависимости от адсорбции ионов на поверхности частиц осадка. Красители должны адсорбироваться быстро.

Особенность индикаторов состоит в том, что свойства этих веществ зависят от состава раствора, в котором протекает реакция. Индикаторы образуют ряды.

Интервалом перехода окраски – пределы концентраций ионов водорода, металла или вещества, выражение окислительно-восстановительного потенциала системы, при которых происходит изменение окраски индикатора, называемое показателем титрования.

Показателем титрования – значение концентрации ионов водорода, металла или вещества, выражение окислительно-восстановительного потенциала системы, при которых происходит изменение окраски индикатора.

Требования к аналитическим реакциям в титриметрии:

1) Реакция должна быть стехиометрической (протекать строго по уравнению).

2) Протекать до конца, т.е. константа равновесия должна быть достаточно большой.

3) Реакция должна протекать быстро, чтобы в любой момент титрования состояние равновесия наступало практически мгновенно.

4) Взаимодействие титранта с определяемым веществом должно быть специфичным. Реагент должен давать аналитический эффект (изменение свойства раствора) только с одним веществом или с ограниченной группой веществ.

5) Должна быть возможность четкого и точного фиксирования конца титрования.

Титранты, применяемые в титриметрии, должны удовлетворять следующим требованиям: 1) стехиометричность реакции титрования; 2) достаточная скорость реакции; 3) возможность фиксирования точки эквивалентности; 4) отсутствие побочных реакций; 5) возможность подбора индикатора; 6) выполнение условий титрования. Большинство используемых реакций не удовлетворяет этим требованиям. Поэтому для увеличения избирательности, скорости, точности определения применяют различные приемы титрования (обратное титрование, титрование заместителя и др.).

Классификация титриметрических методов.

I. По типу протекающих при титровании химических реакций:

1) Кислотно-основное титрование (протолитометрия, метод нейтрализации) основано на реакции между кислотой и основанием, сильной кислотой и слабым основанием и т.д.

$$H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$$

2) Окислительно-восстановительное титрование (редоксиметрия) – основано на реакциях образования малорастворимых соединений

$$OK_1 + HOX_2 \rightarrow OK_2 + HOX_1$$

3) Осадительное титрование (седиметрия, метод осаждения) основано на реакциях окисления-восстановления:

$$mA^{n+} + nB^{m-} \rightarrow A_mB_n\downarrow$$

4) Комплексометрическое титрование (хелатометрия и т.п.) – основано на реакциях комплексообразования:

$$M^{n+} + nL \rightarrow [ML_n]^{n+}$$

II. По приемам (вариантам) титрования

1) *Прямое титрование* – титрант непосредственно взаимодействует с определяемым веществом (титруемым веществом) и избыток титранта фиксируется индикатором:

$$A + B \rightarrow C + D.$$

2) *Обратное титрование* (титрование остатка) – реакция между определяемым веществом и титрантом проводится в присутствии избытка второго реагента, взятого для полного завершения основной реакции:

$$A + B_{(изб.)} \rightarrow C + D.$$

Затем остаток вещества В титруют каким-либо другим реактивом Е (титрант 2):

$$B_{ост.} + E \rightarrow F + G$$

3) Количественно определяемое вещество (в пробе или навеске) переводят в реагент смешанного:

$$A + BC \rightarrow AB + C.$$

Затем С титруют любым другим рабочим раствором.

4) Реакционная способность – это условие, позволяющее избежать побочных и других участников взаимодействия.

III. По способу титрования:

1) Прямой (классический) – титрование титрантом отдельных проб (в каждую реакцию вводят определенную навеску, приготовленную из общей начальной пробы или исходного вещества).

2) Способ отдельных навесок – титрование в отдельных (параллельных) пробах точных навесок анализируемого вещества.

В химико-аналитической практике применяют следующие растворы (растворы):

- стандартные (рабочие),
- стандартизированные (установленные).

Стандартные растворы или стандартные титранты – это такие растворы, точная концентрация которых известна и не изменяется без участия посторонних веществ.

К исходным веществам для приготовления стандартных титрованных растворов предъявляются следующие требования: вещество должно быть химически чистым, состав его должен точно соответствовать химической формуле, вещество должно быть устойчивым при хранении в твердом виде и в растворах; молярная масса эквивалента должна быть достаточно большой.

Некоторые вещества не могут быть точно взвешены, так как при контакте с воздухом они, например, поглощают воду (гигроскопичны). В этих случаях можно приготовить раствор приблизительно нужной концентрации и затем определить точную концентрацию полученного раствора (стандартизировать), используя для этого вещество, точно соответствующее требованиям стандартности.

Стандартизированные растворы (или вторичные стандарты) – это рабочие растворы, точная концентрация которых установлена по другим стандартным растворам.

Процедура титрования с целью установления концентрации рабочего раствора называется *стандартизацией*.

Вторичные стандарты менее точны, чем первичные, так как их концентрация содержит погрешность титрования.

Для приготовления стандартных растворов часто используют так называемые фиксаналы (или стандарт-титры). Они представляют собой запаянные стеклянные ампулы, содержащие точное количество вещества для приготовления 1 л 0,1 н или 0,01 н раствора.

В таблице 9 представлены способы приготовления титрованных растворов.

Последовательность расчетов в титриметрическом анализе:

1) составляют уравнение реакции, проходящей во время анализа;

2) вычисляют молярные массы эквивалентов веществ, участвующих в реакции;

3) составив пропорцию, или с помощью специальных формул производят вычисление содержания определяемого компонента в образце.

Таблица 9

Способы приготовления титрованных растворов

Показатели	Стандартные растворы с приготовленным титром (первичные стандарты)	Стандартизированные растворы (с установленным титром)
	По точной навеске	По приблизительной навеске
Расчет массы навески	$m_{пр} = C_N \cdot M_Э \cdot V_{р-ра}$ $m_{пр} = T \cdot V_{р-ра}$	$m_{пр} = C_N \cdot M_Э \cdot V_{р-ра}$ $m_{пр} = T \cdot V_{р-ра}$
Взвешивание навески	На аналитических весах	На технохимических весах
Расчет титра	$T = \frac{m_{пр}}{V_{р-ра}}$ Масса навески точно известна до приготовления раствора	$C_N = \frac{C_N \cdot V}{V}$; $T = \frac{C_N \cdot M_Э}{1000}$ Масса навески неизвестна, концентрацию определяют после приготовления раствора
Примеры	$H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$, Na_2CO_3, $K_2Cr_2O_7$, $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, $NaCl$, $KBrO_3$, $ZnSO_4$, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	H_2SO_4, HCl, $NaOH$, KOH, I_2, $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, $KMnO_4$, $Na_2[H_2Y] \cdot 2H_2O$

Методика одного опыта	[illegible]	[illegible]

В основу всех расчетов концентраций положен закон эквивалентов, согласно которому в одинаковых объемах веществ X и Y содержится одно и то же количество вещества B

Количество вещества B можно выразить и через эквивалентные количества

$$n_{B1} = n_{B2},$$

$$C_{N1} \cdot V_1 = C_{N2} \cdot V_2,$$

где n_{B1} – количество эквивалентов вещества:

$$n_{B1} = C_{N1} \cdot V_1,$$

C_{N1} – молярная концентрация эквивалентов вещества 1, моль/л;

C_{N2} – молярная концентрация эквивалентов вещества 2, моль/л;

V_1 – объем раствора вещества 1, мл;

V_2 – объем раствора вещества 2, мл.

Если определяемое вещество X реагирует с титрантом B по уравнению:

$$aX + bB = \text{продукты реакции},$$

то из этого уравнения следует, что одна частица X эквивалентна b/a частицам вещества B.

Расчет результатов анализа при использовании способа пипетирования. При использовании способа пипетирования количество вещества в растворе в мерной колбе одинаково во всех порциях, переносимых

Для титрования отбирают часть раствора (аликвоту) пипеткой и переносят в коническую колбу для титрования. Титрование проводят, как было описано. Расчет ведут

Пусть общий объем мерной колбы $V_к$

$$V_{ср} = \frac{V_1 + V_2 + \ldots + V_n}{n}$$

2) молярную концентрацию эквивалента анализируемого раствора $C_э(X)$:

$$C_э(X) = \frac{C_э(T) \cdot V_{ср}}{V},$$

где $C_э(T)$ – молярная концентрация титранта, моль/л;

$V_{ср}$ – средний объем титранта, мл;

V – точный объем анализируемого раствора, мл;

3) $m(X)$ – массу вещества в растворе пипетки (X) в объеме мерной колбы $V_к$

$$m(X) = C_э(X) \cdot M_э(X) \cdot V_к$$

Если требуется определить концентрацию вещества (X) в растворе, то концентрация (X) в объеме мерной колбы рассчитывается по формуле:

$$m(X) = \frac{(C_{э1} V_1 + C_{э2} V_2) \cdot M_э(X)}{1000} \cdot \frac{V_к}{V},$$

где $C_{э1}$ – нормальная концентрация титранта 1 (Cl, моль/л;

$C_{э2}$ – нормальная концентрация титранта 2 (Li, моль/л;

V_1 – точно отмеренный пипеточный объем титранта 1, мл;

V_2 – средний объем титранта 2, мл;

$V_к$ – объем мерной колбы, мл;

V – аликвотный объем анализируемого раствора, мл;

$M_э(X)$ – молярная масса эквивалента определяемого компонента, вещества (X)

Расчеты при использовании способа отдельных навесок. Навеску анализируемой смеси растворяют в колбе для титрования в произвольном объеме воды. Навеску титруют рабочим раствором. Для получения хороших результатов обычно берут три отдельные навески, растворяют и титруют каждую.

По закону эквивалентов количество вещества эквивалента

$$C_э(X) \cdot V_к = C_э(T) \cdot V(T)$$

$$m(X) = C_э(X) \cdot V(X)_{ср} \cdot M_э(X),$$

$$m(X) = C_э(T) \cdot V(T)_{ср} \cdot M_э(X),$$

где $C_э(T)$ – молярная концентрация титранта, моль/л;

$V(T)$ – объем титранта;

$M_э(X)$ – молярная масса эквивалента определяемого вещества.

Если определение всех веществ титрованным раствором

$$m(X) = \frac{(C_{Э1}V_1 - C_{Э2}V_2) \cdot M_Э(X)}{1000},$$

где $C_{Э1}$ – нормальная концентрация титранта 1 (В), моль-э/л;

$C_{Э2}$ – нормальная концентрация титранта 2 (Е), моль-э/л;

V_1 – точно отмеренный избыточный объем титранта 1, мл;

V_2 – объем титранта 2, мл;

$M_Э(X)$ – молярная масса эквивалента определяемого компонента вещества (X).

Вычисление результатов при выражении концентрации раствора через титр по определяемому веществу. Этот способ используется при массовых определениях одного и того же компонента в большом количестве проб.

Титр по определяемому веществу

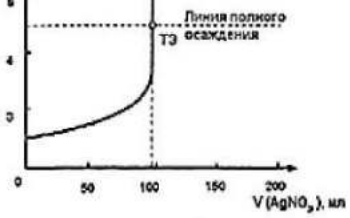
$$T_{\text{титранта/X}} = \frac{C_{Э(\text{титранта})} \cdot M_{Э(X)}}{1000}.$$

Масса вещества m_X, если известен титр титранта по определяемому веществу:

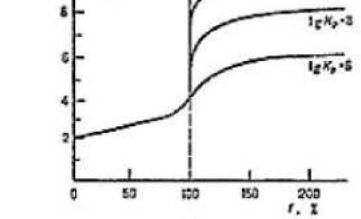
$$m_X = T_{\text{титранта/x}} \cdot V_{\text{титранта}}.$$

Кривые титрования. Кривая титрования – это графическая зависимость свойства анализируемого раствора от количества добавленного титранта.

Измеряемое физическое свойство титруемого раствора должно быть однозначно связано с содержанием в нем определяемого компонента. Например, это может быть концентрация ионов титруемого компонента или титранта, pH, оптическая плотность раствора и др. В титриметрии строят логарифмические кривые в координатах «логарифм свойства – объем титранта» (рис. 51).



а)



б)

Рис. 31. Принцип динамического метода
в кислотно-основном титровании

Скачок титрования – это резкое изменение свойств (pH) анализируемого раствора вблизи точки эквивалентности. Начало скачка легкоопределимо статистически: оно совпадает с добавлением 99,9% титранта (т.е. недотитровано 0,1% аналитического вещества), конец скачка – с добавлением 100,1% (т.е. перетитровано на столько же). Протяженность набора по шкале титрования первой фазой индикатора должна полностью или частично укладываться в пределы скачка титрования.

8.5. Краткая характеристика методов нейтрализации, комплексонометрии, редоксиметрии. Выбор индикаторов с интервалами перехода титрования.

Метод нейтрализации (кислотно-основное титрование). В кислотно-основном титровании применяют два основных метода (табл. 10).

Таблица 10

Краткая сравнительная характеристика методов нейтрализации

Признаки применения	Алкалиметрия	Ацидиметрия
	Титрование щелочью	Титрование кислотой
Основные реакции	$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$ $2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$ $NaOH + CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$	$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$ $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$ $HCl + NH_4OH \rightarrow NH_4Cl + H_2O$
Установление точки эквивалентности	Стандартизованные растворы кислот Точка эквивалентности смещена в щелочную область pH за счет гидролиза образующейся соли	Стандартизованные растворы щелочей Точка эквивалентности смещена в кислую область pH за счет гидролиза образующейся соли
	Индикаторы: фенолфталеин, метиловый оранжевый, метиловый красный, лакмус	Индикаторы: метиловый оранжевый, метиловый красный, лакмус
	Удобно титровать сильные и средние по силе кислоты	Удобно титровать сильные основания и слабые основания

	...ка	
Двухосновная кислота	Щавелевая кислота $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ Бесцветные кристаллы Растворима в воде (pK_{a1} 1,27)	Тетраборат натрия (бура) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ Бесцветные кристаллы Умеренно растворима в воде
Одноосновная кислота	Для титрования можно использовать как свободную кислоту, так и её натриевую соль	Для титрования растворяют, так как образующаяся кислота слишком слабая
Индикатор	Фенолфталеин	Метилоранж

Метод основан на реакции между ионами H_3O^+ и OH^- с образованием молекул малодиссоциирующего вещества — воды. Основное уравнение метода

$$H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$$

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

Объекты определения — кислоты и основания, если с ними взаимодействие способствует смещению равновесия $Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$.

Теория индикаторов.

1) Ионная теория индикаторов Оствальда (1894 г.) основана на изменении окраски при изменении ионизации.

