

Учреждение образования
«Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»

Факультет АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
Кафедра БОТАНИКИ И ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

СОГЛАСОВАНО

Председатель методической
комиссии агротехнологического
факультета

 О.А. Порхунцова
26.09. 2023 г

СОГЛАСОВАНО

Декан агротехнологического
факультета

 Н.А. Дуктова
26.09. 2023 г

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

БОТАНИКА

для специальностей:

6-05-0811-01

**Производство продукции растительного происхождения
6-05-0811-05 Защита растений и карантин**

Составители:

О.А. Порхунцова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

С.В. Лазаревич, доктор биологических наук, доцент.

РАССМОТРЕН И УТВЕРЖДЕН

на заседании научно-методического совета академии
протокол № 3 от 29.11.2023 г. Рег. № А-33-23

Рецензенты:

Е.Л. Андроник, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий лабораторией селекции льна масличного РУП «Институт льна» НАН Беларуси

Е.И. Дорошкевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий ботаники и физиологии растений УО «Гродненский государственный аграрный университет».

РАССМОТРЕН

на заседании кафедры ботаники и физиологии растений
протокол № 1 от 14.09.2023 г.

РАССМОТРЕН И РЕКОМЕНДОВАН

методической комиссией агротехнологического факультета
протокол № 1 от 26.09.2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка.	4
1. Теоретический раздел	5
1.1 Учебники, учебные пособия, курсы лекций	5
1.2 Обеспеченность студентов учебной литературой	6
1.3 Тематический план лекций	7
1.4 Опорный конспект лекций	8
1.5 Темы реферативных работ.	74
1.6. Перечень демонстрационного материала, используемого при изуче- нии теоретического курса	76
2. Практический раздел	78
2.1 Практикум	78
2.2. Тематический план лабораторных занятий	80
2.3 Методические указания	81
3. Раздел контроля знаний	215
3.1. Вопросы текущей аттестации	215
3.2. Вопросы промежуточной аттестации	221
4. Вспомогательный раздел	226
4.1. Учебная программа	226

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебно-методический комплекс (УМК) по учебной дисциплине «Ботаника» составлен в соответствии с Положением об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования (утв. Постановлением Министерства образования Республики Беларусь № 427 от 08.11.2022 г.), Положением об учебно-методическом комплексе, утвержденным ректором академии (№ 546 от 21.03.2019).

Целью УМК по учебной дисциплине «Ботаника» является оптимизация организации образовательного процесса, направленная на повышение качества преподавания учебной дисциплины и активизацию познавательной деятельности студентов агротехнологического факультета.

Особенности структурирования учебного материала.

С учетом особенностей проведения занятий по модульно-рейтинговой технологии обучения учебный курс по дисциплине разделен на три модуля: Структурная ботаника, Систематика растений, Фитоценология и география растений.

При обучении с полной формой получения высшего образования три модуля в совокупности включают семь блоков. Первый модуль состоит из трех блоков: Цитология, Гистология, Органография и размножение растений. Второй модуль включает также три блока: Археогониальные растения, Репродуктивные органы Цветковых, Систематика Цветковых. Третий модуль состоит только из одного блока Фитоценология и география растений.

При обучении с сокращенной формой получения высшего образования три модуля в совокупности включают пять блоков. Первый модуль состоит из двух блоков: Цитология и гистология, Органография и размножение растений. Второй модуль включает также два блока: Систематика растений. Репродуктивные органы Цветковых; Систематика Цветковых. Третий модуль состоит из одного блока Фитоценология и география растений.

Особенности подачи учебного материала. Теоретические вопросы строения и многообразия растений рассматриваются на лекциях. Техника использования лабораторного оборудования при изучении растений, методика приготовления временных микро- и макропрепаратов, частные вопросы строения клетки, тканей, органов растений, а также особенности строения и жизни растений разных систематических групп изучаются на лабораторных занятиях. Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление знаний, полученных во время учебных занятий; на подготовку к промежуточному контролю знаний по блокам модулей и написания реферативных работ; на изучение учебного гербария и признаков семейств Покрывосеменных.

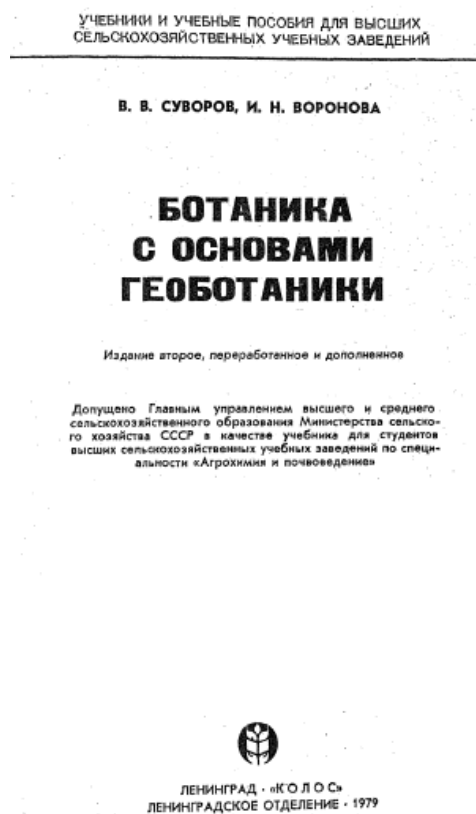
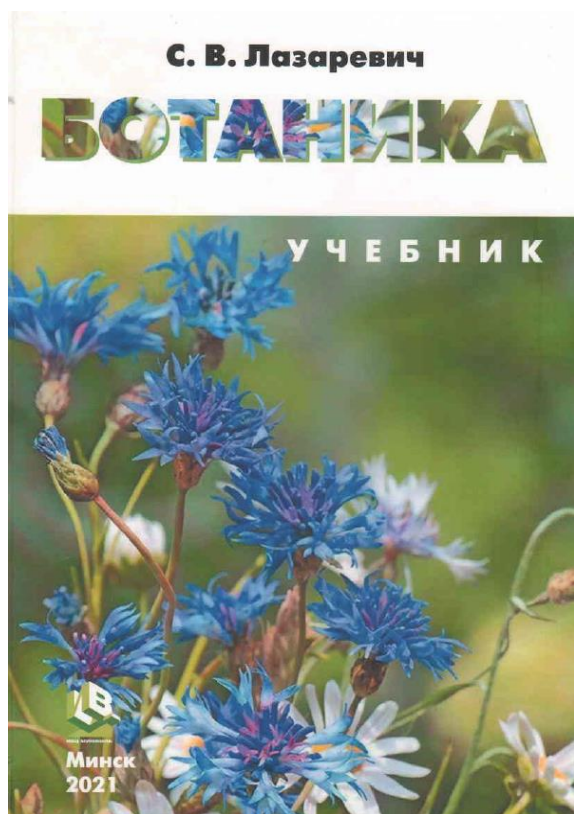
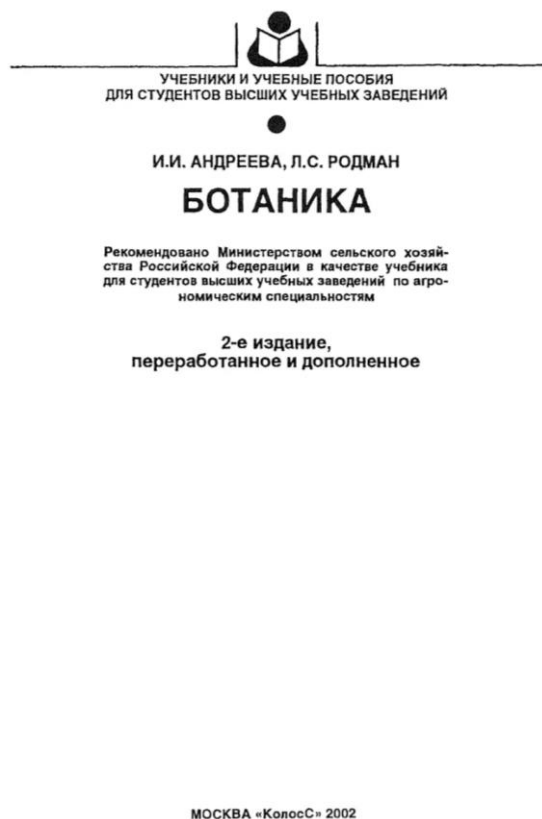
Рекомендации по организации работы с УМК. УМК по учебной дисциплине «Ботаника» могут использовать студенты общего высшего образования очной и заочной форм получения образования, а также преподаватели и сотрудники кафедры ботаники и физиологии растений.

Обязательной частью организации учебного процесса являются тематические планы лекционных и лабораторных занятий. Этот компонент также представлен в УМК по учебной дисциплине «Ботаника». Учебники, учебные и учебно-методические пособия, методические указания, практикум и наглядный демонстрационный материал, представленные в УМК в форме сканированных титульных листов, в полном объеме имеются на кафедре ботаники и физиологии растений и доступны для использования. Обязательные компоненты теоретического и практического разделов УМК по ботанике могут быть использованы как при организации учебных занятий, так и при самостоятельной работе студентами. Формируются графики сдачи блоков, модулей и проведения преподавателями самостоятельной работы со студентами. В УМК представлен перечень лабораторного оборудования, наглядного учебного материала. Эта информация необходима вспомогательному персоналу кафедры для своевременной и качественной организации аудиторных занятий.

Учебно-методический комплекс по дисциплине изготовлен в бумажном и электронном формах, что обеспечивает доступность его использования для студентов и сотрудников кафедры.

І. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Учебники, учебные пособия, курсы лекций



1.2 Обеспеченность студентов учебной литературой

по учебной дисциплине «БОТАНИКА»

(по данным библиотеки академии)

Основная литература	КОЛ- ВО
1. Лазаревич, С.В. Ботаника: учебник / С.В. Лазаревич. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 496 с.	50
2. Лазаревич, С. В. Ботаника: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по агрономическим специальностям/ С. В. Лазаревич. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – 480 с.	181
3. Порхунцова, О.А. Ботаника. Цитология. Гистология: учебно-методическое пособие / О.А. Порхунцова. – Горки: УО БГСХА, 2021. – 86 с.	48
4. Систематика цветковых растений: учебно-методическое пособие УМО / Лазаревич СВ, Порхунцова ОА, Цыркунова ОА [и др] – Горки: БГСХА, 2024 г. – 96 с	50

1.3 Тематический план лекций

Модуль 1: Структурная ботаника. Блок 1: Цитология

1. Введение. Значение растений. Цитология
2. Протопласт. Цитоплазма. Органоиды цитоплазмы
3. Ядро. Способы деления растительной клетки
4. Производные протопласта. Клеточная стенка
5. Производные протопласта. Вакуоль. Запасные питательные вещества

Блок 2: Гистология

6. Гистология. Образовательные ткани
7. Постоянные ткани: покровные, основные, механические
8. Постоянные ткани: проводящие. Проводящие комплексы
9. Постоянные ткани: выделительные ткани

Блок 3: Органография и размножение растений

10. Органография. Понятие об органах растений
11. Корень
12. Специализации и метаморфозы корней
13. Побег. Стебель
14. Анатомическое строение стеблей
15. Видоизменения побега
16. Лист. Метаморфозы листа
17. Воспроизведение и размножение растений. Типы размножения растений
18. Понятие о жизненном цикле растений. Жизненные формы растений

Модуль 2: Систематика растений. Блок 1: Археγονиальные растения

19. Систематика растений
20. Археγονиальные споровые растения
21. Отдел Голосеменные

Блок 2: Репродуктивные органы Цветковых

22. Отдел Цветковые (Покрытосеменные)
23. Репродуктивные органы Цветковых. Цветение
24. Опыление и оплодотворение Цветковых. Апомиксис

Блок 3: Систематика Цветковых

25. Сравнительная характеристика растений классов Однодольные и Двудольные. Характеристика растений семейств Покрытосеменных

Модуль 3, блок 1: Фитоценология и география растений

26. Фитоценология. Классификация и строение фитоценозов
27. Флора и растительность. Ареал и его типы

1.4 Опорный конспект лекций

ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ. ЗНАЧЕНИЕ РАСТЕНИЙ. ЦИТОЛОГИЯ

Ботаника – это наука о растениях, которая занимается изучением их строения, жизненных функций, распространения, происхождения и эволюции.

Ботаника изучает:

- закономерности возникновения, формирования, строения, роста и развития растений;
- взаимоотношения растений между собой и окружающей средой;
- рост, развитие растений в онтогенезе и филогенезе;
- закономерности и причины расселения растений.

Задачами ботаники являются:

1. изучение видового многообразия растений с целью его рационального использования в практике сельскохозяйственного производства;
2. отыскание свойств, качеств, веществ, которые могут быть использованы человеком;
3. изучение растительных сообществ и экологических систем с целью их рационального использования и охраны;
4. изучение причин многообразия видового состава растений и эволюции растительного мира.

Разделы ботаники:

- цитология (клетка);
- гистология (ткани);
- органография (органы растений);
- систематика (объединение в таксономические единицы);
- фитоценология (растительное сообщество);
- география растений (распространение растений);
- экология растений (взаимоотношения с факторами окружающей среды);
- палеоботаника (ископаемые остатки – прежний облик растений).

Значение растений в природе и жизни человека.

1. Растения – автотрофные организмы (продуценты органических веществ в экосистеме);
2. Фотосинтез – O₂;
3. Пищевое значение (хлебные, крупяные, овощные, фруктовые, пряно-ароматические, масличные и другие культуры);
4. Кормовое значение (растительные корма для животных);
5. Техническое значение (растения как источник сырья для промышленности);
6. Для лечебных целей (лекарственные растения, сырье для получения медицинских препаратов);
7. Декоративное значение (озеленение городских территорий, внутри помещений);
8. Охрана и улучшение окружающей среды (нормальное функционирование экологических систем биосферы).

Краткая история изучения клеточного строения растений.

1590 г. – создание микроскопа (голландские мастера Янсен).

1665 г. – открытие клетки (английский ученый Р. Гук) клеточное строение (пробка)

1671 и 1682 гг. – клеточное строение растений (М. Мальпиги и Н. Грю)

В работах Р. Гука, М. Мальпиги, Н. Грю и на протяжении последующих 150 лет – клеточная оболочка самая существенная часть в строении клетки.

1676 – открытие хроматофоров (А. Левенгук зеленые ленты» спирогиры); хлоропластов – «зеленые шарики»

1791 г. – переоткрытие хлоропластов (Компаретти)

1831 г. – открытие ядра (Р. Броун)

1838 и 1839 гг. клеточная теория строения организмов (М. Шлейден, Т. Шван)

Основные положения клеточной теории:

- клетка – основная единица строения и развития всех живых организмов.
- клетки всех одно- и многоклеточных организмов сходны по своему строению, химическому составу, основным проявлениям жизнедеятельности и обмену веществ.
- размножаются клетки путём деления.
- в многоклеточных организмах клетки специализированы по выполняемым функциям и образуют ткани.
- из тканей состоят органы.

Цитология – раздел ботаники о клетке.

Клетка – это наименьшая биологическая и структурная единица живого организма. Для нее характерны все жизненно важные свойства – питание, дыхание, рост, раздражимость, размножение и др. В многоклеточном организме растения клетки, как правило, специализируются на выполнении какой-нибудь одной функции, приобретая характерные особенности строения (рис. 1).

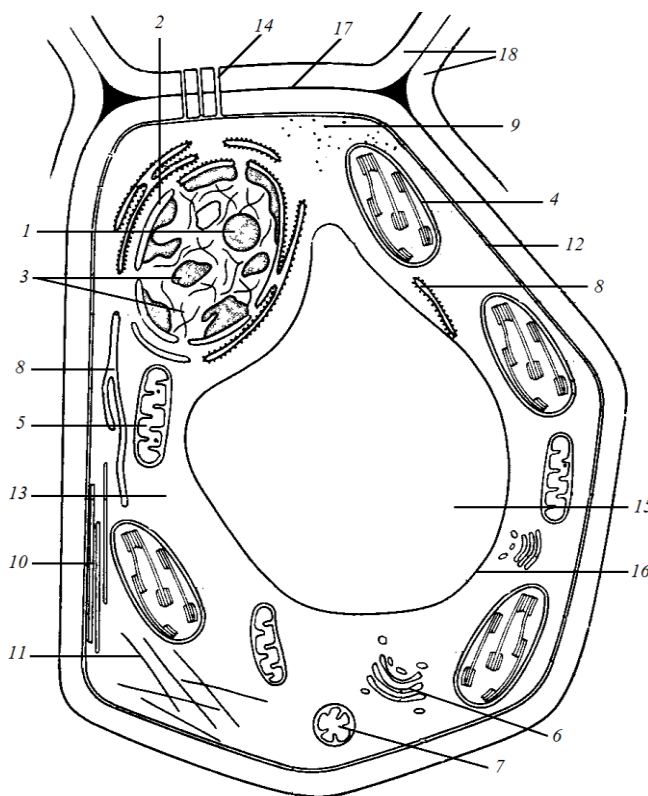


Рис. 1. Строение растительной клетки:

1 – ядрышко; 2 – ядерная оболочка; 3 – хроматин (1–3 – ядро); 4 – хлоропласты; 5 – митохондрии; 6 – Аппарат Гольджи; 7 – лизосомы; 8 – эндоплазматический ретикул (ЭР); 9 – рибосомы; 10 – микротрубочки; 11 – микрофиламенты (11–12 цитоскелет); 12 – плазмалемма; 13 – мезоплазма; 14 – плазмодесмы (1–14 – протопласт); 15 – клеточный сок; 16 – тонопласт (15–16 – вакуоль); 17 – срединная пластинка; 18 – клеточные стенки (15–18 – производные протопласта)

Форма растительных клеток очень разнообразна (цилиндрическая, шаровидная, кубическая, звездчатая и др.) и тесно связана с выполняемой ими физиологической функцией. Все многообразие форм сводят к двум основным типам клеток: паренхимным и прозенхимным.

Паренхимные клетки – это изодиаметрические клетки, у которых длина, ширина и высота почти одинаковы, или слегка вытянутые клетки – длина превышает ширину не более чем в 2–3 раза. Такие клетки образуются в результате более и менее равномерного роста во всех

направлениях. Клетки растений имеют микроскопические размеры (обычно 10–100 мкм). Особенно крупными являются паренхимные клетки, специализированные на накоплении запасных питательных веществ и воды. Клетки мякоти арбуза, лимона, томата достигают в размере нескольких миллиметров и видны невооруженным глазом.

Прозенхимные клетки имеют сильно вытянутую форму, когда их длина превышает ширину и толщину в 5, 10 раз и более. Такие клетки формируются в том случае, если их рост происходит преимущественно в одном направлении. Прозенхимные клетки значительно крупнее клеток паренхимной формы и характерны для клеток лубяных и древесинных волокон. Так, длина лубяных волокон льна достигает 20–40 мм, хлопчатника – 10–60 мм, крапивы – до 80 мм, а поперечник этих клеток обычно не превышает 50–100 мкм.

Несмотря на огромное разнообразие, клетки растений характеризуются общностью строения:

- имеют оформленное ядро (растения являются эукариотами);
- в клетках растений есть пластиды (хлоропласты, лейкопласты, хромопласты) (см. рис. 3);
- имеется жесткая клеточная оболочка, в состав которой входят целлюлоза, гемицеллюлоза и пектин;
- в клетках хорошо развита система вакуолей;
- при делении клеток отсутствует формирование центриолей;
- цитоплазма и ядро составляют ее живое содержимое – *протопласт*; в протопласте осуществляются все основные процессы обмена веществ;
- клеточная стенка и клеточный сок являются *производными протопласта*, продуктами его жизнедеятельности;
- имеют мембранное строение (плазмалемма, тонопласт, мембраны органоидов цитоплазмы).

Структурная организация растительной клетки.



В молодых, вновь образовавшихся, клетках в центре располагается ядро. Многочисленные мелкие вакуоли слабо заметны, клеточная оболочка тонкая. В полностью сформированных клетках ядро располагается в постенном слое цитоплазмы, почти вся полость клетки занята крупной вакуолью. Площадь клеточной стенки и ее толщина увеличены. Рост клеток и изменения в них свидетельствуют о том, что цитоплазма и ядро составляют ее живое содержимое (*протопласт*), а клеточная стенка и клеточный сок являются *производными протопласта*. От клеточного сока протопласт отделен мембраной, которая называется *тонопластом*, а от клеточной стенки – *плазмалеммой*. В протопласте осуществляются все основные процессы обмена веществ.



ТЕМА 2. ПРОТОПЛАСТ. ЦИТОПЛАЗМА. ОРГАНОИДЫ ЦИТОПЛАЗМЫ

Цитоплазма: ее физическое состояние, структура, химический состав.

Цитоплазма является обязательной частью живой клетки, где происходят все процессы клеточного обмена, кроме синтеза нуклеиновых кислот (это происходит в ядре).

По физическому состоянию цитоплазма – это коллоидная белково-липоидная система.

По характеристике коллоидных систем относится к гидрозолям и состоит из двух компонентов:

1. Дисперсная среда (вода);
2. Дисперсионная фаза (мелкие коллоидные частицы, которые несут одноименный заряд «+» или «-»).

Физические состояния цитоплазмы: состояние золя; состояние геля

Химический состав цитоплазмы:

Вода - 80 %	
Сухое вещество – 20 %:	1) белки 10-12 %
	2) липиды 5 %
	3) углеводы 2 %
	4) нуклеиновые кислоты (РНК) 1 %
	5) неорганические вещества 1 %

Структура цитоплазмы:

1. Плазмалемма – поверхностная мембрана, которая граничит с клеточной оболочкой. Плазмалемма управляет проницаемостью клетки (поглощением и выделением веществ), участвует в защитной функции. На ней есть различные ферменты, расщепляющие различные вещества (рис. 2).