Кислотно-основные индикаторы — это слабые органические кислоты, основания и амфотерные соединения, у которых цвет недиссоциированных молекул и ионов имеет различную окраску.

Индикаторы-кислоты диссоциируют по уравнению

$$HInd + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + Ind^-$$

Если, например, индикатором является кислота, то его недиссоциированная молекула имеет красную окраску, анион Ind^- — синюю. При недостатке щелочи преобладают молекулы и преобладает одна окраска, с избытком — другая.

Индикаторы-основания диссоциируют по уравнению

$$IndOH \rightleftarrows Ind^+ + OH^-$$

Окраска индикатора зависит от того, в какой из форм преобладают молекулы или ионы, от структуры и наличия в них хромофорных группировок.

Согласно хромофорной теории молекулы кислотно-основных индикаторов содержат хромофоры — особые группы атомов с сопряженными двойными связями и ненасыщенными группами, способными образовывать ионизированную структуру при изменении pH среды.

Окраска может также определяться наличием других группировок – ауксохромов, которые сами по себе не сообщают какую-либо окраску индикатору, но способны усиливать действие хромофоров, повышая интенсивность окраски. Ауксохромами являются группы –OH, $–NH_2$, $–OCH_3$, $–N(CH_3)_2$ и др.

Выбор индикатора, кривые титрования. Прежде чем приступить к титрованию, необходимо рассчитать величину pH, при которой следует закончить процесс титрования. Определяя значение pH в точке эквивалентности, и зная pH изменения окраски индикатора, подбирают соответствующий индикатор метода нейтрализации.

Титрант в процессе титрования добавляют до отчетливого изменения окраски индикатора. Этому моменту соответствует определенное значение pH, лежащее внутри области перехода индикатора, оно называется *показателем титрования индикатра.*

Для каждого случая титрования пригодны только те индикаторы, показатели титрования которых входят *в пределы скачка pH на кривой.*

Кривые титрования в методе нейтрализации – это зависимости pH титруемого раствора от объема добавленного титранта или степени оттитрованности.

Титрование сильной кислоты сильным основанием.

На кривой можно наблюдать два пологих участка изменения pH и резкий скачок значений pH от 4 до 10. Точка эквивалентности совпадает с точкой нейтральности (pH=7) (рис. 52).

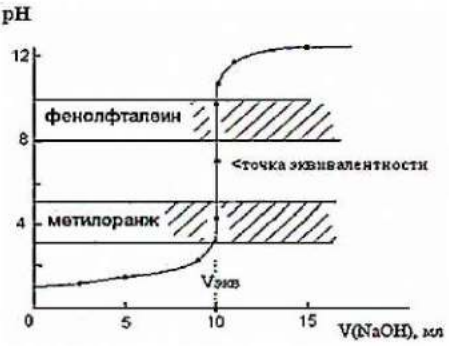


Рис. 52. Кривая титрованя сильной кислоты сильным основанием

При титровании сильной кислоты сильным основанием пригоден любой из важнейших индикаторов метода нейтрализации (фенолфталеин (pT=9), метиловый красный (pT=5,5), метиловый оранжевый (pT=4).

Титрование слабой кислоты сильным основанием.

Интервал скачка pH значительно сужается и простирается от 7,8 до 10. Точка эквивалентности не совпадает точкой нейтральности и лежит в щелочной области при pH=8,9.

Для титрования слабой кислоты сильным основанием походит фенолфталеин (pT=9) (рис. 53).

Данный случай титрования имеет наибольшее применение в биологии и сельском хозяйстве, так как вытяжки из почвы, растительного и животного материала содержит слабые органические кислоты.

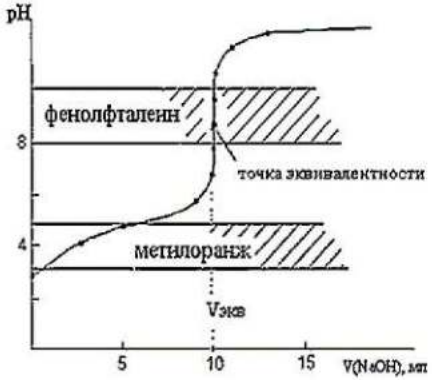


Рис. 53. Кривая титрования слабой кислоты сильным основанием

Титрование слабого основания сильной кислотой. Рассмотрим титрование гидроксида аммония соляной кислотой. Образующийся в результате титрования хлорид аммония гидролизуется с образованием избытка ионов водорода. Поэтому точка эквивалентности находится в кислотной области. Пределы скачка сужаются и простираются от pH 4 до pH 6,2. Точка эквивалентности лежит при pH=5,1 (рис. 54).

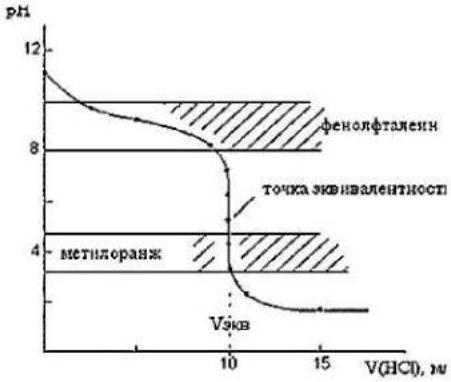


Рис. 54. Кривая титрования слабого основания сильной кислотой

В этом случае для титрования пригодны индикаторы метиловый оранжевый (pT=4) и метиловый красный (pT=5,5), показатели титрования которых лежат в области скачка.

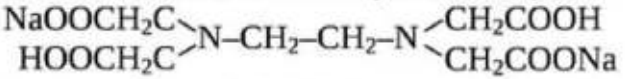
Нейтрализация слабой кислоты слабым основанием. Если попытаться титровать слабую кислоту слабым основанием, то сужение скачка происходит и в кислотной и в щелочной областях pH. Интервал скачка pH на кривой отсутствует, поэтому невозможео резкое изменение окраски индикатора. Титрование слабой кислотой слабого основания невозможно.

Титрование многоосновных кислот (и многокислотных оснований). Кривые имеют несколько перегибов, отвечающих разным ступеням диссоциации.

Комплексонометрия. Комплексометрическим (хелатометрическим) титрованием или комплексометрией называется титриметрический метод, основанный на аналитическом использовании реакций комплексообразования ионов металла со специальными реагентами, которые называют комплексонами. Комплексоны являются полидентатными лигандами, которые образуют со многими катионами (Ca^{2+}, Ba^{2+}, Sr^{2+}, Mg^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}, Bi^{3+}, Al^{3+}, Zn^{2+}, Fe^{3+}, Ni^{2+} и др.) очень прочные, хорошо растворимые в воде, бесцветные внутрикомплексные (хелатные) соединения. Внутрикомплексные соли образуются всегда в тех случаях, когда катионы металла – комплексообразователя замещают активные атомы водорода функциональных групп органического соединения, а также

с определенными его группами образуют координационные (донорно-акцепторные) связи.

В аналитической химии наиболее часто применяется комплексон III или трилон Б – это динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты или диаммин-тетраацетат натрия.



Его обозначают: трилон Б, ЭДТА или Na_2 [H_2Edta] или Na_2 [$C_{10}H_{14}N_2O_8$]·H_2O.

Комплексметрическое титрование рабочим раствором (титрантом) которого служит комплексон III или трилон Б часто называют трилонометрией или комплексонометрией.

Химизм:

$$Me^{2+} + H_2R \rightarrow MeR + 2H^+$$

$$Na_2\,[H_2Edta] + MeR \rightarrow Na_2\,[MeEdta] + H_2R\ (2H^+ + R^-),$$

Трилон Б рассматривают как двухосновную кислоту. Поэтому в аналитической практике для трилона Б и иона металла следует принимать фактор эквивалентности f экв. = ½.

Установочным веществом метода трилонометрии служит стандартный раствор сульфата магния, приготовленный из фиксанала или по точно взятой навеске $MgSO4 \cdot 7H_2O$.

Методом трилонометрии определяют вещества, содержащие ионы двух и трехвалентных металлов. Например, цинка сульфат, цинка оксид, кальция хлорид, магния оксид, кальция лактат, кальция глюконат и др.

Точку эквивалентности при хелатометрическом титровании определяют несколькими способами.

1) С помощью кислотно-основных индикаторов – так как в результате реакции выделяются ионы водорода H^+.

2) Физико-химическими методами.

3) Используют специфические, реагирующие только с определяемым ионом (например, железо (III) титруют ЭДТА при pH=2 в присутствии роданидов или салицилатов, дающих с Fe^{3+} окрашенные продукты, хотя свободные индикаторы не имеют окраски).

4) Используют металл-индикаторы (металлохромные) – индикаторы-комплексообразователи, т.е. органические красители, об-

разующие с катионами окрашенные комплексные соединения. При этом сам индикатор (анионы) имеет другую окраску.

В настоящее время для хелатометрического титрования используют индикаторы:

– хромоген черный специальный ЕТ-00 ($C_{20}H_{13}0_7N_3S$) или эриохром черный Т – относится к азокрасителям;

– мурексид ($C_8H_6N_6O_6$) – аммонийная соль пурпурной кислоты.

Металл-индикаторы образуют с катионами металлов окрашенные комплексы: хромоген черный – винно-красный, мурексид красного цвета:

Хромоген черный

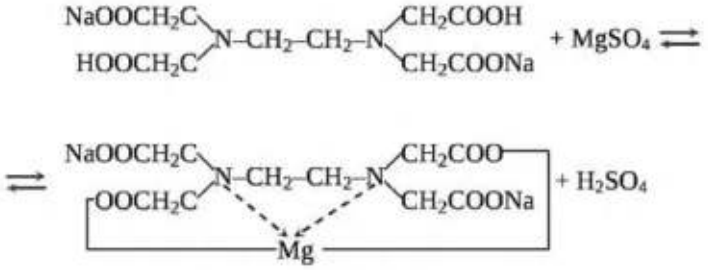
Me^{2+} + $HInd^{2-}$ = $MeInd$ + H^+
синий — винно-красный

Мурексид

Me^{2+} + Ind^- = $MeInd^+$
сине-фиолетовый — красный

При титровании комплексоном III эти комплексы разрушаются: ионы металла связываются комплексоном в более прочные (менее диссоциирующие) комплексные соединения, а анионы индикатора переходят в раствор, сообщая ему собственную окраску, так хромоген черный – синюю, мурексид – сине-фиолетовую. Образование трилоном Б внутрикомплексного соединения с каким-нибудь двухзарядным катионом можно изобразить схемой (рис. 55).

В данном методе кривую титрования строят в координатах pM – ($V_{ЭДТА}$), где pM = $-\lg C(Me^{n+})$, а $V_{ЭДТА}$ – объем добавленного раствора ЭДТА. Конечную точку титрования устанавливают по изменению окраски индикатора.



комплексонат магния

Рис. 53. Образование при ключе Б окрашенного комплексного соединения с титрованием с Mg

Условия комплексонометрического титрования:

1) pH среды – щелочная, ее создают с помощью аммиачно-буферной смеси, растворяя навеску (или пробирку) с пробой, аммиак, объем и концентрацию

2) титровать медленно, энергично перемешивая. С красного переходит через синий до сине-красного, в отражении от красной поверхности сферы раствора

Образование окрашенного комплекса, если в точке титрования, называется. К этому индикатору раствору прибавляют определенный объем стандартного раствора комплексона III, нагревают весь для завершения реакции, охлаждают и титруют избыток комплексона точным раствором сульфата цинка. Конечную точку титрования определяют при помощи индикатора или руководствуясь цветом.

Титрование основано на том, что ионы металлов образуют с комплексоном III очень устойчивые комплексы, так называемые хелаты (от слова "клешня"). Поэтому при титровании сначала комплексоном III определяют металл в основном или небольшой концентрации, затем титруют комплексоном III с известным раствором хелата. Вместо индикатора используют электрометрический способ.

Электрометрический способ заключается в том, что в растворе образуется двойной электрод сферических ион, которые характеризуют окислительной способностью металлов и выражают в вольтах.

Определение концентрации ионов. В основу метода редоксиметрии положены окислительно-восстановительные реакции. В анализе применяют окислительно-восстановительные системы, разность потенциалов которой > 0,4 В

$$E = E_{ox} - E_{red} \geq 0{,}4 V,$$

где E_{red} и E_{ox} – равновесные потенциалы восстановителя и окислителя.

Чем больше потенциал окислителя, тем большее число восстановителей можно определить с его помощью

Название методов происходит обычно от названия рабочих титрованных растворов (табл. 11).

Таблица 11

Классификация методов редоксиметрии

Метод	Окислители	Применяемые индикаторы	Индикаторы
Перманганатометрия Дихроматометрия	Сильный окислитель, окисляет почти все восстановители Слабый окислитель, окисляет только сильные восстановители	$E^0(MnO_4^-/Mn^{2+}) = 1{,}51$ В $E^0(Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}) = 1{,}33$ В	Окислительно-восстановительные индикаторы Окислительно-восстановительные индикаторы
Иодометрия	I. Свободный иод — окислитель средней силы II. Иодид-ион — восстановитель средней силы	$E^0(I_2/2I^-) = 0{,}54$ В	Специфический индикатор крахмал, дающий с иодом синее окрашивание

Классификация методов редоксиметрии основана на:

1) Окислительно-восстановительной природе участвующих в реакции веществ, которые в результате реакции изменяют степень окисления. Например, при титровании раствором перманганата калия ($KMnO_4$) в кислой среде малиновый раствор которого при восстановлении MnO_4^- в Mn^{2+} обесцвечивается. Когда все восстановленное вещество прореагирует, появляется капля раствора $KMnO_4$, окрасит раствор в слабо-розовый цвет.

2) Использовании специфических индикаторов — вещества, изменяющего окраску при реакции, что должно служить сигналом окончания титрования. Например, в иодометрии применяют крахмал, образующий с иодом ярко-синее соединение адсорбционного типа.

3) Использовании редокс-индикаторов — они являются окислителями или восстановителями, изменяющими окраску в зависимости от потенциала системы, т. е. от соотношения концентраций окисленной и восстановленной форм вещества ($Ind_{ox} + ne^- = Ind_{red}$). Поэтому ясно, что при построении кривой относительно восстановительного титрования по оси ординат откладывают потенциал системы E.

Расчет потенциалов рассматривается по уравнению Нернста до того как зависимости от потенциала той окислительно-восстановительной пары, в которую входит определяемое вещество – в нашем случае – в виде

$$E = E^0 + \frac{0{,}059}{n} \lg \frac{[Ox]}{[Red]},$$

где E – окислительно-восстановительный потенциал данной пары; E^0 – стандартный потенциал; n – число электронов, участвующих в данной полуреакции.