2. Тонопласт - поверхностная мембрана, которая окружает вакуоль. Тонопласту присуще избирательная проницаемость и способность к активному проведению различных веществ.

3. Мезоплазма – средняя часть цитоплазмы, расположенная между плазмалеммой и тонопластом. В мезоплазме выделяют:

- матрикс (гиалоплазма);
- органоиды.

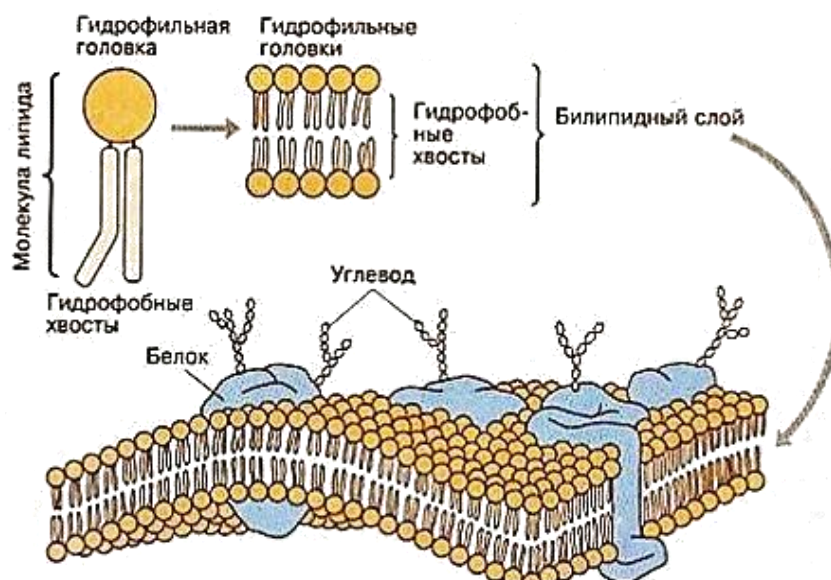


Рис. 2. Строение цитоплазматической мембраны

Гиалоплазма – бесцветная коллоидная система, обладающая ферментативной активностью. Гиалоплазма пронизана микротрубочками и микрофиламентами.

Цитоскелет – это совокупность микротрубочек и микрофиламентов (рис. 3).

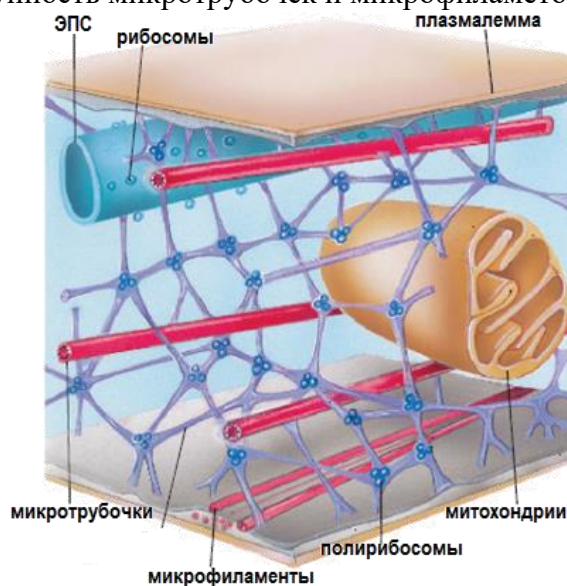


Рис. 3. Гиалоплазма – цитоскелет

Свойства и функции цитоплазма.

1. обмен веществ (метаболизм) – биохимические процессы, протекающие в клетке;
2. раздражимость – способность реагировать на воздействие внешнего фактора;
3. рост и развитие;
4. размножение;
5. вязкость и упругость;
- движение: вращательное (круговое); струйчатое;
7. полупроницаемость.

Функции цитоплазмы:

1. является средой, в которой расположены все органоиды клетки;
2. обеспечивает связь между органоидами и согласованное их функционирование;
3. обеспечивает связь клеток, как единая система.

3. ЯДРО. СПОСОБЫ ДЕЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Ядро, его строение и функции (рис.4).

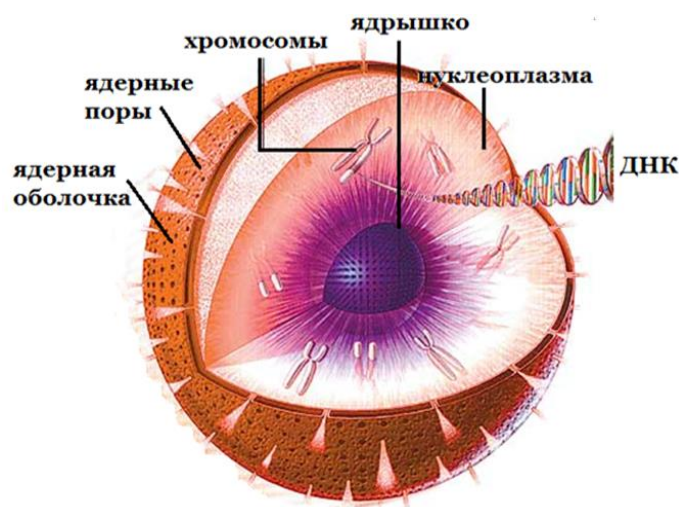


Рис. 4. Ядро

Строение: ядерная оболочка; нуклеоплазма; хромосомы (рис. 5); ядрышки
ФУНКЦИИ:

1. Хранение и передача наследственной информации;
2. Управление жизнедеятельностью клетки.

Хромосомно-ядрышковый комплекс. Понятие о кариотипе. Полиплоидия.

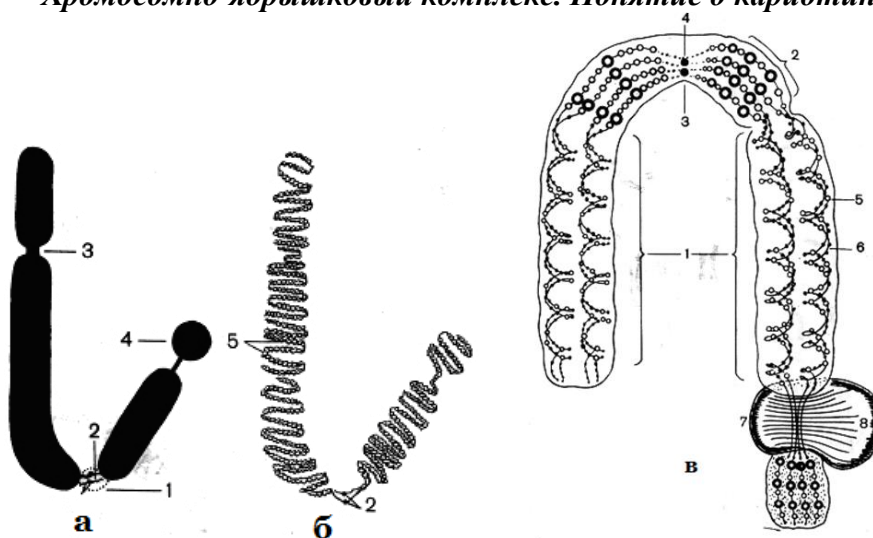


Рис. 5. Строение хромосом: а-внешний вид: 1-первичная перетяжка; 2-центромера; 3-вторичная перетяжка; 4-спутник; б-внутреннее строение: 5-хромонемы; в-тонкое строение хромонем: 1-эухроматин; 2-гетерохроматин; 3-первичная перетяжка; 4-центромера; 5-хроматида; 6-хромонема; 7-вторичная перетяжка; 8-ядрышко;

Хромосомный набор – это число хромосом в ядре, их размер, форма.

Диплоидный набор – это пары гомологичных хромосом ($2n$): ячмень $2n=14$; овес $2n=42$; томат $2n=24$; человек $2n=46$

Гаплоидный набор – одинарный набор хромосом (n): ячмень $n=7$; овес $n=21$; томат $n=12$; человек $n=23$

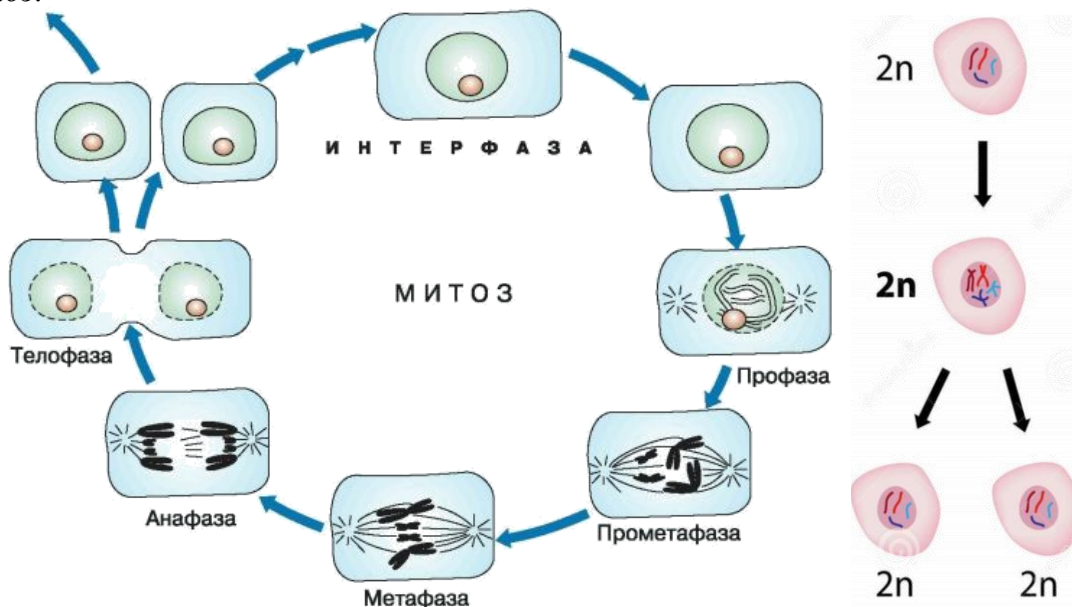
Кариотип – это совокупность признаков хромосомного набора

Полиплоидия – это увеличение набора хромосом, кратное гаплоидному набору; $3n$, $4n$, $5n$, $6n$ и т.д. Пшеница твердая ($n=7$) $4n=28$; пшеница мягкая ($n=7$) $6n=42$

Способы деления клетки.