Кривая потенциометрического титрования имеет такой вид, как и кривые титрования в методе нейтрализации. После точки эквивалентности дает тоже небольшой скачок потенциала. На величину скачка титрования во время окислительно-восстановительного титрования влияют факторы:

1) Природа окислителя и восстановителя. Чем больше разность их стандартных потенциалов, тем больше скачок титрования.

2) Величины pH растворов.

Чтобы скачок потенциала способствовал конечному индикатору в точке эквивалентности, потенциал индикатора должен находиться в пределах скачка потенциала на кривой титрования

$$pT = E^0 - \frac{0{,}059}{n},$$

где E^0 – стандартный потенциал данной пары.

Перманганатометрия – это метод, основанный на окислительных реакциях, протекающих в кислой, нейтральной или щелочной среде. Главным рабочим раствором в перманганатометрии является раствор перманганата калия $KMnO_4$. Титрованные стандартные растворы перманганата калия приготовляют следующим образом.

Реакция метода

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5\bar{e} = Mn^{2+} + 4H_2O.$$

Титрант: $KMnO_4$ – вторичный стандартный раствор. Водные растворы не очень устойчивы.

Исходное вещество – щавелевая кислота $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$, «химически чистая».

Окислительная способность $KMnO_4$ зависит от pH среды раствора: pH<4 сильнокислая $MnO_4^- + 5\bar{e} + 8H^+ = Mn^{2+} + 4H_2O$ $E^0 = 1{,}51$ В, pH 4–8 нейтральная $MnO_4^- + 3\bar{e} + 2H_2O = MnO_2 + 4OH^-$ $E^0 = 0{,}60$ В, pH>8 сильнощелочная $MnO_4^- + \bar{e} = MnO_4^{2-}$ $E^0 = 0{,}56$ В.

Окислительная способность перманганата калия выше в кислой среде.

Почему цветная хроматометрия

1) Изменяется форма и конечная точка титрования легко устанавливается по возникновению малинового окрашивания

2) Возможность использования кислой или щелочной среды.

3) Высокие значения потенциалов.

4) Удобный индикатор дифениламин

5) Возможность определения веществ, которые не имеют достаточно восстановительных свойств.

Недостатки перманганатометрии

1. Отсутствие исходного стандартного вещества (MnO_4), поэтому перманганат калия используют вторичный стандарт для определения концентрации которого используют щавелевую кислоту или железо

2. Нестойкость стандартного раствора.

3. Невозможность использования метода в присутствии хлоридов

4. Часто необходимо нагревание, которое ускоряет реакцию довольно плохо

5. Достижение равновесия и т.д. зависит от множества факторов, поэтому необходимо очень четко придерживаться условий описанных в методике

Дихроматометрия. В кислой среде в хроматометрии ионы реагируют окисляют отдают ионы. Этот метод титриметрического анализа основывается на использовании в качестве стандартного раствора – калиевого раствора: бихромат калия (красно-оранжевые кристаллы)

Титрант – стандартный раствор $K_2Cr_2O_7$, дихромат калия.

Реакция метода:

$$\underset{\text{оранжевый}}{Cr_2O_7^{2-}} + 14H^+ + 6\bar{e} = 2\underset{\text{зеленый}}{Cr^{3+}} + 7H_2O$$

$E_{эк} = 1/6 \cdot M_r = 1/6 \cdot 294,20 = 49,03$ г/моль.

$E_1/Cr_2O_7^{2-}$ – сильный окислитель, $E^0 = 1,36$ В

Способы определения конечной точки титрования

1) самоиндикация – цвет

2) редокс-индикаторы – дифениламинсульфокислота, ферроин.

Методы прямого титрования

восстановители – ионы: Fe^{2+}, SO_3^{2-}, I^-, AsO_3^{3-}, лекарственные вещества, глицерин, CH_3OH;

окислители – обратимые окислители: KO_3, $(NH_4)_2S_2O_8$, MnO_4^- и др.

Для приготовления иодометрического раствора, по возможности:

1) Иодометрия должна использовать в химически чистом виде перекристаллизованный. Получают стандартный раствор или приготовленный из фиксанала точной массы.

2) Растворы хранят в темной посуде (иод на свету улетучивается, при хранении в закрытых сосудах).

3) Можно титровать в присутствии HCl.

4) Определение проводят на холоде (иод при нагревании улетучивается).

Недостатки: часто используемый KMnO4, медленно протекающая реакция; необходимы индикаторы; часто обратное титрование (мало большой скорость реакции).

Йодометрия.

Метод количественного определения различных веществ, основанный на использовании реакций, в которых определяется масса йода, участвующего в окислительно-восстановительном процессе. Выделившийся йод оттитровывают стандартным раствором тиосульфата натрия.

Титрант: $Na_2S_2O_3$ – вторичный стандартный раствор.

Индикатор: 1% раствор крахмала (прибавляют в конце титрования, когда окраска раствора становится соломенно-желтой и титруют до исчезновения синего цвета).

$$K_2Cr_2O_7 + nKI + 7H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + 3I_2 + nK_2SO_4 + 7H_2O$$

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 = 2NaI + Na_2S_4O_6$$

Метод определения восстановителей прямым титрованием.

I_2

Титрант: I_2 – вторичный стандартный раствор

$$I_2 + 2e = 2I^-$$

$$E^0 = 0{,}54\ В$$

$$n_{экв} = 2$$

Реакцию проводят в слабощелочной или нейтральной среде.

Объекты исследования, имеющие стандартный потенциал меньше, чем 0,54 В, будут окисляться молекулярным иодом – метод прямого титрования I_2 и $Na_2S_2O_3$ – хорошо кислой, сильно кислой HCl и др.

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 = 2NaI + Na_2S_4O_6$$

Достоинства

1) Применяется для широкого круга веществ.

2) Очень высокая точность среды всех аналитических концентраций почти с методом.

3) Можно с прямым блеском цветом

4) Возможны нелетучие растворы иона, так как хорошо растворяются в органических растворителях.

Недостатки:

1) Ограничение в различных химических элементах

2) Необходимый и простой и очень высокая и различная работа.

3) Часто необходимы специальные условия, так как E^0 окислений и реакции не всегда обратимы

4) Часто с различными побочными реакциями.

5) Иногда результаты неправильны с-за адсорбции ионов на осадке.

6) Изменение типа стандартных растворов

Вопросы для самоконтроля

1. Сущность метода гравиметрического анализа.
2. Определение точной навески вещества. Методика взвешивания на аналитических весах.
3. Классификация гравиметрических методов анализа.
4. Классификация и характеристика осадительных реагентов в гравиметрии. Требования, предъявляемые к осадителю.
5. Сущность осаждаемой и гравиметрической форм. Примеры. Требования, предъявляемые к осаждаемой форме.
6. Причины загрязнения осадков. Способы очистки осадков.
7. Определение массы гравиметрической формы. Расчет результатов анализа. Примеры гравиметрических определений различных веществ.
8. Методы осаждения кристаллических осадков. Основные требования к условиям осаждения кристаллических осадков.
9. Сущность прямых гравиметрических методов. Методика определений и расчет результатов анализа.
10. Преимущества и недостатки органических реагентов, применяемых в гравиметрическом анализе. Осаждаемая и гравиметрическая формы.
11. Какие из ионов можно определить прямым гравиметрическим методом? Какие из ионов можно определить косвенным гравиметрическим методом? Привести примеры.

12. Сущность первичной аттестации: [документ, предназначенный для] постановки и контроля учебных успехов. Тип системы оценки при [неразборчиво] аттестации

Рекомендуемая литература

1. Бакалов, П. П. Неорганическая химия : практикум / П. П. Бакалов, О. Т. Сальникова. – Кемель : ФГБОУ СПО "КХА", 2014. – 112 с.
2. Вестник [неразборчиво] : [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Режим доступа : http://www.[неразборчиво]/index.php?option=com_content&view=article&id=[неразборчиво]&Itemid=[неразборчиво]
3. Глинка, Н. Л. Общая химия : учебное пособие / под ред. А. И. Ермакова. – М. : Интеграл-Пресс, 2008. – 728 с.
4. Коттон, А. С. Химия : пособие-компендиум для поступающих в вузы / А. С. Коттон, К. П. Шарлей, Н. М. Иванченко [и др.] ; под ред. А. С. Егорова. – Ростов-на-Дону : Изд-во Феникс, 2000. – 768 с.
5. Коровин, Н. В. Общая химия : учебник. – М. : Высшая школа, 2008. – 557 с.
6. Клинкина, Е. И. Учебное пособие по аналитической химии (количественный анализ) : учебное пособие / С. Ю. Елохина,

С. Т. Бересто. — Оренбург : Издательский центр ОГАУ, 2002. — 207 с.

7. Кнорре, Д. А. Неорганическая химия : учебник для вузов / Д. А. Кнорре, С. Н. Смирнова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. шк., 1994. — 592 с.

8. Лебедева, М. О. Практикум по аналитической химии / под общей ред. М. Н. Лебедевой. — Тамбов : Изд-во Тамбовского ГТУ, 2003. — 80 с.

9. Лидин, Н. И. Общая химия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://elibrary.ru/item.asp?id=Undefined

10. Таганов, С. О. Аналитическая химия. Химические методы анализа : учебное пособие / С. В. Таганов, Светлана С. А. Воронова. — ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2014. — 88 с.

11. Алексеева, Г. И. Аналитическая химия : учеб. пособие / Г. Н. Хаханина, О. Г. Окнатина. — М. : Высшее образование, 2009. — 278 с.

12. Цитович, И. К. Курс аналитической химии : учебник / И. К. Цитович. — 7-е изд., стер. — СПб. : Издательство «Лань», 2009. — 496 с.

Алфавитно-предметный указатель

α-Связь 32
σ-Связь 32
Автоклавы 71
Автоклавный процесс 92
Лакокрасочные конденсаторы 174
Аккумуляторы 175
Антиклинали 71
Аллотропия 91
Аммиакаты 91
Аммиакаты 166
Аналитическая концентрация 166
Аналитическая химия 10
Аналитические группы 167
Аналитические реакции 168
Аппараты 71
Барометры 71
Барометры 7

Буферная емкость 69
Буферные растворы 36
Буферные системы 69
Вещество 5
Внутренняя энергия системы 50
 Водородная связь 31
 Водородно-кислотные свойства 112
 Водородный показатель 67
 Вулканы 5
 Вулканизация 90
Газовые законы (законы идеальных газов) 8
 закон Авогадро 10
 объединенный газовый 10
 Гальванические элементы 172

Гипс 87
Гипсометрия 22
Гипсометрическая кривая 16
Гипсометрия рельефа 91
Граница применимости 172
Группы растений 121
Движение 7
Дефляция 130
Дождевание 90
Дождь 73
Дождь ливневый 151
Дождь 34
Дождь ливневый 34
Дождь 170
Жара 145
Жара 145
Жаркий ливневый (ливневый) дождь 150
Закон Либиха 7
Закон оптимума 7
Закон пределов 7
Закон пределов и оптимума 7
Закон Вант-Гоффа 85
Закон Дарси 79
Закон сохранения массы и энергии 7
Закон экологии 8
Законы сохранения 7
Химическое выветривание 180
Химический климатический процесс 53
Известковые почвенные растворы 72
Известковый почвенный раствор 77
Известковый процесс 52
Известково-болотный процесс 53
Известковый процесс 52
Известковый коэффициент 52
Известь 25
Известковый процесс 52
Изменение солнечной радиации 59
Изолинии 21
Изотермы 178
Изменение горизонтов почвы 31
Изотермы поверхности грунта 179
Изотермы 196
Изменение климатических 44
Изменения 28
Изменения рельефа 87
Кальций 71
Кальциевые хроматины 72
Кальциевый 72
Кальциевый-солевой 72
Кальций почвенно-солевой 72
Кальций 7
Кальций-ион 71
Кальций-ионный 71
Кальций-ионный 71
Кальций-ионный 72
Кальций-ионный 7
Кальций-ионный 46
Количество пыли 36
Количество снега 28
Количественный анализ 171
Количественное торфование 180
Количество-метеорология 195
Количество-метеорология 45
Количество-гидрология 91
Количество-экспозиция 85
Количество-расчеты 69
Количество-устойчивость 7
Компенсация 63
Конденсация 110
Крепость-скала 37
Кривая температуры 185
Кристаллическая почвенная 50
Кристаллизация-контакты 175
Литология 41
Литологические-петрографические 37

Массовая доля вещества в растворе 93
Массовая доля 93
Массовое число 74
Металлы 125
Металлы и неметаллы 33
Металлы щелочные 178
Металлы, используемые в медицине 78
Металлы переходные 186
Металлы, переливающиеся в огне 120
Метод электролиза 175
Метод ионного 132
Методы получения 103
Методы разделения 150
Методы электрохимической обработки 101
Многоатомные молекулы газов 169
Молярный объем 170
Молекула 5
Моль 5
Молекулярная электропроводность 94
Молярная доля 93
Молярная концентрация 97
Молярная масса эквивалента 20
Молярная теплоемкость 55
Молярный объем газа 7
Мыла растворимость 36
Не самопроизвольный процесс 55
Неметаллы 143
Необратимая реакция 58
Необратимый процесс 50
Нерастворимые основания 91
Нерастворимый процесс 51
Окислительная реакция 9
Обратимый процесс 51
Обратное титрование 150
Объединенный газовый закон Бойля-Мариотта и Гей-Люссака 6
Объемная доля 93
Описание 96
Описание вещества при помощи уравнений 189
Описание вещества при помощи 193
Описание вещества при помощи 113
Описание вещества основами 96
Описательная 141
Определение 15
Общая жесткость природной 180
Основная форма 175
Основа 81
Основная подгруппа 87
Определяемый элемент 120
Определяемое вещество основе вещества 5
Определяемое титрование: метод обмена 5
Параметры системы 51
Подвижность 143
Подземный газ переносимых 55
Подземная система 51
Подземные металлы 154
Подход 23
Подготовительный класс 20, 21
Подготовительный класс 175
Подвижность 133
Подвижная подгруппа 22
Подвижное (органическое) количество 16
Поглощение температуры кипения 91
Показатель титрования 174
Полиморфизм 21
Полупроводник 36
Полупроводник основе 36

Планирование эксперимента 89
Планирование Адаптивный
Принцип Ванн-Тоффа 67
Принцип Гесса 79
Принцип Кюри-Шилова 18
Принцип Ле Шателье 70
Принцип наименьшей энергии 18
Принцип независимости 15
Принцип Паули 15
Пробирки 72
Промывание осадка 130
Ребойл 55
Реакционная система 51
Реакционный процесс 53
Реакционный электрический потенциал 110
Реакционный процесс 53
Реакция 77
Ректификация 77
Ректификационная установка 180
Самопроизвольный процесс 53
Светодиодный источник электролитов 125
Селективность 31
Селективный метод 109
Сильные электролиты 85
Смешение 124
Система 50
Систематический анализ 170
Скорость испарения 165
Слабые электролиты 85
Соосаждение 92
Специфичность реакции 6–9
Список элементов химии 14
Стадии 139
Способ отдельных навесок 181
Способ титрования 140
Сродство к электрону 47
Стандартизация 161
Стандартное применение реагента 181
Стандартные растворы 187
Стандартный электродный потенциал 111
Стационарное состояние 51
Степень ионизации 91
Степень превращения 57
Стехиометрическая емкость 5
Стехиометрические коэффициенты 5
Стеклянная
Теория А. Вернера 44
Теория кислот и оснований 80
Теория Дебая-Гюккеля 56
Тепловая мощность 130
Теплота 54
Термодинамика 40
Тип реактора 94
Типичный химический анализ 137
Титрование 137
Титрованный раствор 177
Точка эквивалентности 177
Удельная теплоемкость 54
Уравнение Аррениуса 66
Фаза 30
Фактор эквивалентности 5
Фармацевтический анализ 7–
Фильтрование 174
Фотоэлектрический эффект 133
Функция состояния 52
Химическое основание 69
Химическая система 64
Химическая реакция 140
Химическая соль 27
Химическая теория растворов 76
Химический анализ 165
Химический элемент 5
Частица 15
Через фильтрование 174
Число эквивалентности 5
Электрохимическая поляризация 81

Элементы конструкции 78
Электрические провода 36
Электронный прибор 91
Электрическая цепь 129
Электрон 129
Электрические явления 22
Электромагнитные волны 43, 140
Электромагнитная индукция 141
Электромагнитное поле 147
Электроскоп 36
Электростатическое поле 56
Энергия 62
Энергия магнитного поля 68
Энергия электрического поля 43
Энергия связи 37
Эпицентр землетрясения 81
Эталон 56
Эффект 60
Ядерный реактор 151
Явление электромагнитной индукции 139

Оглавление

Предисловие 3

Принятые сокращения, условные обозначения, названия и единицы физико-химических величин ... 4

1 ПОНЯТИЯ, ЗАКОНЫ И СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ В РАЗЛИЧНЫХ АГРЕГАТНЫХ СОСТОЯНИЯХ 5

1.1. Основные понятия о частицах и химических веществах ... 5

1.2. Законы идеальных газов ... 7

1.3. Агрегатные состояния вещества ... 10

2. СТРОЕНИЕ АТОМА И СИСТЕМАТИКА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ... 13

2.1. Квантово-механическая модель строения атома. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева ... 13

2.2. Электронное строение элементов и их положение в периодической системе ... 22

3. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОЛЕКУЛ 27

3.1. Виды и характеристики химической связи ... 27

3.2. Комплексные соединения и их структура ... 35

3.3. Значение квантово-механических представлений в химической связи ... 38

4. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ... 49

4.1. Основные понятия химической термодинамики ... 49

4.2. Понятие об энтропии и энергии Гиббса ... 60

4.3. Химическая кинетика и химическое равновесие ... 61

4.4. Катализ ... 71

4.5. Элементы химической кинетики ... 75

5. РАСТВОРЫ ... 77

5.1. Общая характеристика растворов ... 77
5.2. Теория электролитической диссоциации (ТЭД) ... 82
5.3. Буферные растворы ... 88
5.4. Буферная емкость ... 89
5.5. Гидролиз солей ... 89
5.6. Способы выражения состава растворов ... 92
5.7. Химические реакторы и химия и биотехнология ... 94

6. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ... 95
6.1. Окислительно-восстановительные реакции ... 95
6.2. Электрохимия. Основные определения и классификация ... 107
6.3. Электродные потенциалы. Понятие об электродных потенциалах ... 109
6.4. Электролиз. Законы электролиза. Практическое применение процесса ... 115
7. ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ... 129
7.1. Металлы ... 129
7.2. Коррозия металлов и способы защиты от нее ... 140
7.3. Общая характеристика неметаллов ... 149
7.4. Переходные металлы ... 154
7.5. Качественные реакции на ионы некоторых металлов ... 158
8. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ... 165
8.1. Методы аналитической химии ... 165

...
§ 2. Основные принципы количественного химического анализа ... 169
§ 3. Количественные методы анализа. Применение ... 171
... ...
3.1. Титриметрический анализ. Основные понятия титриметрии. Расчеты в титриметрии 177
§ 5. Критерии характеристики аналитической реакции в титриметрии. Индикаторы. Выбор индикатора с помощью кривых титрования 180
Рекомендуемая литература 199
Алгоритм самостоятельной работы 200

Учебное издание

Бакаева Наталья Николаевна
Сапрыкина Ольга Леонидовна
Эпштейн Лариса Вячеславовна

Химия

Учебное пособие

Подписано в печать 24.11.2017. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 11,97. Уч.-изд. л. 12,88.
Тираж 100 экз. Заказ 1234
Издательство «Академия», 117342, г. Москва, ул. Бутлерова, 17-Б
Тел.: 8 (495) 334-87-85, 421-47-12
E-mail: sale@ya.ru
Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета в ООО «ИЗДАТЕЛЬСКОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ»
141380, г. Химки, ул. Ленина, 7
Тел.: (495) 741-3600

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Самарская государственная
сельскохозяйственная академия»

Кафедра «Растениеводство и земледелие»

ОВОЩЕВОДСТВО

Методические указания и рабочая тетрадь

Фамилия _____

Имя _____

Отчество_____

Курс _____

Группа _____

_____ учебный год

Кинель
РИЦ СГСХА
2015

УДК 635 (07)
ББК 37.279 р
О-32

О-32 Овощеводство : методические указания и рабочая тетрадь / сост. О. П. Кожевникова, В. В. Ракитина. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2015. – 73 с.

Учебное издание содержит материал по овощеводству открытого и защищенного грунта, необходимый для проведения лабораторных работ, выполнения домашних заданий, а также для подготовки к контрольным работам и экзаменам.

Методические указания и рабочая тетрадь составлены в соответствии с рабочей программой курса «Овощеводство» и предназначены для бакалавров, обучающихся по направлениям 110400.62 «Агрономия» и 110500.62 «Садоводство».

© ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, 2015
© Кожевникова О. П., Ракитина В. В., составление, 2015

Оглавление

Предисловие 4

Тема 1. Классификация овощных растений 6

Тема 2. Посевной материал овощных растений 9

Тема 3. Распознавание овощных культур по всходам и первому настоящему листу 12

Тема 4. Капустные овощные растения .... [illegible]

Тема 5. Луковые овощные растения 21

Тема 6. Овощные культуры семейства Тыквенные. Огурец 27

Тема 7. Овощные культуры семейства Паслёновые 31

Тема 8. Корнеплодные овощные растения 36

Тема 9. Овощные культуры семейства Бобовые 39

Тема 10. Однолетние листовые овощные культуры 42

Тема 11. Многолетние листовые овощные культуры 45

Тема 12. Принципы составления овощных севооборотов 48

Тема 13. Расчет потребности в семенах для выращивания овощных культур в открытом грунте 52

Тема 14. Расчёт потребности в рассаде и площади защищённого грунта для ее выращивания 55

Тема 15. Составление технологических схем выращивания овощей открытого грунта 59

Тема 16. Виды защищённого грунта 63

Задания для контрольной работы №1 67

Вопросы по овощеводству для контрольной работы №2 67

Вопросы для подготовки к экзамену 69

Рекомендуемая литература 72

Предисловие

Овощи считаются важнейшими источниками витаминов С, Р, каротина, минеральных солей, ряда микроэлементов, эфирных масел, способствуют подавлению гнилостных микробов.

На каждого жителя земли приходится около 150 кг овощей в год. Лидер мирового производства – Китай – 382 млн т (46%) от общемирового производства овощей. В каждой стране в год на одного человека приходится 130 кг овощей и 100 кг арбузов. В США производят 34 млн т овощей, в России – 11-12 во Франции – 7, в Италии – 12,5 в Японии 10,5 млн т. При рациональной норме 120-130 кг овощей на одного жителя в год в России потребляют 76, Польше – 152, США – 128, Франции – 134, Японии – 122, в Италии – 220 кг. Овощи очень рекомендуются в пищу с ранней весны, чем в другие сезоны года.

Структура посевной площади защищенного овощного культура в России показывает, что преобладающими культурами в числе выращиваемых овощей являются культуры – капуста белокочанная занимает 24%, томат 21%, корнеплоды и зеленые овощи 12%.

Основательно фактическая урожайность овощных культур в 1–2,8 раза ниже плана. Для повышения урожая всех выращиваемых культур в России имеются значительные резервы как за счет улучшения качества посевов, так и за счет внедрения прогрессивной для данного региона в процесс производства этих важнейших продуктов питания.

Целью основной дисциплины «Основы овощеводства» является формирование знаний и умений по биологии, агротехнике и технологическим основам производства овощей и защищенного грунта.

Для достижения поставленной цели при освоении дисциплины решаются следующие задачи:

- ознакомление с историей, структурой и методами овощеводства;
- изучение биологии овощных растений, отношение их к факторам среды и методы регулирования водного, воздушного, светового, теплового, питательного режимов;
- изучение технологий производства овощей в открытом грунте;
- освоение технологии производства овощей и грибов в защищенном грунте.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций, установленных ФГОС ВПО и требований к результатам освоения ООП:

По специальности 110400.62 «Агрономия»:

– владение культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения.

– способность распознавать по морфологическим признакам наиболее распространенные в регионе сорняки, вредную насекомую и сельскохозяйственные культуры, оценивать их фитосанитарное состояние, адаптационный потенциал и определять факторы улучшения роста растения и качества продукции;

– способность обосновывать подбор сортов сельскохозяйственных культур для конкретных условий региона и уровня интенсификации земледелия, подготовить семена к посеву.

Планируемые результаты обучения:

– оценка пригодности агроландшафтов для возделывания полевых, овощных культур и плодовых;

– определение видов, форм и сортообразцов на различной урожайности полевых, плодовых, лекарственных эфиромасличных, декоративных культур и винограда;

– способность распознавать по морфологическим признакам сорняков, вредителей, болезней, эфиромасличных и декоративных культур;

– готовность применять технологии защиты растений от вредных организмов в садах, питомниках, полевом севообороте, лекарственных, эфиромасличных и декоративных культурах;

– способность к реализации технологий производства овощей в открытом и защищенном грунте.

Тема 1. Классификация овощных растений

Цель занятия – ознакомиться с систематикой культурных растений и принципами их классификации.

Задачи

1. Изучить группировку овощных растений по биологическим признакам, по биологическим и хозяйственным признакам.

2. Дать определение терминов по теме и, используя справочную литературу, составить таблицу деления овощных растений по продолжительности жизни.

Наглядные пособия

1. Натуральные экземпляры различных видов растений, в сухом виде или в рисунках овощных растений.

Общее число культурных и диких растений земного шара, которое можно использовать в качестве пищи, представляет 1200 видов. Число возделываемых овощных растений не превышает ста.

Овощными растениями называют однолетние, двулетние и многолетние травянистые растения, зеленые органы которых употребляются в пищу человеком.

В нашей стране выращивают от 6 до 70 видов овощных растений, сведенных из них преимущественно к двум классам.

1. Класс травянистые – капустные, пасленовые, тыквенные, сельдерейные, астровые, луковичные, бобовые, прочишные.

2. Класс древесные – ягодные, плодовые, цитрусовые.

Все овощные растения (кроме перечисленных) относятся к ботаническому типу покрытосеменных (цветковых) растений, отдел покрытосеменных (цветковых).

Задание 1. Ознакомьтесь с культурными ботаническими группами овощных растений в учебнике [1, с. 2-16, с. 75, табл. 6]

Таблица 1

Ботаническая классификация овощных растений

Народные названия		Культуры
русское	латинское	
1	2	3

Окончание таблицы 1

Таблица 2

Классификация сельскохозяйственных угодий

Наименование угодий	Культуры

Таблица 3

Классификация культурных растений (В. И. Эдельштейн)
(группировка основана биологических и производственных особенностей)

Название группы	Культуры

Задание 2. Дать определение вегетации по плану и заполнить таблицу 4, используя материалы учебника для профессиональных училищ (В. С. Ш).

Продолжительность вегетации –

Классификация периодов –

Первый вегетация –

Таблица 4

Группировка овощных культур по продолжительности жизни

Однолетние растения	Двулетние растение	Многолетние растения

Контрольные вопросы

1. Объясните, что представляет собой – продуктивность агроценоза, репродуктивный период, период вегетации овощных растений.

2. На чём основаны биологическая, биологическая и хозяйственная классификации овощных растений?

3. Какие овощные растения относят к группе зеленых?

4. Объясните ценность овощных растений как продуктов питания

5. Назовите овощные растения с максимальным содержанием витамина С.

Тема 2. Посевной материал овощных растений

Цель занятия – ознакомиться с разнообразием посевного материала овощных растений по морфологическим признакам

Задачи

1. Изучить основные морфологические признаки семян
2. Научиться распознавать семена овощных культур
3. Изучить основные морфологические признаки семян овощных растений, и научиться определять их по семенам.

Наглядные пособия

1. Наборы семян овощных растений (обучающие коллекции с этикетками).
2. Смеси семян сортовых культур
3. Таблицы с основами различных овощных культур
1. Раборные лупы, шпатели, скотч, ножницы

В практической деятельности все виды посевного материала условно делят на семена. Одним посевной материал растений семейства Сельдерейные, Крестоцветные, Астровые, Мятликовые представляют собой не семена, а сухие плоды, имеющие наружную оболочку (перикарпий). У свеклы посевной материал – соплодие (клубочек), состоящее из срощенных плодов. У растений семейства Пасленовые, Капустные и Тыквенные посевной материал – семена, извлеченные из сухих плодов, а у растений Тыквенные и Пасленовые – семена, вышелушенные из мясистых плодов.

Задание 1. Используя практикум [6] и наборы семян овощных культур, изучите основные морфологические признаки семян [6, С. 17]

Остальные морфологические признаки семян

1. Размеры

2. Форма

3. Поверхность.

4. Окраска:

5. Особые образования

Задание 2. Описать особенности плодов и семян при естественном расположении в подвесках 5 (п. С. 9, табл. 5)

Таблица 5

Типы плодов и семян в естественном расположении сложных растений
(по В. Д. Мухину, 1993)

Типы посадочного материала	Культура

Задание 2. Описать 15-20 сортов различных овощных растений с указанием основных признаков по прилагаемой форме (табл. 6).