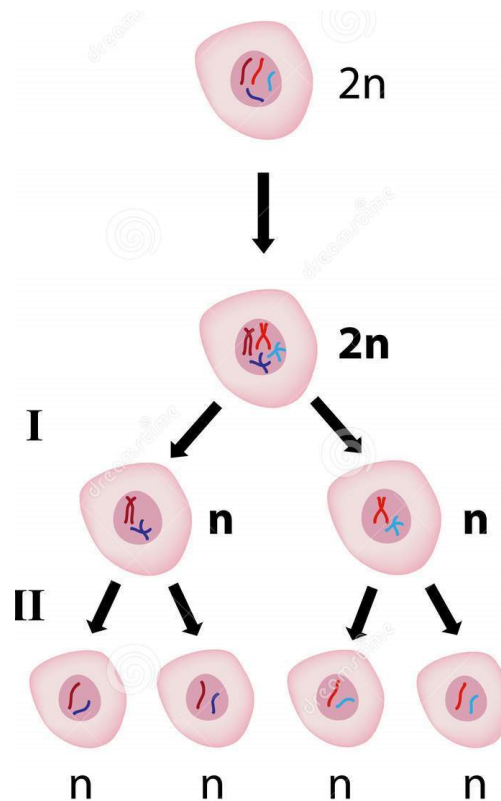
Амитоз – прямое деление интерфазного ядра путем перетяжки без образования хромосом. Амитоз проходит вне митотического цикла

Митоз:



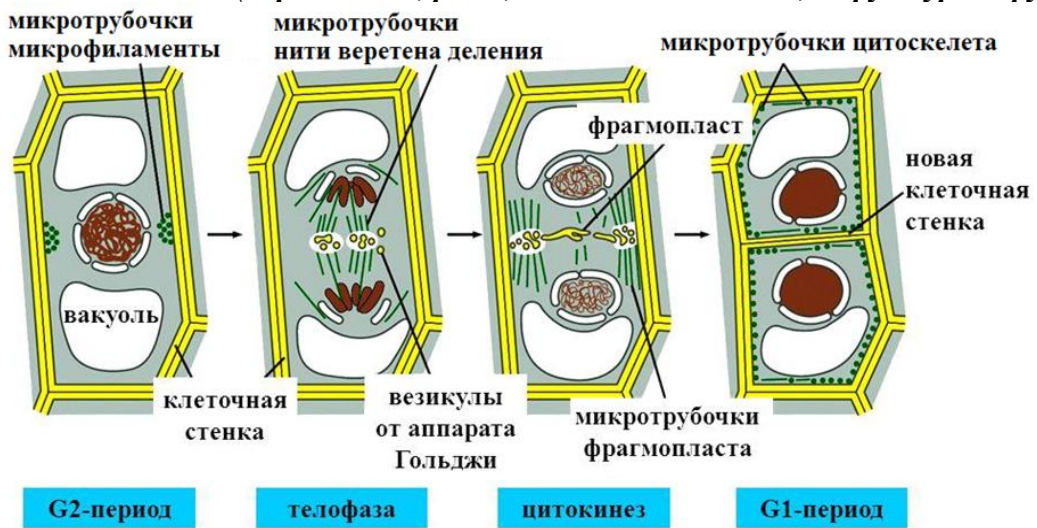
Мейоз:

М е й о з	
Первое деление	Второе деление
Профаза I $2n4c$ 	Профаза II $1n2c$
Метафаза I $2n4c$ 	Метафаза II $1n2c$
Анафаза I $2n4c$ 	Анафаза II $2n2c$
Телофаза I $1n2c$ 	Телофаза II $1n1c$



ТЕМА 4. ПРОИЗВОДНЫЕ ПРОТОПЛАСТА. КЛЕТОЧНАЯ СТЕНКА

Клеточная оболочка (образование, рост, химический состав, структура и функции).



Рост клеточной оболочки происходит двумя путями:

1. *интуссусцепция (рост внедрением)* – частицы целлюлозы внедряются между уже имеющимися частицами (рост первичной клеточной стенки);
2. *аппозиция (рост наложением)* – новые частицы целлюлозы накладываются на старые, происходит утолщение оболочки (рост вторичной клеточной стенки).

Строение и структура клеточной оболочки представлены на рисунке 6, 7.

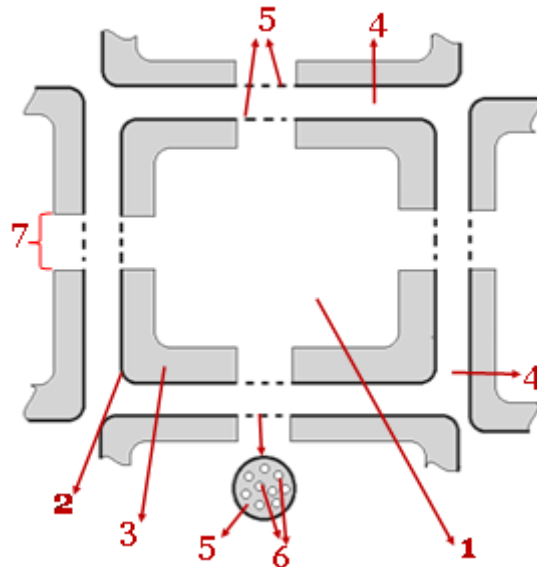


Рис. 6. Строение клеточной оболочки:

- 1 – полость клетки; 2 – первичная клеточная стенка; 3 – вторичная клеточная стенка; 4 – срединная пластинка; 5 – первичное поровое поле (ППП); 6 – плазмодесменные канальца; 7 – пора.

КЛЕТОЧНАЯ ОБОЛОЧКА: функции

1. клеточная оболочка определяет форму клетки и выполняет защитную функцию;
2. буферная функция – в ней накапливается до 30 % воды всей клетки;
3. транспортная – поры клеточной оболочки являются руслом транспортной системы клетки.

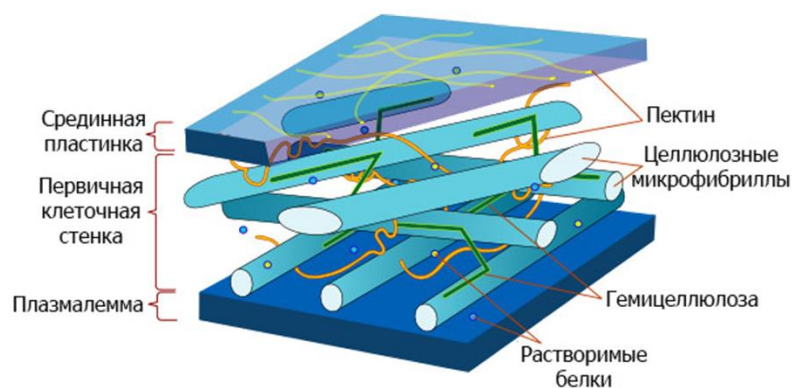


Рис. 7. Структура клеточной стенки

Клеточная оболочка: химический состав

1. Вода – до 30 %	
2. Высокомолекулярные углеводы:	1) Целлюлоза (клетчатка) – полимер, мономером которой является глюкоза. Целлюлоза нерастворима в воде, спиртах и щелочах.
	2) Гемицеллюлоза (полуклетчатка) – полимер, более растворима, чем целлюлоза, легче растворяется и разрушается ферментами.
	3) Пектин – аморфное вещество, гидрофильно, набухает в воде, легко разрушается.

Межклеточные связи (поры, плазмодесмы). Мацерация.

Пора – неутолщенное место вторичной клеточной оболочки. Поровый канал разделен замыкающей пленкой (рис.8).

Различают два типа пор:

1. *простые поры* – цилиндрическая форма порового канала;
2. *окаймленные поры* – поровый канал в виде воронки.



Рис. 8. Строение простой поры

Видоизменения клеточной оболочки.

1. Одревеснение происходит в результате накопления в клеточной оболочке лигнина, который откладывается в промежутках между микрофибриллами целлюлозы. Одревеснение предохраняет клетки растений от разрушительного действия бактерий и грибов.

2. Опробковение происходит в результате пропитывания клеточной оболочки суберином, который делает клеточную оболочку непроницаемой для воды и газов. Опробковение предохраняет клетки от испарения, низких температур, механических повреждений.

3. Кутинизация происходит в результате пропитывания клеточной оболочки кутином. Пропитывается та часть клеточной оболочки, которая граничит с атмосферой. Кутинизация является защитным приспособлением от излишнего испарения и перегревания.

4. Ослизнение происходит в результате превращения целлюлозы в камеди и слизи. Ослизнение ускоряет прорастание семян.

5. Минерализация происходит в результате отложения минеральных солей в клеточной оболочке. Минерализация придает прочность, защищает растения от поедания животными.

ТЕМА 5. ПРОИЗВОДНЫЕ ПРОТОПЛАСТА. ВАКУОЛЬ. ЗАПАСНЫЕ ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Вакуоль, образование и значение. Химический состав и значение клеточного сока.

ВАКУОЛЬ – это полость, заполненная клеточным соком и ограниченная тонопластом.

ФУНКЦИИ ВАКУОЛЕЙ:

1. Накопление запасных питательных веществ.
2. Изоляция конечных продуктов обмена.
3. Поддержания тургорного состояния растительной клетки.
4. Регуляция водно-солевого обмена.

Клеточный сок – это слабokonцентрированный водный раствор минеральных и органических соединений, образующих истинные и коллоидные растворы.

Химический состав клеточного сока:

- I. Неорганические вещества.
- II. Органические вещества:
 - а) безазотистые соединения
 - б) азот содержащие соединения.

Физиологически активные вещества растительной клетки

1. Ферменты – это сложные вещества белковой природы (биологические катализаторы)

Свойства: высокая специфичность (реакция-фермент); способность сохранять активность вне живой клетки.

2. Витамины – это органические вещества различной химической природы

Свойство: Специфичность действия

Витамины: растворимые в жирах (A,D,E) ; растворимые в воде (B, C, PP и др)

Фитогормоны – это гормоны растений, регулирующие физиологические процессы (рост, развитие, деление клетки)

Свойство: биологически активны в очень малых дозах

3. Фитогормоны делят на:

- ауксины – цветение, рост стеблей, листьев, корней (стимуляция корнеобразования)
- цитокинины – активизация деления клеток (улучшение прорастания семян, в культуре in-vitro)
- гиббереллины – стимулируют увеличение размеров клеток и их дифференциация (снижают покой семян, клубней, луковиц, стимулируют цветение)
- абсцизовая кислота – сохранение стадии покоя боковых почек (задерживает опадение частей раст.)

– этилен – ингибитор, ускоряет созревание плодов, старение листьев, опадение частей растения.

4. Фитонциды – это особые вещества, которые вырабатываются в клетках растений и защищают ее от поражения болезнетворными микроорганизмами: хвойные растения (сосна, пихта, ель)

Продукты вторичного обмена растительной клетки.

ТЕМА 6. ГИСТОЛОГИЯ. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Тканями называют устойчивые, т.е. закономерно повторяющиеся группы клеток, сходные по происхождению, строению и приспособленные к выполнению одной или нескольких функций. Многие ткани характеризуются и определенным местоположением.

Образовательные ткани (меристемы) благодаря постоянному митотическому делению их клеток обеспечивают образование всех тканей растения, т. е. фактически формируют его. Клетки меристем мелкие, паренхимной формы, не имеют межклетников. Клеточные стенки тонкие, с малым содержанием целлюлозы. Цитоплазма густая, ядро крупное, расположено в центре. В клетке много рибосом, митохондрий и мелких вакуолей. Для клеток образовательных тканей характерно два свойства: способность к делению и к дифференциации.

По происхождению образовательные ткани могут быть первичными и вторичными.

Первичные меристемы происходят непосредственно из меристемы зародыша и обладают способностью к делению. У взрослых растений они сохраняются на верхушке стебля, вблизи кончика корня, а также в почках, основаниях междоузлий стебля и листовых пластинок.

Вторичные меристемы заново приобретают способность к активному делению. Они образуются первичными меристемами, почти утратившими способность к делению, или постоянными тканями.

По положению в растении меристемы подразделяют:

- на верхушечные (апикальные);
- боковые (латеральные);
- вставочные (интеркалярные);
- раневые.

Верхушечные (апикальные) меристемы располагаются у растений на верхушках стеблей, кончиках корней и обеспечивают рост растения в длину. Апикальные меристемы по происхождению только первичные, формируют конусы нарастания побега и корня. В конусе нарастания побега различают два слоя: 1) туника, из которой образуется эпидерма; 2) корпус, который дает начало тканям первичной коры и центрального цилиндра стебля. В строении кончика корня выделяют: 1) дерматоген, который дает начало эпиблеме; 2) периблема – образует ткани первичной коры; 3) плерома, из которой возникают ткани центрального цилиндра корня (рис. 9).

Боковые (латеральные) меристемы по происхождению могут быть первичными и вторичными. На поперечном срезе корня и стебля они имеют вид окружности. К первичным боковым меристемам относятся *прокамбий*, *перикцикл*, которые возникают сразу под конусами нарастания корня, стебля и непосредственно связаны с ними. Вторичные боковые меристемы представляют *камбий* и *феллоген*.

Прокамбий формирует первичные элементы проводящих комплексов (флоэмы и ксилемы), а камбий – вторичные. Феллоген образует перидерму, в состав которой входит вторичная покровная ткань пробка. Боковые меристемы располагаются параллельно поверхности корня и стебля и обеспечивают утолщение.

Вставочные (интеркалярные) являются первичными остаточными меристемами. Они сохраняются в виде отдельных участков в зонах активного роста в различных частях растения: в основании черешков листьев, у оснований междоузлий. У злаковых растений они обеспечивают рост каждого междоузлия, а значит, стебля в длину.

Раневые меристемы образуются при повреждении тканей и органов растений. Вокруг повреждения живые клетки начинают делиться, превращаясь во вторичную раневую меристему. Эти меристемы образуют *каллюс* – плотную защитную ткань белого или желтоватого цвета, состоящую из паренхимных клеток. Эта ткань возникает при прививках, обеспечивая срастание привоя с подвоем и в основании черенков.

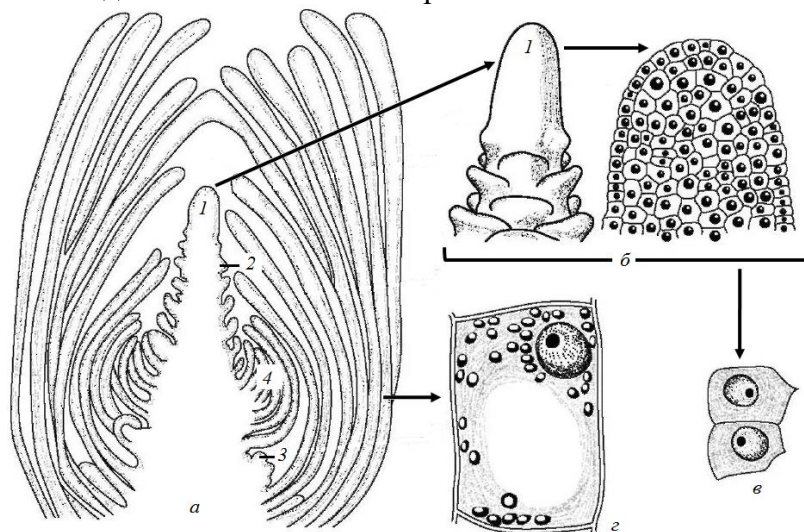


Рис. 9. Верхушечная почка побега элодеи:

а – продольный срез почки; *б* – конус нарастания (внешний вид и разрез); *в* – клетки конуса нарастания в увеличенном виде; *г* – клетки из сформировавшегося листа; 1 – конус нарастания побега; 2 – зачаток листа; 3 – зачаток пазушной почки

Строение конуса нарастания побега и корня.

1) Конус нарастания побега (апекс побега) согласно теории Шмидта



2) Конус нарастания корня (апекс корня) согласно теории Гистогенов



ТЕМА 7. ПОСТОЯННЫЕ ТКАНИ: ПОКРОВНЫЕ, ОСНОВНЫЕ, МЕХАНИЧЕСКИЕ

Покровные ткани

Классификация покровных тканей по происхождению:

1. Первичные: – эпидерма; – эпиблема
2. Вторичные: – пробка; – корка

Функции покровных тканей:

1. защитная,
2. взаимосвязь с окружающей средой

Основные ткани (паренхимы).

ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ: Клетки живые, округлой или слегка вытянутой формы (паренхимная форма), с развитыми межклетниками. Клеточная оболочка целлюлозная, тонкостенная, имеет простые поры

КЛАССИФИКАЦИЯ ПАРЕНХИМ по выполняемой функции:

1. Ассимиляционная (фотосинтезирующая);
2. Запасающая;
3. Водозапасающая
4. Воздухоносная;
5. Типичная

Механические ткани

ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ: Клетки живые (колленхима) или мертвые, клеточные оболочки утолщенные, форма клеток паренхимная или прозенхимная (волокна). Функция: опорная.

КЛАССИФИКАЦИЯ механических тканей:

1. Колленхима (обязательное условие – наличие тургора в клетке): уголковая, пластинчатая, рыхлая;
2. Склеренхима: древесинные и лубяные волокна;
3. Склереиды: каменистые и ветвистые клетки

ТЕМА 8. ПОСТОЯННЫЕ ТКАНИ: ПРОВОДЯЩИЕ. ПРОВОДЯЩИЕ КОМПЛЕКСЫ

Проводящие ткани

Классификация проводящих тканей по потокам перемещения:

1. ВОСХОДЯЩИЙ ТОК:

- трахеиды
- сосуды
- ксилема (древесина)

2. НИСХОДЯЩИЙ ТОК:

- ситовидные клетки
- ситовидные трубки
- флоэма (луб)

Функция проводящих тканей: передвижение веществ

Проводящие пучки. Очень часто в органах растений ткани располагаются сложными комплексами. Такими комплексами являются сосудисто-волокнистые проводящие пучки, пронизывающие в виде тонких тяжей все органы растений. Каждый *проводящий пучок* представляет собой *совместные тяжи ксилемы и флоэмы*.

Проводящие комплексы ксилема и флоэма включают проводящие, механические и основные ткани, выполняющие определенную функцию. В состав **ксилемы**, или древесины, входят:

- 1) сосуды и трахеиды;
- 2) древесинная паренхима, в клетках которой происходит ближний радиальный транспорт водных растворов и накопление запасных веществ;
- 3) древесинные волокна (либриформ).

В состав **флоэмы**, или луба, входят:

- 1) ситовидные трубки с клетками-спутницами;
- 2) лубяная паренхима, участвующая в ближнем транспорте ассимилянтов и накоплении запасных веществ;
- 3) лубяные волокна (либриформ).

Проводящие пучки осуществляют двустороннее *передвижение* веществ в растении (водные растворы минеральных веществ, продукты ассимиляции), а также выполняют *опорную* функцию, придавая растениям прочность.

Формирование проводящих пучков осуществляется за счет деятельности *прокамбия*. Наружные клетки прокамбия, интенсивно делясь, дифференцируются в элементы флоэмы, внутренние – в элементы ксилемы. Если в проводящем пучке между ксилемой и флоэмой не остается клеток меристемы, то такой проводящий пучок является *закрытым* и включает только первичные элементы флоэмы и ксилемы. Закрытые проводящие пучки не способны к дальнейшему росту. Они характерны для однодольных покрытосеменных, а также для папоротников, очень редко встречаются у двудольных.

Когда между флоэмой и ксилемой из сохранившихся клеток прокамбия заново восстанавливается меристематическая активность (закладывается камбий), тогда проводящие пучки будут *открытыми*. Открытые проводящие пучки включают не только первичные, но и вторичные элементы флоэмы и ксилемы, между которыми располагается камбий. Такие проводящие пучки характерны для двудольных покрытосеменных и голосеменных, стебли и корни которых способны ко вторичному утолщению.

В зависимости от *расположения ксилемы и флоэмы* в составе проводящего пучка их подразделяют:

– на **коллатеральные**, в которых ксилема и флоэма расположены бок о бок, на одном радиусе; такой тип пучка характерен для корней, стеблей и листьев семенных растений. На поперечном срезе органа коллатеральные пучки чаще всего овально-округлой формы, в которых наружная часть представлена флоэмой, а внутренняя – ксилемой. Коллатеральные проводящие пучки могут быть как открытыми, так и закрытыми (рис. 10);

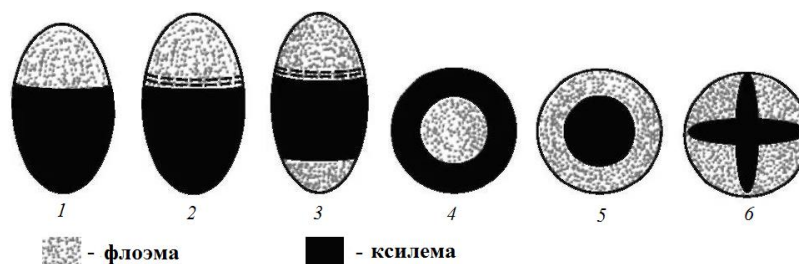


Рис. 10. Типы проводящих пучков:

1 – коллатеральный закрытый; 2 – коллатеральный открытый; 3 – биколлатеральный; 4 – концентрический амфивазальный; 5 – концентрический амфикрибральный; 6 – радиальный

– **биколлатеральные**, которые имеют дополнительный участок флоэмы, поэтому к ксилеме с двух сторон примыкает флоэма. Биколлатеральные пучки являются открытыми, они характерны для растений семейств Тыквенные, Пасленовые, Норичниковые;

– **концентрические** – ксилема и флоэма располагаются в виде окружностей, пучки только закрытые. Если в проводящем пучке ксилема окружает флоэму, такой проводящий пучок называется *амфивазальным* (характерен для корневищ однодольных растений, например ландыш, ирис). Проводящий пучок, в котором флоэма окружает ксилему, называется *амфикрибральным* (корневище папоротников);

– **радиальные** – характеризуются тем, что ксилема и флоэма располагаются на разных радиусах. Такие пучки являются закрытыми и характерны для зоны всасывания корней.