Таблица 6

Описание сортов овощных культур

Латинское название культуры	Размер	Форма	Цвет кожицы	Окраска	Особенности строения	Применение в кулинарии
	2	3	4	5	6	7

Oczyszczone tekstury 6

Контрольные вопросы

1. Отличительные признаки семян двудольных культур.
2. Показатели сортовых и посевных качеств семян.
3. Виды посевного и товарного материала в растениеводстве.
4. Отличительные признаки семян однодольных. Пленчатые.
5. По каким группам по крупности делятся семена овощных культур?
6. Методы определения семян овощных культур.
7. Отличительные признаки семян однодольных. Сильнорёберные.

Тема 3. Распознавание овощных культур по всходам и первому настоящему листу

Цель занятия – обучение распознаванию и оценке растений на ранних стадиях развития по всходам и первому настоящему листу.

Задачи

1. Изучить морфологические признаки овощных растений в фазе всходов и первого настоящего листа.
2. Определить интенсивность роста растений по первому настоящему листу
3. Описать и зарисовать всходы основных овощных растений.

Наглядные пособия

1. Натуральные экспонаты – всходы различных овощных культур в фазе семядолей и первого настоящего листа.
2. Таблицы с рисунками всходов различных овощных растений
3. Гербарные образцы культур.

Каждая овощная культура имеет определённые морфологические признаки, по которым можно узнать и отличить в любом состоянии от других ранее изученных.

Легче определяются овощные культуры в фазе первого-второго настоящего листа. Знакомство с морфологией растений ранних этапов онтогенеза позволяет установить различия и выявить некоторые черты во всех фазах роста и развития. При описании овощных растений следует обращать внимание на окраску и опушение подсемядольного колена, кромку листьев и т.д.

Задание 1. Получить дистанционную информацию космических, авиационных и наземных экологических исследований, провести камеральную обработку полученных данных и составить по ней аналитическую справку. (Л.1, с. 231, прил. 17).

Таблица 7

Описательные особенности весенних овощных экспонатов

Культура	Семена			Первый настоящий лист			Плодовая часть	Расход воздуха
	форма	окраска	опушение	форма	окраска	опушение		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Задание 2. Определение всходов овощных растений в смеси.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные отличительные признаки всходов овощных растений.
2. Назовите отличительные признаки всходов растений из семейства Капустные.
3. Как отличить всходы капусты от редиса, брюквы, репы, редьки, турнепса?
4. Назовите характерные признаки всходов овощных растений семейства Лебедовые.
5. Как отличить по всходам пасленовые овощные растения?

Тема 4. Капустные овощные растения

Цель занятия – ознакомиться с видами капусты, особенностями формирования их продуктовых органов, морфологическими признаками отдельных видов капуст, а также районированными сортами капусты.

Задачи

1. Изучить морфологические особенности отдельных видов капуст.
2. Научиться определять виды капусты по морфологическим признакам.
3. Изучить химический состав отдельных видов капусты.
4. Изучить хозяйственно-ценные признаки сортов белокочанной капусты.
5. Описать районированные сорта белокочанной капусты.
6. Зарисовать все виды капусты, выписать и выучить латинские названия отдельных видов капусты.

Наглядные пособия

1. Рисунки различных видов капусты.
2. Кочаны капусты районированных сортов.
3. Гербарии, таблицы.

К овощным растениям капустной группы относятся большинство видов капусты семейства капустные – Brassicaceae (Крестоцветные – Cruciferae): двулетние капусты – белокочанная, краснокочанная – Br. capitata Lizg., савойская – Br. sabauda Lizg., формирующие кочан из разросшейся вегетативной почки, брюссельская – Br. gemmifera Lizg. – в первый год жизни образует кочанчики в пазухах листьев, кольраби – Br. caulorapa Pasq. – съедобная часть – [illegible] (стеблеплод), капуста листовая – Br. acephala Lizg., однолетние – цветная Br. cauliflora Lizg., формирующая головку из укороченных цветоносов, к этому виду относится и брокколи (продуктовая часть – деформированные бутоны зелёного или фиолетового цвета), пекинская капуста – Br. pekinensis Rupr. – часто используется для выращивания зелени

в загрязнённом пруду. Все капусты относятся к перекрёстноопыляемым, лунчатого светлого

Задание 3. Объясните смысл выражения из текста и напишите синонимичное словосочетание

Сегодня мы вам расскажем (о. С. 56)

Кочан

Кочанчик –

Головка –

Стебель

Сердцевина

Наружные листья –

Кочерыжка –

Таблица 3

Содержание витамина С в капусте

Вид капусты	Витамин С (мг)

Задание 2. Изучить морфологические признаки отдельных видов капусты и составить таблицу 9 (с. 55)

Таблица 9

Название вида		Изучаемый орган	Изучаемые признаки	Способ использования
русское	латинское			

Задание 3. Назовите признаки (5) характерные для всех капустных, напишите к названиям капустных культур соответствующие цифры

Капуста — самая распространенная культура среди овощных растений, относится к роду (Brassica) семейства (Cruciferae).

Известно несколько видов капусты, которые отличаются особенностями формирования продуктивных органов

1) Капуста кочанная (Brassica oleracea) имеет укороченный стебель. Боковые почки не развиваются. Верхушечная почка развивает продуктивный орган — кочан. Имеет три формы белокочанной (Brassica oleracea), краснокочанной (Brassica oleracea)

2) Капуста савойская (Brassica oleracea) отличается от кочанной, боковые почки не развиваются, а отличие от кочанной капусты имеет рыхлый кочан из сильно гофрированных, темно-зеленых листьев

3) Капуста брюссельская ( ) Имеет листовидный стебель, мелкие верхушечные и боковые почки. Продуктивные органы (кочанчики) образуются в боковых почках, верхушечная почка остается открытой.

4) Капуста китайская ( ). Китайские виды листовой капусты ( ) образуют прикорневую розетку нежных листьев, никогда собранных в плотный кочан.

5) Кольраби ( ). Продуктивный орган – стеблеплод – образуется благодаря разрастанию мясистого стебля. Верхушечная почка вытягивается, открытая, образует розетку листьев.

6) Капуста цветная ( ). Верхушечная почка длительно образует остаточные в виде мясистого соцветия в обрамлении листьев. В пищу используют только плотное мясистое нежно-белое соцветие.

Приложение 4. Изучение и оценка районированных сортов белокочанной капусты по признакам хозяйственной ценности.

Таблица 10

Описание районированных сортов белокочанной капусты

Признак сорта	Длина кочерыжки, см	Назначение сорта	Тип кочана (округлый, плоско-округлый, округло-плоский)	Продолжительность вегетационного периода, дней	Срок посева семян на рассаду	Срок высадки рассады в открытый грунт	Масса кочана (г, кг)	Сроки уборки в открытый грунт
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Контрольные вопросы

1. Назовите однолетние и многолетние луки.
2. Назовите латинские названия всех видов капусты.
3. Укажите виды капусты, используемые в дорацивании
4. Назовите районированные сорта белокочанной капусты.
5. Укажите показатели, определяющие форму кочана белокочанной капусты.

Тема 5. Луковые овощные растения

Цель занятия – изучить виды лука, изменчивость простопыстичного опыления, морфологические особенности выращиваемых в культуре видов лука, способы вызревания семян видов лука.

Задачи

1. Описать основные виды лука.
2. Провести анализ луковиц – семян, репки, пристрелочной луковицы, однолетнего, черенка семян и зонтика, прилистника и подземного и надземного ряда.
3. Изучить отличительные признаки лука репчатого и зарисовать плод, цветок и формулу простопыстичных луковиц
4. Изучить районированные сорта лука репчатого, чеснока и лука – батуна.
5. Дать определение терминов по теме

Наглядные пособия

1. Таблицы.
2. Натуральные образцы различных видов лука
3. Семена лука репчатого, чеснока, лука-батуна, кайфона, душистого, однолетнего
4. Весы, линейка, нож.

Луковые растения отличаются большим разнообразием. Насчитывается их около 400 видов.

Луковые растения относятся к роду Allium семейства Луковые (Alliaceae) или лилейные (Liliaceae). Среди включенных в луковых растений в культуре выращиваются следующие виды: лук репчатый – Allium cepa L.; лук-батун – Al. fistulosum L., лук-порей – Al. porrum L., лук-многоярусный – Al. Proliferum Schrad. лук-шалот – Al. cepa L. var. ascalonicum DC.; лук-резанец – Al. schoenoprasum, лук-слизун – Al. nutans L., чеснок Al. sativum L.

Пункт 1. Не допускается в конструкции лучевой обработки пучков заряженных частиц [1]

Таблица 1

Характеристики типов газа

Наименование		Продолжительность экспозиции	Предельный срок	Примечание
одного	группового			

Пункт 2. Предельный предельный в некоторой разрез лучевые луча решающего [4, С. 116, рис. 47]

Пункт 3. Запрещается предельный в некоторой разрез лучевые пучка [4, С. 115 рис. 55]

Таблица 4. Характеристика и краткое описание основных видов дуэли.

Пистолетная

Дуэль-бегунок

Дуэль-пародия

Многопользовательская дуэль

Шпажная дуэль

Дуэль-шахматы.

Задание 3. Дайте определение терминам по типу:

Кутикула –

Выборок –

Гипертрофия –

Зачаток –

Зеленый лук –

Зубок

Кожный сальник –

Луковица –

Луковица –

Осмотр –

Пятка –

Матка

Одонтогубка –

Перо

Перчатки –

Рыбак –

Сапог

Старуха –

Черепашка –

Шейка

Яйцо(а) –

Приспособление головных –

Сухие чешуи грубости)

Яичные чешуи –

Таблица 6. Краткое описание районированных сортов лука репчатого в таблице 12

Таблица 12

Характеристика районированных сортов репчатого лука по основным хозяйственным признакам

Сорта	Вкус	Плотность	Зимостойкость	Скороспелость	Урожайность кг/га	Товарность	Лежкость

Контрольные вопросы

1. Сорта какого значения лучше при опыле с ним какими культурами?

2. Что называется завязью?

3. Где располагается стебель, какой он, как его называют?

4. Что называют хлопком? Как по ней можно отличить луковицу однолетнего от двулетнего (многолетнего), остающуюся в грунте?

5. Какие тупоконцы называют «сосок, хлопок»?

6. Какую часть растения называют ложным стеблем?

7. Что называют сухими пленками?

Тема 6. Овощные культуры семейства Тыквенные. Огурец

Цель занятия – изучить ботанические и хозяйственные особенности овощных культур семейства тыквенные. Изучить морфологическое строение огурца и томата. Изучить особенности сортов огурца для открытого и защищенного грунта.

Задачи

1. Изучить и описать морфологические особенности огурца.

2. Зарисовать поперечный разрез и форму плодов огурца. Зарисовать типы опушения глазок и рисунок кожицы плода. Зарисовать листья огурца – женские и мужские.

3. Изучить основные сортовые признаки огурца.

4. Описать районированные сорта огурца для открытого и защищенного грунта.

5. Дать определения словарю терминов по теме.

Наглядные пособия

1. Натуральные экземпляры различных органов растений, а также муляжи и рисунки отдельных растений.

К группе тыквенных овощных растений относятся Тыквенные (Cucurbitaceae) огурец, кабачок, патиссон арбуз, дыня, тыква.

Огурец (Cucumis sativus Z) относится к роду Cucumis. Это однолетнее растение. В плодах огурца основной массы содержится до 96% воды, 0,86% жиропота вещества, 1,8-2,8% сахаров, около 0,8% клетчатки. Плоды содержат витамины А, В, С (около 6 мг %). В них много солей калия, магния, фосфора, по количеству щелочных солей, улучшающих работу сердца, почек огурец несколько уступает редьке. Плоды содержат пектиновые вещества, которые способны выводить из организма человека холестерин и другие вещества.

Задание 1. Описать морфологические признаки культуры и заполнить [1].

Таблица 1

Морфологическая характеристика культуры

Признаки	Описание
Семейство Ботаническое описание	
Стебель	
Листья Цветок	
Плод	
Семена	

Задание 2. Зарисовать плоды, семена и поперечный разрез [6, с. 140; рис. 89].

Задание 3. Зарисовать формулу и диаграмму культуры [6, с. 64; рис. 39].

Задание 4. Расположение мышц на поперечном срезе [6, С. 144, рис. 77, б].

Задание 5. Заполните цветом окружности 1 – красным, 2 – зеленым [6, С. 144, рис. 76].

Задание 6. Подпишите типы связок на схематичном срезе [6, С. 118, рис. 59, а].

Задание 3. Перечислите хозяйственные признаки сортов огурца и заполните таблицу 4.

Таблица 4

Характеристика сортов огурца

Название сорта	Длина плода, см	Окраска кожицы плода	Количество семян в гнезде, шт.	Назначение сорта

Задание 4. Опишите строение растения по плану.

Цветок –

Чашечка

Венчик

Пестик –

Тычинки –

Корневище –

Зеленец

Семенник

Контрольные вопросы

1. В какой фазе роста и развития огурец чувствителен к недостатку влаги?

2. Характер поверхности плода, цвет опушения плодов и связь этого признака с хозяйственно-биологическими свойствами?

3. Требования к сорту огурца для механизированной машинной уборки и зимних теплиц?

4. Какие партенокарпические сорта огурца?

5. К какому семейству относят огурец?

Тема 7. Овощные культуры семейства Пасленовые

Цель занятия – ознакомиться с морфологическими особенностями овощных растений семейства Solanaceae (Пасленовые) и изучить основные районированные сорта томата, перца, баклажана для открытого и защищенного грунта

Задачи

1. Изучить и описать морфологические признаки томата, перца, баклажана по вегетативным органам, генеративным и плодам (ягодам).

2. Изучить отличительные признаки плодов томатов, перца, баклажана для открытого и защищенного грунта и описать их

3. Зарисовать строение плодов томата, перца, баклажана.

Наглядные пособия

1. Живые и фиксированные объекты

2. Гербарий, муляжи.

3. Типы кустов томатов

4. Таблицы с рисунками культур семейства Пасленовых

5. Скальпели, разборные доски, весы, линейки.

К Пасленовым относятся томат, перец, баклажан. Все они ценные культуры. Большинство этих культур широко распространены в России, особенно большие площади занимает томат (до 40% в структуре посевов овощных), в южных районах России, что объясняется высокими требованиями этих культур к теплу и продолжительностью вегетационного периода.

Задание 1. Дать определение терминам по листу.

Признак –

Куст итальянский

Куст детерминантный

Куст индетерминантный –

Задание 2. Опишите морфологические признаки растения в таблице 15.