ТЕМА 9. ПОСТОЯННЫЕ ТКАНИ: ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

В процессе жизнедеятельности растений образуются также вещества, которые не участвуют в дальнейшем метаболизме. Это побочные или конечные продукты обмена веществ, подлежащие выделению или изоляции внутри растения. Химическая природа их различна. Это разнообразные эфирные масла, смолы, бальзамы, каучук и т. д. Эфирные масла могут привлекать насекомых–опылителей, отпугивать животных, предохранять растения от перегрева и уменьшать испарение с их поверхности. Смолы препятствуют гниению. Также выделяются вода, соли, сахара; изолируются токсичные вещества.

Удаление побочных продуктов обмена происходит в результате **секреции** – акт выделения вещества от протопласта. Отделяемые (секретируемые) вещества называются **секретами**.

Выделительные ткани подразделяют на ткани наружной и внутренней секреции.

Выделительные ткани наружной секреции эволюционно связаны с покровными тканями, выделяют секретируемые вещества наружу, в окружающую среду. К ним относятся:

– **железистые волоски** – это специальные выросты эпидермы, имеющие многоклеточное строение; они состоят из живых клеток, которые формируют удлиненную ножку из 1–2 клеток и одно- или многоклеточную головку. Клетки головки выделяют секреты под кутикулу, при разрыве которой секрет изливается в окружающую среду. Таким образом выделяются эфирные масла, водные растворы солей. Железистые волоски характерны для растений семейств Яснотковые, Астровые, Сельдерейные (рис. 11);

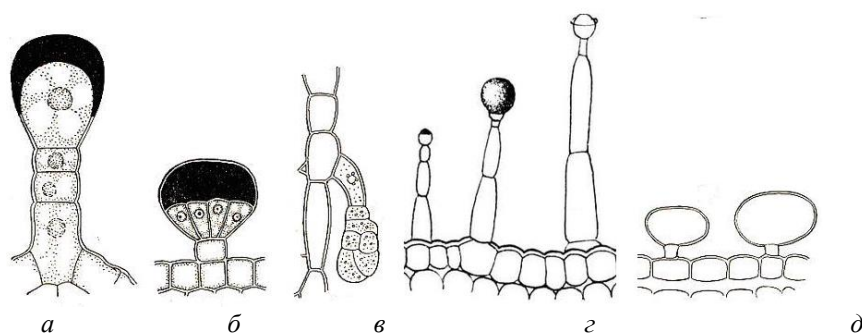


Рис. 11. Железистые волоски:

а – пеларгония; б – розмарин; в – картофель; г – первоцвет; д – лебеда

– **железки** также специальные выросты эпидермы, но отличаются от железистых волосков наличием короткой ножки и многоклеточной головки; могут выделять эфирные масла и смолы. Железки располагаются на стеблях около формирующихся почек – мята, лаванда, полынь, смородина черная и др. (рис. 12);

– **нектарники** обычно формируются в цветке и могут быть представлены отдельными железистыми клетками. Нектарники могут находиться в ямках (лютик), желобках, шпорцах (живокость), возвышаться в виде бугорков, подушечек (тыква, ива, яснотка). Эти железистые клетки выделяют **нектар** – это водный раствор сахаров с небольшим количеством белков, спиртов и ароматических веществ. Нектароносные растения являются медоносными, посещаются пчелами – липа, гречиха, горчица и др. (рис. 12);

– **осмофоры** также располагаются в цветках и представляют собой специализированные клетки эпидермы или железки, в которых вырабатываются ароматические вещества. Эти вещества представляют собой смеси органических соединений (главным образом эфирных масел), обладающие высокой летучестью. Выделение этих веществ из осмофоров является кратковременным;

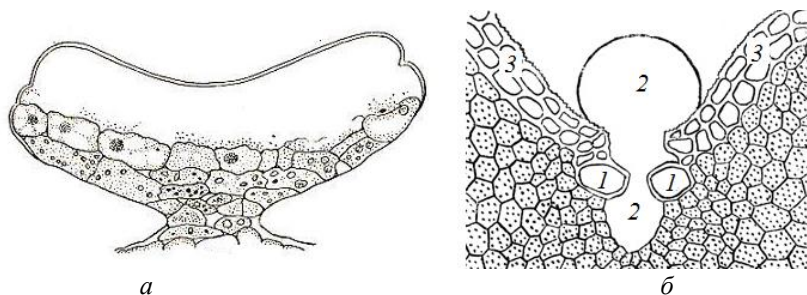


Рис. 12. Выделительные ткани наружной секреции:

a – железа (смородина черная); *б* – нектарник (персик): 1 – клетки, секретирующие нектар; 2 – нектар в нектарной ямке; 3 – клетки эпидермы лепестков

– **гидатоды** выделяют капельно-жидкую воду и растворенные в ней соли. Через гидатоды происходит процесс *гуттации* – выделение капель воды при ее избытке и ослабление транспирации из мезофилла листа на его поверхность. В строении гидатодов специальной секреторной ткани нет. Вода подается трахеидами окончаний проводящих пучков. Гидатоды могут быть в виде: 1) многоклеточных волосков (фасоль); 2) устьиц, которые не способны регулировать величину устьичной щели (манжетка, настурция); 3) многоклеточной ткани эпитемы под водными устьицами – в зубцах листьев камнеломки, земляники, шиповника, чая, первоцвета (рис. 13);

– **переваривающие железы** развиваются на листьях насекомоядных растений (росянка, жирянка, венерина мухоловка). Переваривающие железы выделяют пищеварительные ферменты и кислоты. Они характерны для растений, которые произрастают в условиях недостаточного минерального питания (заболоченная местность, в воде). С помощью переваривающих железок эти растения переваривают мягкие части тела пойманного насекомого, поглощают низкомолекулярные соединения через эпидерму и компенсируют этим недостаток азотного питания.

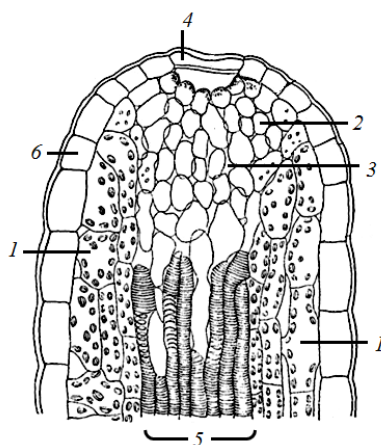


Рис. 13. Гидатоды (зубчик листа первоцвета китайского):

1 – клетки хлоренхимы; 2 – клетки паренхимы; 3 – крупные межклетники; 4 – одна из двух замыкающих клеток водяного устьица, разрезанного продольно; 5 – трахеиды; 6 – клетки эпидермы

Выделительные ткани внутренней секреции обеспечивают изоляцию продуктов вторичного обмена внутри растения. К ним относятся:

– **секреторные вместилища** – накапливают внутри растения чаще всего эфирные масла, смолы, дубильные вещества, каучук. По происхождению их подразделяют на схизогенные и лизигенные вместилища.

Схизогенные вместилища возникают в результате увеличения межклеточных пространств (в межклетниках скапливаются вещества) и выстилания ходов эпителиальными клетками. Такие каналообразные вместилища с эфирными маслами имеют плоды многих сельдерейных

(укроп, кориандр, анис, тмин). Смоляные ходы в листьях и хвое голосеменных также относятся к схизогенному типу вместилищ.

Лизигенные вместилища возникают, когда секретируемые вещества накапливаются внутри клеток с последующим растворением клеточных оболочек и образованием пространств. Такие по строению вместилища с эфирными маслами имеют листья и плоды цитрусовых растений;

– **млечники** – образованы живыми клетками с целлюлозными клеточными стенками, цитоплазмой, ядром, лейкопластами и крупной вакуолью с определенным составом клеточного сока. Клеточный сок млечников называют *млечным соком* или *латексом*, представляющим собой по составу эмульсию (в жидкое содержимое могут быть включены сахара, белки, камеди, алкалоиды, жиры, бальзамы, каучук, гутта и др.). Млечный сок у большинства растений имеет вид белой (молочай, одуванчик, мак) или желтой, оранжевой (чистотел) жидкости. Млечники подразделяют на членистые и нечленистые.

Членистые млечники образуются из живых вытянутых клеток, расположенных продольными рядами. Иногда поперечные перегородки частично или полностью растворяются, в результате чего образуются сплошные тонкие трубки с млечным соком. Членистые млечники имеют многие растения из семейств Астровые, Маковые, Колокольчиковые, Вьюнковые, а также каучуконосные растения гевея, манихот семейства Молочайные.

Нечленистые млечники состоят из одной клетки, которая разрастается по мере роста растения. Каждая клетка такого млечника разветвляется, пронизывает все растение, но отдельные млечные клетки никогда не соединяются. Нечленистые млечники характерны для многих видов семейств Маковые, Молочайные, Кутровые, Крапивные и др.

ТЕМА 10. ОРГАНОГРАФИЯ. ПОНЯТИЕ ОБ ОРГАНАХ РАСТЕНИЙ

Понятие об органах растений. Общие закономерности строения органов растений.

Органография – это раздел ботаники, изучающий органы растений

Органы растений:

1. вегетативные – корень, стебель, лист.
2. репродуктивные – семя, цветок, плод

Общие закономерности строения органов растений:

I. ПОЛЯРНОСТЬ

1) Морфологическая полярность:

2) Физиологическая полярность

ТРОПИЗМ – это направленные ростовые движения органов растений, которые вызваны односторонним воздействием фактора окружающей среды

ТРОПИЗМ:

- *положительный* – направленные ростовые движения в сторону раздражающего фактора
- *отрицательный* – направленные ростовые движения в противоположную сторону по отношению к раздражающему фактору

Типы ТРОПИЗМОВ:

- фототропизм (свет);
- геотропизм (сила земного притяжения);
- хемотропизм (химические вещества)

II. СИММЕТРИЯ

III. МЕТАМЕРИЯ

IV. ОНТОГЕНЕЗ (рис. 14)

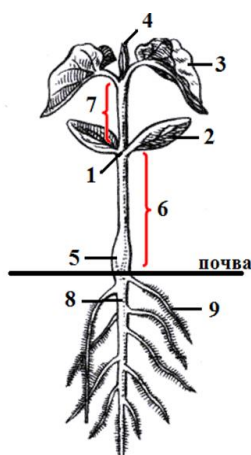


Рисунок 14. Строение проростка:

1 – семядольный узел; 2 – семядоли (зародышевые листья); 3 – настоящий лист; 4 – почка; 5 – корневая шейка; 6 – гипокотиль (подсемядольное колено); 7 – эпикотиль (надсемядольное колено); 8 – главный корень; 9 – боковые корни

ТЕМА 11. КОРЕНЬ

Корень (*Radix*) – это осевой вегетативный орган, который обладает радиальной симметрией и нарастает в длину, пока сохраняется апикальная меристема. На корне никогда не возникают листья, его апикальная меристема защищена корневым чехликом.

Корень служит для закрепления растения в почве, поглощения из почвы воды с растворенными в ней минеральными веществами. Он может быть органом запаса питательных веществ, участвовать в синтезе органических веществ, у корнеотпрысковых растений выполнять функцию вегетативного размножения.

По происхождению корни классифицируют на:

- 1) *главный корень*, развивается из зародышевого корешка семени;
- 2) *придаточные корни*, возникают на других органах растений (стебель, лист, цветок);
- 3) *боковые корни*, образуются на главном и придаточных корнях.

Совокупность всех корней одного растения называется **корневой системой** (рис. 15).

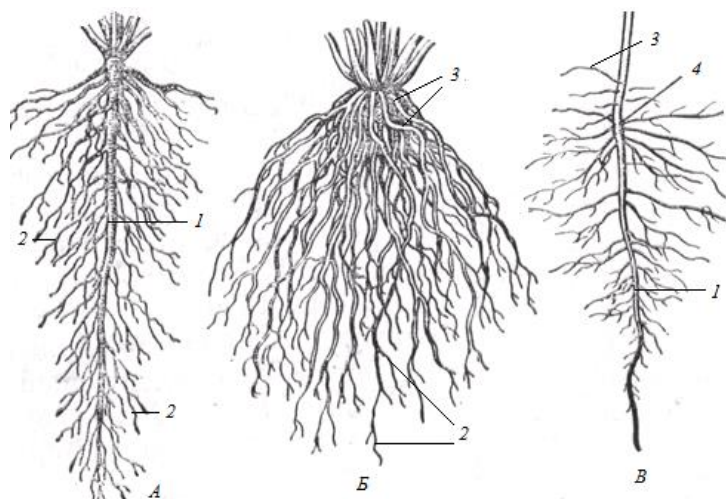


Рис. 15. Типы корневых систем по происхождению:

A – система главного корня; *Б* – система придаточных корней; *В* – смешанная корневая система; 1 – главный корень; 2 – боковые корни; 3 – придаточные корни; 4 – корневая шейка

По происхождению корневые системы подразделяются следующим образом:

1) *система главного корня*, развивается из зародышевого корешка и представлена главным и боковыми корнями, развивается у многих деревьев, кустарников и однолетних травянистых двудольных растений;

2) *система придаточных корней*, состоит из корней, образованных стеблем или листом; характерна для высших споровых растений, у которых образуется только система придаточных корней;

3) *смешанная корневая система*, имеет главный и придаточные корни, характерна для двудольных и однодольных растений.

По форме корневые системы делят на стержневую и мочковатую. Корневая система называется *стержневой*, если главный корень заметно превышает по длине и толщине боковые.

Мочковатая корневая система имеет сходные по величине главный и боковые корни. Для сравнения необходимо рассмотреть корневые системы проростков фасоли и пшеницы.

У фасоли различим главный корень, от которого берут начало боковые корни (рис. 15, Б). Это стержневая корневая система. У проростков пшеницы главный корень не выделяется среди других видов корней (рис. 15, А). Основная их масса состоит из придаточных корней, которые развиваются из нижней части стебля. Это мочковатая корневая система.

Зоны молодого корня – это разные части корня по длине, которые выполняют различные функции и характеризуются определенными морфологическими особенностями.

Морфологическое строение кончика корня однодольных и двудольных растений одинаково. Рассматривая корень при малом увеличении микроскопа, можно увидеть, что кончик его несет особое образование – *корневой чехлик* в виде колпачка, прикрывающий конус нарастания корня. Он присущ всем растениям, кроме некоторых водных растений и паразитов.

Корневой чехлик выполняет защитную функцию, предохраняя нежные клетки верхушечной меристемы от механических повреждений о частицы почвы. Он состоит из живых тонкостенных клеток разного размера. Наружные клетки – самые крупные, с хорошо заметным ядром. При продвижении корня в почве и трении о ее частицы эти клетки сдвигаются и ослизняются, облегчая продвижение, а отслоившиеся клетки изнутри заменяются новыми.

Зона роста находится под прикрытием корневого чехлика и подразделяется на *подзоны деления и растяжения*.

Подзона деления представлена апикальной меристемой, в результате работы которой формируются все остальные зоны корня. Она состоит из мелких, плотно сомкнутых меристематических клеток с тонкими оболочками и крупными ядрами. Здесь интенсивно происходит деление и увеличение количества клеток. Ее протяженность менее 1 мм. Верхушечная меристема откладывает клетки наружу и внутрь. Наружу формируются клетки корневого чехлика, а внутрь – ткани остальной части корня. У покрытосеменных в апексе находится несколько инициальных клеток. У двудольных растений они располагаются тремя слоями по 1–4 клетки в каждом. Наружный слой дает начало первичной меристеме – *дерматогену*, образующему клетки корневого чехлика и эпиблемы. Средний слой образует основную меристему – *перилему*, из которой образуется первичная кора. Внутренний слой инициалей формирует *плерому* (прокамбий), из которой развивается центральный цилиндр. У однодольных и голосеменных растений дерматоген формирует только корневой чехлик и называется *калитрогеном*, а эпиблема формируется из самого наружного слоя перилемы (рис. 16).

Подзона растяжения располагается выше подзоны деления. В ней клетки почти не делятся, а усиленно растут (растягиваются) вдоль оси корня, проталкивая его кончик вглубь почвы. В цитоплазме появляются крупные вакуоли. Эта подзона является переходной между меристематическими клетками зоны роста и постоянными тканями. Здесь наблюдается дифференциация клеток на наружный слой – *дерматоген*, центральную часть – *плерому* и промежуточную – *перилему*.

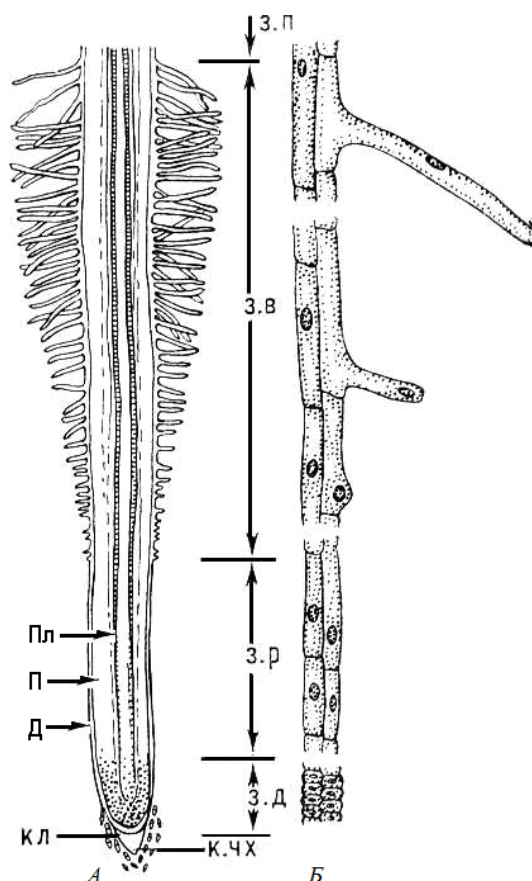


Рис. 16. Строение кончика корня (продольный срез):

А – схема строения; *Б* – периферические клетки при большом увеличении; к.чх – корневой чехлик; кл – калитроген; з.д – подзона деления; з.р – подзона растяжения; з.в – зона всасывания; з.п – зона проведения

Протяженность подзоны растяжения составляет несколько миллиметров. В пределах этой зоны начинается дифференциация первичных проводящих тканей.

Зона корневых волосков, или **зона всасывания**, располагается за зоной роста. В этой зоне из дерматогена формируется слой **эпидлемы** с корневыми волосками, из перидлемы – **первичная кора** и из плеромы – **центральный цилиндр**. Корневые волоски представляют собой вырост одной из клеток эпидлемы длиной до 1,5 мм с находящимся на кончике волоска ядром и поглощают из почвы раствор минеральных солей. Они недолговечны: в более старой части зоны всасывания корневые волоски постоянно отмирают, а в молодой – постоянно образуются вновь. Зона всасывания все время перемещается и всегда находится вблизи кончика корня. Эта зона имеет протяженность от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров, является самой деятельной и физиологически важной частью корня.

Зона всасывания переходит в **зону проведения**, которая тянется вдоль всей остальной части корня. По ней вода и растворы солей, поглощенные корнем, транспортируются в вышележащие органы растений. Здесь уже нет корневых волосков, на поверхности находится покровная ткань пробка и происходит ветвление корня.

ТЕМА 12. СПЕЦИАЛИЗАЦИИ И МЕТАМОРФОЗЫ КОРНЕЙ

Помимо основных функций корни могут выполнять некоторые другие, в связи с чем меняется их строение. В этом случае говорят о метаморфозе корней.

Метаморфоз – это резкое, наследственно закрепленное видоизменение органа, вызванное сменой функции.

Если же корни изменяются незначительно и их морфологическая природа легко устанавливается, то имеет место их **специализация**.

Наиболее распространенными метаморфозами корней являются запасающие корни (корнеплоды и корневые клубни), контрактильные, столбовидные, ходульные и дыхательные корни, корни-присоски.

Запасающие корни. Выполнение запасающей функции приводит к резкому изменению корней – они становятся толстыми и мясистыми. Для запасающих корней характерным является сильное развитие запасающей паренхимы.

Корнеплоды формируются из главного корня, в котором развивается запасающая паренхима. При этом утолщение захватывает не только корень, но и часть стебля (*гипокотиль*) (

В корнеплоде выделяют 3 морфологические части:

- 1) **головку** – укороченную стеблевую часть, представленную прикорневой розеткой;
- 2) **шейку** – наиболее толстую часть корнеплода, образовавшуюся за счет утолщения подсемядольного колена;
- 3) **собственно корень**, от которого отходят боковые корни.

Корнеплоды особенно характерны для культурных овощных, кормовых и технических двулетних растений. В пределах вида у сортов корнеплодных растений соотношение трех частей (головка, шейка, собственно корень) различно. У сортов с уплощенными или шаровидными корнеплодами большая его часть представлена разросшимся гипокотилем (шейка). У длиннокорнеплодных сортов он состоит главным образом из утолщенной базальной части главного корня.

Значительное разрастание корнеплода происходит в результате деятельности камбия. По данному признаку корнеплоды делят на **монокамбиальные** (редька, морковь) и **поликамбиальные** (свекла).

В связи с выполнением запасающей функции корень имеет соответствующее строение. Запасные вещества откладываются в паренхимных клетках корня, но происхождение их может быть различным.