Таблица 15

Морфологическая характеристика томата

Признаки	Описание.
Цветковое растение	
Корневая система Стебель	
Цветок	
Листья	
Плоды. Соцветие	
Плод	
Семена	

Задание 3. Зарисовать листья томатов: 1 – простой, 2 – полусложный, 3 – сложный (С. С. Пак, Ю. Гу)

Задание 4. Хронология интересного и трагического периода жизни писателя (6, С. 144 рис. 73)

Задание 5. Заполните информационную карту писателя. 1 – автор, 2 – время, 3 – жизнь (6, С. 153, рис. 76)

Задание 6. Составьте краткую письменную характеристику литературного периода и различных групп писателя (6, С. 154).

По продолжительности выделяют следующие периоды осуществления деятельности:

- стационарные
- кратковременные
- возвратные

Задание 7. Сведения расположите внутри столбцов в таблице 16.

Таблица 6

Характеристика сортов томата

Название сорта	Тип листа Тип кисти	Вегетационный период, дн

Задание 6. Описать морфологическое строение мерлуз с таблицы 17 [6, С. 125].

Таблица 7

Морфологическая характеристика мерлуз

Признаки	Описание
Латинское название	
Корневая система	
Стебель	
Листья	
Почки	
Цветок	
Семена	

Задание 7. Зарисовать поперечный и продольный разрезы этого вида мерлуз *[6, С. 131, рис. 73]*

Задание 10. Описать ракообразных мерлуз с таблицы 18.

Таблица 8

Описание ракообразных мерлуз

Название вида	Высота листа, см	Форма плода	Толщина листа мм	Вегетационный период, дн.

Упражнение 11. Описать морфологическую структуру болезни или синдрома 19 [6, С. 123].

Таблица 9

Морфологическая характеристика объекта

Признак	Описание
Латинское название	
Основные синонимы	
Отдел	
Вирион Цикл Пул Клетка	

Задание 12. Заполнение паспортных и прочностных свойств почвы (выполняется по [6, С. 131, рис. 74])

Задание 13. Описание антропологических серий (выполняется по главе 26)

Таблица 20

Описание серии образцов

Название серии	Вид и пол, лет	Форма посуды	Толщина стенки, мм	Ко стенки,

Контрольные вопросы

1. В какой фазе роста [illegible] потребляются [illegible]?
2. Типы кустов [illegible]? Что такое [illegible]? Значение [illegible] в [illegible].
3. Что [illegible]? Для каких культур [illegible]?
4. Окраска [illegible] в [illegible] и [illegible]?
5. По [illegible] группы делят [illegible] по способу [illegible] в пищу [illegible]?
6. [illegible] в [illegible]?

Тема 8. Корнеплодные овощные растения

Цель занятия – изучить морфологические и хозяйственные признаки овощных растений из группы корнеплодов и ознакомиться с районированными сортами столовых корнеплодов, ранние сроки их выращивания.

Задачи:

1. Ознакомиться с растениями из группы корнеплодов и описать их по плану.
2. Изучить и зарисовать морфологическое строение корнеплодов.
3. Изучить и зарисовать анатомическое строение корнеплодов, относящихся к разным семействам.
4. Научиться составлять районированные сорта столовых корнеплодов.

Наглядные пособия

1. Натуральные образцы корнеплодов.
2. Альбомы, плакаты, рисунки и схемы строения корнеплодов.
3. Доски, линейки, калибры, разделочные доски, цветные карандаши.

Корнеплодами принято называть группу овощных растений, формирующих мясистые запасающие органы, используемые человеком в пищу. Корнеплодных овощных культур очень много. К наиболее распространенным относятся морковь, свекла, хрен, редька, петрушка, пастернак, сельдерей, брюква, репа.

Все корнеплоды, кроме редиса и ветвей репки, двулетники. В первый год формируется розетка листьев и корнеплод, во второй – из почек, находящихся в пазухах розеточных листьев, развивается цветущий и плодоносящий стебель.

Все корнеплодные – очень ценные продукты питания. Их питательная ценность определяется высоким содержанием нужных для организма человека веществ, таких как легкоусвояемые углеводы, органические кислоты и минеральные соли, сахара и витамины.

Задание 1. Ознакомиться с методикой выполнения и описать ее по предложенной форме шаблона. 7 г

Таблица 21

Описание карт-каталогов

Наименование культуры		Наименование сорта		Происхождение сорта	Продуктивность	Используется или не используется
русское	латинское	русское	латинское			

Задание 2. Изучить и зарисовать технологию картирования [6, с. 75, рис. 32]

Задание 3. Изучить и зарисовать систематическую структуру сортов [6, с. 85, рис. 34].

Задание 1. Изучить и описать в таблице 22 сорта корнеплодов, различающихся по характеристикам

Таблица 22

Описание сортов корнеплодов

Название		Отличительные признаки сорта	Назначение сорта	Лежкость	Вкус
культуры	сорта				

Контрольные вопросы

1. Какие биологические особенности моркови необходимо учитывать при возделывании?
2. В чём хозяйственная ценность корнеплодов, петрушки, пастернака, сельдерея, репы, брюквы?
3. Назовите дать некие сорта по всем корнеплодам.
4. Что называется семенами? Какие сорта семян пригодны для посева?
5. Назовите наиболее холодостойкие корнеплодные растения.
6. Назовите ранние и поздние сорта корнеплодов.

Тема 9. Овощные культуры семейства Бобовые

Цель занятия – познакомить с морфологическими особенностями бобовых овощных культур, выполнить и изучить их латинские названия

Задачи

1. Изучить по атласам и материалу морфологические признаки и биологические особенности гороха, фасоли и бобов.

2. Описать агробиологические сорта бобовых культур

Наглядные пособия

1. Методические материалы по теме, цветные таблицы и плакаты, гербарный материал растений и семян

2. Альбом с рисунками сортов и описание сортов почковых овощных культур

Бобовые овощные растения относятся к семейству Бобовые (Fabaceae). В отличие от всех овощных растений, содержащих в продуктовых органах, плодах или корнях, углеводы, бобовые богаты протеинами и стимулятелями имеют большое значение в решении проблемы недостатка растительного белка.

Бобовые семена и особенно фасоли, содержат все необходимые для человека аминокислоты, особенно лизин, триптофан, жиры, клетчатку, йод, но содержание йода в горохе и фасоли богаты легкоусвояемыми веществами. Продукция бобовых овощных культур поступает в ранние сроки, что также является плюсом.

В группу бобовых овощных растений входят горох, три вида фасоли (обыкновенная, лимская, многоцветковая) и бобы. Наибольшее распространение имеют горох и фасоль обыкновенная. В средней полосе и северных районах России выращивают бобы овощные.

Задание 1. Изучение строения цветка бобовых (с. 169, рис. 3, 6)

Задание 2. Ознакомиться с морфологией и биологией бобовых овощных культур и записать их характеристики в предложенной форме таблицы 23 (с. 102, часть 4).

Таблица 23

Признаки бобовых овощных растений

Признаки	Горох	Фасоль	Бобы
Семена: величина			
окраска			
поверхность			
Корни: строение системы			
происхождение бобы			

Задание 3. Зарисовать листья и бобы гороха, овощных бобов и фасоли (с. 104, рис. 47).

Задание 4. Изучение наследования количественных признаков семян фасоли (эффектное задание) [4 (6, С. 173)]

Таблица 24

Наследование количественных признаков семян фасоли

Название вида	Семена			Семена в стручке	
	Окраска, пят.	форма	окраска	форма	местоположение
Фасоль обыкновенная					
Фасоль лимская					

Задание 5. Изучение биологических и хозяйственных признаков бобовых растений и наследование их в потомстве [5 (6, С. 169)]

Таблица 25

Характеристика сортов бобовых по биологическим и хозяйственным признакам

Показатель	Горох	Фасоль	Нут
Цвет			
Окраска			
Боковая опушенность			
Окончание стебля			
Отношение к типу плодов сорта (штамб)			
Способы использования			

Задание 6. Изучение и описание сортов бобовых культур в коллекции [6]

Таблица 26

Характеристика сортов бобовых

Показатель	Горох	Фасоль	Нут
1	2	3	4
Сорт Размер листа Цвет семян			
Форма и окраска семян			

Окончание таблицы 25

Контрастно окрашенные
Последней организуют по
Технической зрелости
Биологической спелости

Контрольные вопросы

1. Перечислите овощные культуры, которые относятся к семейству Бобовых.
2. Назовите отличительные признаки сахарных и кормовых сортов бобовых растений
3. Способы консервирования различных сортов овощных культур
4. Дайте характеристику районированных сортов гороха.
5. По каким признакам отличается сахарная и кормовая кукуруза?

Тема 10. Однолетние листовые овощные культуры

Цель занятия – познакомиться с морфологическими особенностями надземной части и корневой системой многолетних и однолетних листовых культур.

Задачи

1. Изучить по гербарному материалу морфологические признаки и описать листья, особенности окраски, форму, размеры.
2. Познакомиться с признаками сортовых листовых культур
3. Описать сорта и определить культуру

Наглядные пособия

1. Методические материалы по теме: плакатные таблицы и плакаты, наглядный материал овощных растений в гербарии

2. Альбом с рисунками сортов и каталоги сортов отечественных овощных культур

Овощные культуры, у которых в пищу используются молодые листья без черешков, обработанные, называются зеленными растениями. К ним относятся однолетние культуры, такие как салат, шпинат, кресс-салат, листовая горчица, свежие огурчики гуляй и др.

Однолетние овощные растения выращивают для получения молодых листьев, которые употребляются в пищу за салаты. Из них нарезают зелень, а укроп применяют в качестве приправы или слегка припускают и маринуют овощей. Зеленные однолетние овощные растения содержат белки (1,5-2,5%), углеводы (2,2-7,5%), витамины В1, В2, С

и кислот, а также ферменты и минеральные соли K, P, Na. Они благоприятно влияют на гидратацию, усиливают обмен веществ и кислотно-щелочное равновесие.

Задание 1. Ознакомьтесь с морфологией и биологией возбудителя чумной инфекции, рассмотрите и опишите по предложенной форме изображение 27 (А, С. 85).

Таблица 27

Описание возбудителя чумной инфекции

Название микроорганизма		Название возбудителя		Причина опасности	Способ распространения	Основной резервуар инфекции	Профилактические мероприятия по снижению заболеваемости
русское	латинское	русское	латинское				

Задание 2. Зарисуйте возбудителя чумной инфекции (А, С. 84, рис. 92, 93).

Задание 3. Изучите и составьте дифференциальную таблицу в тетради 28 (А, С. 121).

Таблица 28

Отличия возбудителя чумной инфекции

Название возбудителя		Предварительный диагноз	Вывод
русское	латинское		

Задание 3. Изучить и описать признаки сорняка сыворотки в таблице 29.

Таблица 29

Признаки сорняка сыворотки

Сорт	Розетка	Лист	Корень	Скороспелость

Задание 4. Изучить и описать признаки сорняка василька в таблице 30.

Таблица 30

Признаки сорняка василька

Сорт	Розетка	Лист		Скороспелость
		форма	опушенность	

Задание 5. Изучить и описать признаки сорняка осота в таблице 31.

Таблица 31

Признаки сорняка осота

Сорт	Розетка	Лист	Скороспелость	Применение

Контрольные вопросы

1. Нарисуйте рассаду свеклы.
2. Укажите лишайную ценность изучаемых овощных культур.
3. Напишите латинское название одного сорта листовых овощных растений.
4. Назовите грядковый сорт одного из листовых овощных растений.
5. Способ размножения листовых овощных растений.

Тема 11. Многолетние листовые овощные культуры

Цель занятия – познакомиться с морфологическими особенностями надземной части и корнеплода свеклы столовой и листовых культур.

Задачи

1. По таблицам, рисункам, плакатам изучить морфологические особенности ростков листьев соцветий, цветков, семян, корневой системы у шавеля, ревеня, щавеля, хрена.
2. Познакомиться с происхождением многолетних листовых культур.
3. Описать сорта и сортовые культуры.
4. Зарисовать внешний вид ревеня, щавеля, хрена, листовой горчицы.

Наглядные пособия

1. Методические материалы по теме, цветные таблицы, плакаты, гербарий корнеплодов и свежих растений в банке.
2. Альбом с рисунками сортов и сортовые сортов изучаемых овощных культур.

Овощные культуры, у которых в пищу используются мясистые листья без тепловой обработки, называются листовыми растениями. К ним относятся такие многолетние растения, как щавель, ревень, хрен.

Подземная часть многолетников называется отмирает. В зимующих корнях и корнеплодах за лето нарастает большой запас питательных веществ, за счет которых весной происходит быстрое возобновление надземных органов. Многолетние растения дают ценную овощную продукцию на открытом грунте раньше, чем другие скороспелые растения, как салат и редис. Затраты на получение единицы продукции многолетников меньше, чем других овощей.

Примечание 1. Ознакомление с опубликованной в Госреестре информацией настоящего документа осуществляется по предложенной форме таблицы 32.

Таблица 9.2

Описание мероприятий по отводу пахотных земель

Наименование культуры		Наименование почв		Горизонт	Лист	Контур	Сегмент	Площадь отвода, га	Наименование отвода		Предшественник	Способ основной обработки	Способ предпосевной обработки	Примечание
русское	латинское	русское	латинское						русское	латинское				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Задание 2. Прочитайте и запишите как русские (с. 179, рис. 6а).

Задание 3. Прочитайте и запишите как сирийские (с. 182, рис. 6б).

Задание 4. Прочитайте и запишите как египетские (с. 184, рис. 6в).

Задание 5. Прочитайте и запишите как греческие (с. 186, рис. 6г).

Контрольные вопросы

1. Перечислите культуры, которые относятся к многолетним листовым овощам
2. Назовите способы размножения хрена, ревеня, спаржи.
3. Назовите районированные сорта многолетних листовых овощных растений
4. Назначение орошения многолетних листовых растений.
5. Корневая система многолетних листовых культур

Тема 12. Принципы составления овощных севооборотов

Цель занятия – используя полученные теоретические знания, освоить практические навыки построения овощных севооборотов

Задачи

1. Ознакомиться с основными принципами чередования овощных культур в севообороте

2. Составить севооборот, используя индивидуальное задание с набором овощных культур.

3. Указать площадь предшественника (чистого пара) и его влияние на севооборот.

Наглядные пособия

1. Таблицы, схемы севооборотов с овощными культурами
2. Индивидуальные задания по составлению схем овощных севооборотов

Принципы чередования овощных культур в севообороте

1. Овощные растения одного ботанического семейства не должны возвращаться на поле раньше, чем через 3-4 года, т.е. до истечения срока сохранения в почве возбудителей болезней и вредителей, специфичных для данного семейства.

2. Культуры, отличающиеся требовательностью к питанию, лучше размещать после менее требовательных (корнеплоды, зелень, бобовые).

3. Овощные растения с неразвитой корневой системой необходимо выращивать после культур, имеющих глубоко проникающие корни, чтобы избежать ослабления почвы.

1. По свежему органическому удобрению следует выращивать среднюю и позднюю капусту, огурец, кабачок, арбуз, т.е. культуры, отличающиеся его внесение благодаря длительному вегетационному периоду. На второй год после внесения свежего органического удобрения или в год по перепревшему навозу (перегною) капусту ранних сортов, лук, зеленый горошек

Под тот после внесения свежего органического удобрения – помидоры и бобовые.

б. Период, в течение которого после внесения органических удобрений следует размещать овощные культуры (капусту белокочанную, огурец – можно капусту, среднюю и позднюю капусту – после ранней капусты, ранние сорта после (пастернак) следует размещать после культур, убираемых рано (ранняя капуста – после огурца, лук – после огурца, раннего картофеля, томата).

в. Оценка результатов (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно) после работы, а – урожайность и биологическая особенность которых способствуют очищению почвы от сорняков (например: морковь, лук, лучше размещать после капусты ранней, огурцов, томатов).

Задание 1. Записать данные в таблицу 37 и определить оптимальные площади для каждой культуры.

Таблица 37

Производственный план посевных площадей по культурам

Наименование культуры	Валовой сбор, т	Планируемая урожайность, ц/га	Площадь посева, га

Задание 2. В Определить средний размер поля, организуемого на основе, которого будет специализироваться. 2) Обосновать культуры и группы, которые по предшественнику

биологические признаки. 3) Рассчитать оптимальное расстояние по высоте севооборота и основной обработки почвы в зависимости от биологических особенностей культур.

1 севооборот 2 севооборот

Задание 2. Разработать систему обработки почвы и внесения удобрений в связи с применением чередования культур в севообороте. Заполните таблицу 38.

Таблица 38

Система обработки почвы и внесения удобрений под отдельные культуры в севообороте

№ поля	Чередование культур	Обработка почвы	Удобрение на 1 га, т
1	2	3	4

Окончание таблицы 38

1	2	3

Контрольные вопросы

1. Какое значение имеет севооборот в овощеводстве?
2. Принципы построения севооборотов с овощными культурами?
3. Что определяет возможность размещения различных культур по одному полю?
4. Значение уплотняемых и повторных культур в овощеводстве?
5. Что достигается при правильном чередовании овощных культур в севообороте?

Тема 13. Расчет потребности в семенах для выращивания овощных культур в открытом грунте

Цель занятия – освоить методику расчёта потребности в семенах и рассаде для получения запланированного выращивания овощных культур в открытом грунте.

Задачи

1. Рассчитать потребность в семенах и рассаде различных овощных культур согласно индивидуальному заданию

Наглядные пособия

1. Плакаты, рисунки с изображением овощных культур, образцов семян овощных растений.
2. Стандартные семена овощных культур

Для расчета потребности в семенах различных овощных культур необходимо знать принятую схему посева и посадки овощных культур (табл. 33), справочные нормы высева семян на 1 га, а также показатели посевных или посадочных качеств семян [9], а также показатели посевной годности используемых партий семян для посева

К ценным семенам относятся те виды семян, которые ввозятся из-за рубежа для создания генофонда и этому также приравниваются 10-15% расхода.

Для определения потребности в семенах сначала рассчитывают посевную годность каждой партии, которая используется в хозяйстве для посева

$$ПГ = \frac{Ч \times Х}{100} \quad (1)$$

где ПГ – посевная годность семян, %;

Ч – чистота семян, %;

Х – всхожесть семян, %.

Intex определяют посевную годность семян, указанных в каталоге овощных культур для семян 1 класса [7].

После этого рассчитывают норму высева семян той партии семян, которые используются для посева (по индивидуальному каталогу)

$$НВ = \frac{НВ \times 100}{ПГ}, \quad (2)$$

где НВ – норма высева семян, имеющих всхожесть;

НВ – норма высева [8];

ПГ – посевная годность семян 1 класса;

100 – процент посевной годности семян, имеющих всхожесть.

Таблица 33

Схема запоминания овощных культур

№ п/п	Овощные культуры	Расстояние между рядами (см)	Расстояние между растениями в ряду (см)
1	Капуста ранняя белая	70	30–35
2.	Капуста савойская	70	40–50
3	Капуста цветная	70	60–70
4.	Томат, баклажан, перец	70 или 50–60	30
5	Огурец	90–100	100–70
6.	Кабачок	140	70
7	Кукуруза	45 или 50–60	25–30
8.	Петрушка	45 или 30–40	5–7
9.	Сельдерей корень	45 или 50–60	20–30
10.	Лук репка, чеснок	45 или 30–40	5–10
11.	Лук севок	70 или 40 или 7,5×15–17,5 или 20×4 (15)	4
12.	Салат листовой, укроп	12,5–15×2,5	5–10
13.	Редис	20,5×4–5	3–5
14.	Редька	45 или 30–50	15
15.	Зеленый горошек	12,5×7,5	5–10

Приложение 1. Рекомендуемая форма технологической карты возделывания сельскохозяйственной культуры

Таблица 1

Расчет потребности в основных видах минеральных удобрений для получения планируемой урожайности

Наименование культуры	Посевная площадь сельхозпредприятия, га		Планируемая площадь посева культуры, га	Посевная площадь сельхозпредприятия, %		Планируемая урожайность культуры, ц/га	Планируемый валовой сбор культуры, ц	Требуемое количество питательных веществ, кг/га		
	пашни	всего		пашни	всего					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Контрольные вопросы

1. Что такое площадь питания растений и как она определяется при рядовом способе посева и посадки?

2. Дать характеристику основным размещениям овощных культур.

3. Описать преимущества и недостатки различных способов посева и посадки овощных культур.

4. Какие показатели необходимы для определения нормы высева семян и как они влияют на изменение ее величины?

5. Как правильно проконтролировать густоту стояния растений в полевых условиях?

Тема 14. Расчет потребности в рассаде и площади защищенного грунта для её выращивания

Цель занятия – освоить методику расчета потребности в рассаде и площади защищенного грунта для её выращивания

Задачи

1. Рассчитать потребность в рассаде различных овощных культур согласно индивидуальному заданию.

2. Рассчитать площадь защищенного грунта для выращивания рассады.

Наглядные пособия

1. Плакаты, рисунки с изображением схем посева, посадки и схем размещения овощных растений

Расчет потребности рассады проводят по каждой культуре. При этом берут за основу схему посадки рассады в открытый грунт и рассчитывают площадь питания одного растения. Если схема посадки предусматривает ленточную посадку, то ее рассчитывают по формуле (1), если несколько рядков, объединенных в ленту – по формуле (2).

$$S = P \cdot W \qquad (1)$$

где S – площадь питания, м^2;

P – расстояние между рядками, м;

W – расстояние между растениями в ряду, м

$$S = P \cdot \frac{N \cdot (n-1)}{q} \qquad (2)$$

где S – площадь питания, м^2;

P – расстояние между рядками в ленте, м

С – расстояние между строками в тепле, м;

l – длина гона между поворотами, м;

Ч – количество строк в гоне, шт.

При агротехнических посадках по ручных площадь питания определяют путем деления ширины гряды на количество строк и умножения полученного значения на расстояние между растениями в ряду

$$S = \frac{0{,}014}{n} \cdot Ш \qquad (3)$$

где S – площадь питания, м²;

0,014 – ширина гряды, м;

Ш – расстояние между растениями в ряду, м;

Ч – количество строк на гряде, шт.

Потребность рассады на 1 га, не зависимо от способа размещения растений, находят путем деления га гидроаренного в м² на площадь питания одного растения. Затем находят потребность рассады на планируемую площадь, умножая потребность рассады на 1 га на площадь, на которую планируется вырастить рассаду (берется из задания). После этого планируется страховой фонд на случай отхода при выборке при проведении посадки растений. Страховой фонд составляет 10–15%. Его вносят по прописям от потребности рассады на всю площадь. Общая потребность в рассаде находится путем сложения трёх 4 и 54 таблицы 6.

Пример. Найти потребность рассады ОКБ ранней белокочанной капусты на 3 га. Капусту планируется высаживать по схеме 0,7×0,3 м

S=0,7×0,3=0,21 м²

Требуется рассады на 1 га:

$$X = \frac{10000}{0{,}21} = 47{,}6 \text{ тыс. шт.}$$

Требуется рассады на 3 га:

47,6 тыс. шт. × 3 га = 142,8 тыс. шт.

Найдем страховой фонд (10%).

142,8 тыс. – 100%

х – 10%

$$x = \frac{142{,}8 \cdot 10}{100} = 14{,}28 \text{ тыс. шт.}$$

Общая потребность рассады составит

142,8 тыс. шт. + 14,28 тыс. шт. = 157,08 тыс. шт.

Далее выбирают способ выращивания рассады (с пикировкой, без пикировки) и с учетом выбранного способа (кубики, горшочки) и имеющегося оборудования (для какого выращивания – теплица, парник или утепленный грунт). При этом следует помнить, что рассаду нужно получить в срок, хорошего качества, с низкой себестоимостью.

Так, рассаду ранней капусты целесообразнее выращивать с пикировкой в обогреваемых теплицах, а теплолюбивых (ранних, средней и поздней капусты – без пикировки на открытых рассадных грядах. Рассаду теплолюбивых культур не пересаживают повторно, поэтому ее выращивают без пикировки в горшочках или кубиках.

Пример. Найти потребность оборудования для выращивания рассады ранней томаты в количестве 11 тыс. штук. Рассаду ранней томаты выращивают с пикировкой, при ее всходы высевают в ящики, а пикируют в теплицу.

Найдем высев семян с одной парниковой рамы. При этом нужно помнить, площадь площадь парниковой рамы – 1,5 м². Посев будем проводить рядовым способом по схеме 5 × 1,5 см. Площадь питания 1 растения 5×1 = 5 см².

Выход сеянцев с одной парниковой рамы: 1,5 м² : 5 см² = 1,5 м² : 0,0005 м² = 3000 штук.

Найдем потребность парниковых рам для размещения 11 тыс. штук сеянцев ранней томаты:

11000 растений – х парниковых рам

3000 растений – 1 парниковая рама

х = (11000 · 1) : 3000 = 3,7 – парниковых рам требуется для размещения 11000 сеянцев ранней томаты.

Площадь питания при пикировке или посеве по схеме кубика будет зависеть от культуры: для ранней капусты – 5 × 6, средней и поздней – 5×5 см, ранних томатов – 8×8, кукурузы – 6×6, огурцов и других теплолюбивых культур 10 × 10 см. Так, площадь питания рассады ранних томатов (при пикировке в кубики) равна 8×8 = 64 см².

Выход рассады с 1 м² теплицы: 1м² : 64 см² = 1м² : 0,0064 м² = 156 штук.

Далее найдем потребность теплиц для выращивания 11 тыс. штук рассады ранних томатов:

11000 растений – х м²

156 растений – 1 м²

х = 11000 : 156 = 70,5 м² теплиц требуется для размещения 11000 рассады ранних томат.

Задание 1. В таблице 35 произвести расчёты потребности в основных овощных культурах

Таблица 35

Расчет потребности в основных овощных культурах

для выращивания растений в открытом грунте

Культуры	Площадь га	Требуется растений шт			
		на 1 га	на площадь сад	отпадает фактически (по 1,5%)	общая потребность

Задание 2. В таблице 36 произвести расчёт площади питомника для выращивания рассады

Таблица 36

Расчет площади питомника для выращивания рассады основных культур

Культуры	Способ выращивания рассады	Теплицы (парники)				Утепленный грунт	
		высев семян (сроки)		требуется м² (для)		площадь с/об м²	требуется м²
		основной	рассада	высадки	подпленочного укрытия		
1	2	3	4	5	6	7	8

Окончание таблицы 35

1	2	3	4	5

Контрольные вопросы

1. Расскажите, какие овощные культуры выращиваются с пикировкой и почему?
2. Назовите этапы технологии посева.
3. Приемы закаливания рассады.
4. Выход деловой рассады по отдельным овощным культурам с единицы площади.
5. Что нужно сделать, чтобы избежать ошибок при выполнении задания?

Тема 15. Составление технологических схем выращивания овощей в открытом грунте

Цель занятия – закрепить и углубить знания студентов по биологии и технологии возделывания важнейших овощных растений и научиться самостоятельно разрабатывать конкретную стратегическую схему выращивания отдельных овощных культур.

Задание

1. Составить агротехнический план выращивания овощной культуры по индивидуальному заданию.

2. При составлении плана учесть проведение технологических мероприятий, описанных на занятии прошлого года.

Наглядные пособия

1. Индивидуальные задания для составления агротехнического плана выращивания овощных культур в открытом грунте.

2. Перечень и характеристика районированных сортов овощных культур.

3. Таблицы и плакаты по срокам посева и посадки, глубине посева семян, температурному режиму, выращиванию рассады овощных культур.

Агротехнический план включает в себя основные процессы, непосредственно обеспечивающие получение высокого урожая каждой конкретной овощной культуры, выращиваемой в данной зоне. Перечень технологических мероприятий, выбранный студентом для выполнения заданной овощной культуры, заполняется по прилагаемой форме последовательно и в календарном порядке (от предпосевной обработки почвы под выращиваемую культуру до уборки урожая). По каждой работе необходимой для выращивания данной культуры, указывается срок выполнения, машины и орудия, используемые при выполнении отдельных технологических мероприятий. Планируемая работа необходимо дать агротехническое обоснование (по обработке почвы, нормы внесения удобрений, методы посева семян и посадки рассады на 1 га и т.д.).

В системе удобрений необходимо запланировать внесение органических удобрений (навоза, перегноя или минерального удобрения под зяблевую вспашку и подкормки (количество и сроки следует устанавливать с учетом выращиваемой культуры).

В плане должна быть предусмотрена система мер по борьбе с вредителями и болезнями овощных культур с указанием числа обработок, сроков их проведения, применяемых ядохимикатов, норма расхода препарата на 1 га посева.

В работе должны найти отражение основные вопросы по предпосевной подготовке почвы, особенности основных растений, а также шаг и сроки получения урожая.

Норма высева семян определяется их качеством, сроками и способами посева. При пониженных посевных нормах увеличивается на 20–30%. В целях выращивания мощной рассады необходимо иметь страховой фонд около 10% от общей потребности.

Составляя агротехнический план выращивания определенной овощной культуры, получив задание, студент подбирает необходимый сорт, определяет лучший предшественник, выбирает оптимальные сроки сева, норму расхода семян или рассады. Подсчитывает примерный урожай и получаемый валовый сбор выращиваемых овощей.

Задание 1. Составить агрохимический план окультуривания культуры.

Агрохимический план окультуривания

(культура)

Планируемая урожайность

Сорт

Площадь га. Условий шт

Валовой сбор т.

Предшественник

Требуется по 1 га семян кг, рассады тыс. шт

Схема посадки

Требуется удобрений на 1 га органических , минеральных т.

в т. ч. фосфорных д. калийных д. азотных т.

Требуется удобрений на всю площадь органических т, минеральных т

в т. ч. фосфорных д. калийных д. азотных т

Требуется гербицидов на 1 га кг, всего кг

Наименование гербицида

Район

ФИО .

Контрольные вопросы

1. Особенности основной обработки почвы под овощные культуры.
2. Особенности предпосевной подготовки почвы для мелкосеменных культур
3. Роль предшественников в системе удобрения основными овощными культурами
4. Машины и оборудование, применяемые в овощеводстве
5. Особенности уборки овощных культур

Таблица 2 – Комплексы технологических операций по возделыванию культуры

Таблица 10

Перечень технологических мероприятий возделывания культуры

№ п/п	Наименование работ	Агротехнические сроки выполнения работ			Состав агрегата		Количественный состав (потребность) норма выработки в т.ед.
					марка трактора	марка с/х машины	

Тема 16. Виды защищённого грунта

Цель занятия – ознакомиться с конструкцией защищённого грунта, способами его обогрева и видами светопрозрачного покрытия.

Задачи

1. Изучить основные типы и конструкции сооружений защищённого грунта.
2. Изучить и зарисовать схемы строения утеплённого грунта.
3. Изучить устройство и начертить схему углублённого парника из биотоплива.
4. Изучить и зарисовать наиболее распространенные виды теплиц.
5. Ознакомиться и описать способы обогрева и виды покрытия утеплённого грунта, применяемого в

Наглядные пособия

1. Методические материалы по теме, плотные таблицы и плакаты различных видов защищённого грунта.

Защищенный грунт – это комплексные участки и специальные сооружения, где можно создавать искусственный микроклимат или улучшать естественные условия для выращивания растений во внесезонное время.

Защищенный грунт подразделяется на утепленный грунт и культивационные сооружения (парники, теплицы). Виды защищенного грунта различаются между собой по удельному объему.

Утепленный грунт – это простейшие временные малогабаритные сооружения без боковых ограждений. Между поверхностью почвы и достаточно расстояние небольшое, поэтому укрытие растениям создается при помощи пленочных покрытий, а обслуживающий персонал находится вне сооружения. Распространен повсеместно и применяется чаще всего в раннелетний период.

Задание 1. Изучить и описать конструкцию и характерный способ укрытия утепленного грунта.

Задание 2. Перечертить биологические рисунки (§ 17, с. 50, рис. 9).

Задание 3. Перечертить схематичные рисунки (§ 17, с. 51, рис. 10)

Задание 4. Зарисовать растительную ткань из биологической энциклопедии (§ 16, с. 32, рис. 12).

Задание 5. Изучите и кратко опишите свои художественные впечатления, как показано (с. 44)

Задание 6. Зарисуйте детали скрипки (с. 54, рис. 13).

Задание 7. Художники-исполнители разного рода (составьте список профессий (с. 37, рис. 14)

Задание 8. Изучите и выполните коллективную работу по изготовлению и оформлению художественных произведений

Задание 6. Изучить и выполнить зарисовки с описанием грунтов, используемых для устройства оснований сооружений сельскохозяйственного назначения (6, с. 39).

Контрольные вопросы

1. Назвать классификацию грунтов и их роль в обеспечении надежности оснований по несущей способности.
2. Назначение, устройство и сферу использования утеплителей грунта.
3. Назначение и преимущества гравийно-песчаных смесей, применяемых для уплотнения грунта.
4. Отличительные признаки зданий от других сооружений сельскохозяйственного назначения.
5. Классификация зданий по сферам использования, назначению, по конструктивным особенностям и способу обогрева.

Задания для контрольной работы №1

К-ство вари работ выполняется по методическим указаниям преподавателя. Задание состоит из набора семян 10 различных овощных культур.

Для выполнения контрольной работы необходимо определить по семенам названия культуры, а так же отношение этих культур к семейству, группе по классификации В. Н. Эдельштейна и указать продолжительность жизни овощных культур, относящихся к тому или иному габитусу семян.

Отчет записывается в контрольную тетрадь, которую студенты получают вместе с набором семян.

Контрольная карточка определения семян овощных культур

Задание №_____

Фамилия студента

Названия культуры		Название растения		Принадлежность растения данной культуре	Классификация растения по классификации Эдельштейна	Характерные отличительные признаки семян
русское	латинское	русское	латинское			

Вопросы по овощеводству для контрольной работы №2

1. Значение овощей в жизни человека и особенности их
2. Температурный режим при выращивании рассады капусты белокочанной раннеспелых сортов
3. Некорневой подкормки, их значение, применяемые удобрения и концентрации. Укажите овощные культуры и сорта для которых обязательны подкормки. Объясните причины
4. Понятие забега в росте и развитии при выращивании моркови
5. Приемы повышения качества рассады
6. Охарактеризуйте место выращивания культуры
7. Какие основные группы овощных культур выделяют по отношению
8. Приемы закаливания рассады

9. Укажите приблизительный расход делового рассады с 1 м² для капусты белокочанной ранних сортов, среднеспелых, позднеспелых, цветной, брюссельской, кольраби

10. Перечислите культуры, выращиваемые через рассаду, объясните необходимость этого способа

11. Горшечная рассада, ее преимущества и недостатки

12. Условия повышения приживаемости рассады

13. Беспикировочный способ выращивания рассады. Для каких культур возможен способ

14. Приемы сокращения забега.

15. Белокочанная капуста – дайте объяснение этих терминов и укажите выход семян с 1 м² посадки

16. Объясните необходимость понижения температуры после появления всходов при выращивании рассады

17. Дайте характеристику экологических основ выращивания рассады овощных культур для открытого грунта

18. Влияние возраста и условий выращивания на сокращение забега

19. Горшочки, питательные кубики, торфоблоки – требования к ним и технология изготовления

20. Способы их приготовления и характеристика

21. Технология выращивания рассады цветной капусты белокочанной капусты.

22. Температурный режим при выращивании рассады капусты белокочанной

23. Приведите основные способы приготовления питательных кубиков

24. Рассчитать потребность рассады на 1 га открытого грунта по культурам: белокочанная капуста ранних сортов, среднеспелые сорта, позднеспелые сорта

25. Выращивание рассады среднеранней капусты для летнего использования.

26. Положительные и отрицательные стороны рассадного способа по сравнению с безрассадным

27. Температурный режим при выращивании рассады томата.

28. Укажите наиболее ценные части для выращивания рассады среднеспелых сортов белокочанной капусты

29. Приведите схемы посева при выращивании рассады различных овощных культур

30. Обоснуйте место для выращивания рассады. Качество рассады и стоимость выращивания в разных местах.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Предмет и задачи овощеводства как науки, история развития овощеводства как отрасли сельскохозяйственного производства. Значение развития овощеводства

2. Деление овощных растений по требовательности к теплу. Пути создания благоприятного температурного режима

3. Биологические особенности белокочанной капусты и технология выращивания высокого урожая

4. Особенности обработки почвы под овощные культуры

5. Выращивание лука-репки.

6. Источники углекислого газа в открытом грунте, пути регулирования его содержания в почве и воздухе

7. Особенности технологии выращивания среднеспелых сортов белокочанной капусты для летнего использования

8. Способы обогрева защищенного грунта и их характеристика.

9. Основные виды тепла, их производственная характеристика.

10. Развитие научных основ овощеводства. Роль отечественных ученых. Дальнейшие научно-исследовательских учреждений по овощеводству

11. Задачи овощеводства грунта и его состояние в РБ

12. Применение освещения в теплицах

13. Особенности отрасли овощеводства. Способы размножения овощных растений.

14. Культивация, почвенные и культивационные способы выращивания овощных растений

15. Биологические особенности и технология выращивания редиса

16. Значение овощей в питании человека. Какие овощи наиболее ценны по содержанию углеводов, белков, клетчатки, минеральных солей. Лечебное значение овощей

17. Приемы создания благоприятного водного режима в открытом грунте

18. Горшечная рассада и ее преимущества

19. Технология выращивания лука-репки из севка.

20. Значение света при выращивании овощных растений. Способы оптимизации светового режима

21. Утепленный грунт – устройство и назначение.

22. Биологическая характеристика и технология выращивания многолетних овощных растений

23. Режимы хранения лука-севка.

24. Способы выращивания лука-батуна

25. Сроки посева и посадки овощных растений

26. Биологические особенности [illegible] выращивании из черенков

27. Приемы закаливания рассады овощных культур.

28. Выращивание среднеспелых сортов белокочанной капусты для осеннего использования.

29. Классификация овощных растений

30. Условия хранения и предпосевная обработка семян

31. Выращивание продовольственного лука из севка [illegible] способов.

32. Состояние и задачи отрасли овощеводства

33. Инкубация яиц, [illegible] и ухода за, методы инкубации

34. Приемы предпосевной подготовки семян овощных культур.

35. Особенности технологии выращивания ранних сортов белокочанной капусты

36. Оценка заболеваний в овощеводстве

37. Особенности [illegible] их посевов овощных культур

38. Место и сроки выращивания рассады белокочанной капусты ранних сроков [illegible].

39. Питание и режим при выращивании рассады овощных растений.

40. Биологические особенности белокочанной капусты, характерные [illegible] районированных сортов.

41. Виды сооружений защищенного грунта и их [illegible]

42. Приемы, ускоряющие созревание овощных культур.

43. Биологические особенности и технология выращивания столовой свеклы.

44. Зябкие и ростовые растения, признаки их [illegible]

45. Технология выращивания томатов в открытом грунте. Характеристика районированных сортов

46. Выращивание рассады ранней капусты

47. Биологические особенности, характеристика районированных сортов [illegible].

48. Период и фазы роста овощных растений

49. Значение овощных растений.

50. Устройство парников

51. Пути повышения [illegible] и стабильности производства овощных

52. Биологические особенности и технология выращивания моркови, характеристика районированных сортов

53. Технология выращивания огурца в открытом грунте. Характеристика районированных сортов.

54. Технология выращивания белокочанной капусты раннего срока созревания

55. Приемы повышения качества урожая

56. Особенности выращивания цветной капусты и кольраби.

57. Технологии ранних парниковых овощных растений. Классификация овощных культур по требовательности к теплу. Способы определения готовности почвы к посеву

58. Требования овощных культур к влажности воздуха и почвы в разные периоды жизни. Пути создания благоприятного водного режима

59. Требовательность овощных культур к условиям почвенного питания. Отношение овощных культур к органическим удобрениям

60. Биологические характеристики лука репчатого, характеристика ранних сортов.

61. Приемы повышения полевой всхожести семян овощных культур

62. Биологические характеристики и технология выращивания капусты, кольраби и листовой.

63. Выращивание рассады среднепоздней капусты

64. Особенности выращивания ранних помидоров группы, особенно созревающих плодов

65. Причины отклонения фактических урожаев от планового

66. Способы уплотнения овощных растений.

67. Для каких видов дерново-подзолистых почв для почвы овощных культур применяются эти методы, их эффективность и технология

68. Способы выращивания лука репчатого, их характеристика

69. Биологические особенности капусты, сорта капусты для открытого грунта и их характеристика.

70. Метод рассады, значение этого метода. Положительные и отрицательные стороны метода

71. Почвенный и посадочный материал в овощеводстве

72. Школа плодов: плоды, плодик, соплодие, семя, зубец, пятушка, коробочка, листовка, зерновка, цикадовидный куст – дайте определение этих терминов

73. Порча и вред семян овощных культур и их расчет.

Рекомендуемая литература

1. Белик, В. Ф. Овощные культуры [Текст] / В. Ф. Белик [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1988. – 367 с.

2. Костылев, Д. А. Практикум по овощеводству [Текст] / Д. А. Костылев, Р. Р. Исмагилов. – Уфа: БГАУ, 2009. – 176 с.

3. Котов, В. П. Биологические основы получения высоких урожаев овощных культур [Текст]: учебное пособие / В. П. Котов, И. А. Агроникова, Т. И. Тапалагина. – СПб.: Лань, 2011. – 176 с.

4. Круг, Г. Овощеводство [Текст] / Г. Круг. – М.: Колос, 2000. – 512 с.

5. Мансурова, Л. П. Овощеводство открытого грунта [Текст] / Л. И. Мансурова, В. И. Анисов, В. Г. Кириченко. – Самара, 1998. – 148 с.

6. Мансурова, Л. П. Практикум по овощеводству [Текст] / Л. И. Мансурова, В. Г. Кириченко, В. Н. Тютюн. – М.: Колос, 2006. – 416 с.

7. Матвеев, В. П. Овощеводство [Текст] / В. П. Матвеев, М. И. Рубцов. – М.: Колос, 1965. – 430 с.

8. Мухортова, С. Л. Практикум по овощеводству ЗЗГ [Текст]: учебное пособие / С. Л. Мухортова. – Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. – 234 с.

9. Овощеводство открытого грунта [Текст] / под редакцией В. А. Брагинца. – М.: Колос, 1981. – 335 с.

10. Овощеводство открытого грунта [Текст]: учебное пособие / В. П. Котов, П. А. Андрианова, Н. М. Пущ [и др.]; под ред. В. П. Котова. – СПб.: Проспект Науки, 2013. – 368 с.

11. Осипова, Г. С. Овощеводство защищенного грунта [Текст]: учебное пособие / Г. С. Осипова. – СПб.: Проспект науки, 2010. – 288 с.

12. Тарабанов, Г. П. Овощеводство [Текст] / Г. И. Тарабанов, В. Д. Мухин, К. И. Шуин. – М.: Колос, 2002. – 170 с.

13. Электронное учебное пособие «Овощеводство», 2006.

Учебное издание

ОВОЩЕВОДСТВО

Методические указания и рабочая тетрадь

Составители:

Кожевникова Оксана Петровна

Ракитина Вероника Вячеславовна

Отпечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать 28.09.2015. Формат 60×84 1/8
Усл. печ. л. 8,49, печ. л. 9,13.
Тираж 30. Заказ №256.

Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВО Самарской ГСХА
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2
Тел.: (84663) 46-2-47
Факс 46-6-70
E-mail: ssaariz@mail.ru