Выделяют три типа формирования и строения корнеплодов:

- 1) **тип редьки** – корнеплоды с запасающей паренхимой в ксилеме (корнеплодные виды семейства Капустные);
- 2) **тип моркови** – корнеплоды с запасающей паренхимой во флоэме (корнеплодные виды семейства Сельдереиные);
- 3) **тип свеклы** – отложение запасных питательных веществ происходит в паренхиме, образуемой деятельностью нескольких камбиальных колец перичиклического происхождения (корнеплодные виды семейства Маревые).

Корневые клубни (корнеклубни, корневые шишки) формируются вследствие развития запасающей паренхимы в боковых или придаточных корнях. Они свойственны представителям разных жизненных форм двудольных и однодольных растений (рис. 17).

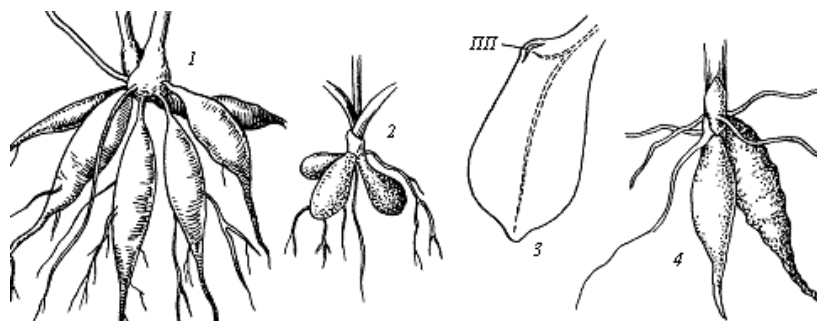


Рис. 17. Корневые клубни:

1 – георгина; 2 и 3 – чистяк весенний; 4 – любка двулистная; III – придаточная почка

У большинства растений корневые клубни являются лишь частью корня (базальной, срединной или верхней), где происходит накопление запасных питательных веществ (батат, ге-

оргина, лилейник). На остальном протяжении корень имеет типичное строение и ветвится. Поэтому эти корни совмещают функции запасаания и поглощения почвенных растворов.

У некоторых растений корневые клубни являются только запасающим органом, не ветвятся и вследствие ограниченного роста в длину имеют овальную, веретеновидную форму (чистяк, ятрышник, любка). У этих растений функцию поглощения почвенных растворов выполняют типичные, хорошо ветвящиеся всасывающие корни.

Между корневыми клубнями и почками возобновления обычно есть связь. Комплекс из почки и клубня успешно переносит неблагоприятные для развития условия. Весной из почек формируются новые побеги, которые для развития используют запасные вещества клубня. Корневые клубни не являются органами вегетативного размножения, но комплекс *почка – клубень* может быть таковым (например, в цветоводстве при размножении георгин).

Контракtilьные, или втягивающие корни, способны втягивать органы возобновления в почву на определенную глубину. Втягивание (геофилия) происходит за счет закрепления верхушки корня в почве и сокращения его базальной части. Внешне это проявляется в виде поперечной морщинистости и складок. Контракtilьные корни имеют широкое распространение у травянистых покрытосеменных растений. Они втягивают под землю луковицы лука, пролески, рябчика, лилий, клубнелуковицы гладиолуса, безвременника, шафрана, фрезии, лаперузии, корневище купены, ириса и других растений. Сокращение корней начинается на первых этапах развития проростка и продолжается в течение различного периода времени. У многих растений оно продолжается 1–5 месяцев, а у одуванчика и женьшеня длится годами.

Столбовидные корни (корни-подпорки) характерны для тропических видов фикуса. У взрослого фикуса от ветвей свисает вниз множество тонких придаточных корней. Некоторые из них достигают почвы, внедряются в нее, формируя подземную корневую систему. В дальнейшем у этих корней надземная часть постепенно утолщается и превращается в мощные столбовидные опоры. Внешне столбовидные корни становятся похожими на стволы, поэтому их также называют корневыми стволами.

Ходульные корни являются видоизмененными придаточными корнями. Они растут от стебля и дают растению дополнительную опору. Ходульные корни характерны для деревьев мангровых лесов, произрастающих в прибрежной полосе морей и океанов влажных тропиков. Эти мощные надземные корни часто поддерживают ствол деревьев над уровнем воды и укрепляют растения в иле либо в песчаном грунте. Встречаются у травянистых растений, например у кукурузы.

Дыхательные корни (пневматофоры) являются приспособлением к жизни на зыбких илистых почвах в условиях дефицита кислорода. Они характерны для растений мангров, у которых не образуются ходульные корни (соннератия, авиценния). От главного корня радиально расходятся длинные боковые корни (кабельные корни). Они располагаются вблизи поверхности почвы в горизонтальной плоскости и закрепляются основательно в субстрате. От кабельных корней развиваются пневматофоры, которые обладают отрицательным геотропизмом. Они возвышаются над поверхностью почвы на 20–30 см.

Воздушные корни образуются у многих тропических травянистых растений-эпифитов. Эти растения живут на ветвях деревьев, не паразитируя, а используя их как подпорку для поднятия вверх к свету. Воздушные корни эпифитов свободно висят в воздухе и приспособлены к поглощению влаги в виде дождя и росы.

Корни-присоски, или прицепки, представляют собой видоизмененные воздушные корни. Они характерны для лиан, которые имеют длинные тонкие стебли. При помощи присосок лианы прикрепляются к стоящим рядом деревьям и сохраняют вертикальное положение. У растений-паразитов присоски проникают внутрь растения-хозяина и высасывают из него питательные вещества, от чего растение-хозяин погибает (плющ, текома, погренок).

Многие растения способны образовывать на своих корнях придаточные почки, из которых развиваются надземные побеги. Их называют **корневыми отпрысками**. Корнеотпрысковы-

ми растениями являются молочай, бодяк, осот, вьюнок, одуванчик, сирень, осина, желтая акация, вишня, галега восточная и др.

Растения при помощи корней могут вступать в симбиоз с бактериями или грибами. Наиболее распространенные виды корневого симбиоза – это микориза и симбиоз с клубеньковыми бактериями.

Микориза. На корнях многих травянистых и древесных растений часто поселяются грибы. Симбиоз корневых окончаний растений с гифами гриба называется микориза, или грибокорень. Гифы гриба внедряются в коровую часть корня в зоне всасывания, а кончики корней остаются свободными от гриба. К каждому виду растения приспособлен определенный вид гриба.

Грибы используют углеводы, которые образуются у растений в процессе фотосинтеза; в свою очередь, они доставляют растению из почвы воду и минеральные вещества. Благодаря сильному ветвлению гиф гриба у корней сильно увеличивается поглощающая поверхность. Часто гифы грибов заменяют корневые волоски. Грибы питаются органическими веществами почвы, частично передавая их растению. Микоризные грибы к самостоятельной жизни не способны.

По строению различают 3 типа микоризы (рис. 18):

1) *эктотрофная* (наружная) – гифы гриба располагаются на поверхности корня, образуя вокруг его кончика плотный чехол (дуб, осина); корневые волоски отмирают и их функции выполняет гифы гриба;

2) *эндотрофная* (внутренняя) – гифы гриба проникают внутрь корня; клетки корня остаются живыми, а грибница постепенно разрушается и ее содержимое постепенно усваивается растением (орхидные);

3) *экто-эндотрофная* – гифы гриба поселяются на поверхности корня и частично проникают в его клетки (большинство древесных пород).

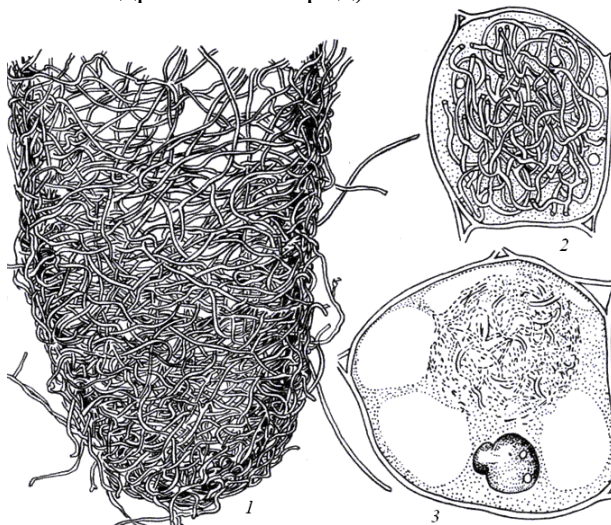


Рис. 18. Типы микоризы:

1 – эктотрофная микориза; 2–3 – эндотрофная микориза (2 – фаза проникновения грибницы; 3 – фаза разрушения грибницы)

У некоторых растений, особенно у древесных (дуб, сосна, осина), наличие микоризы обязательно. Для этих растений характерен микотрофный тип питания, без микоризы эти растения очень плохо развиваются.

Симбиоз высших растений с бактериями свойственен главным образом бобовым растениям. В корнях бобовых растений обитают клубеньковые бактерии из рода *Rhizobium*. Они проникают внутрь корня через корневые волоски, усиленно размножаясь, вызывают усилен-

ный рост паренхимной ткани. В результате этого возникает бактериоидная ткань. В местах ее формирования на поверхности корня образуются выросты – корневые клубеньки. Клубеньковые бактерии способны фиксировать атмосферный молекулярный азот, переводя его в связанное состояние. Бактерии питаются органическими веществами растения, а растение потребляет часть азотистых соединений тела бактерий. Этот симбиоз очень важен для сельского хозяйства, так как благодаря ему почва обогащается азотистыми веществами.

ТЕМА 13. ПОБЕГ. СТЕБЕЛЬ

Побег. Морфологическое строение побега.

Понятие «растение» неразрывно связано с понятием «побег».

Побег (*Cormus*) состоит из однолетнего стебля и расположенных на нем листьев и почек. Вегетативные побеги выполняют функцию воздушного питания, спороносные (цветки) – обеспечивают размножение.

У взрослого побега различают следующие составные части: стебель, узлы и междоузлия, пазуха листа, листовой рубец, листовой след, почки, листья. **Узлом** называется место прикрепления листа к стеблю. Участок стебля между двумя смежными узлами – **междоузлие**, а внутренний угол между листом и стеблем – **пазуха листа** (рис. 19).

Листовой рубец – это место прикрепления опавшего листа, а на нем **листовой след** – концы оборванных проводящих пучков.

При распускании почек наружные чешуи опадают, оставляя след, который у древесных растений обозначает границы годичных приростов. Стебель нарастает в длину обычно верхушкой, которая несет верхушечную почку.



Рис. 19. Строение вегетативного побега (

Почка. Классификации почек.

Почка – это зачаточный побег с укороченными междоузлиями. Внутри почки заключен апекс побега – конус нарастания. Конус нарастания, или точка роста стебля, самая активная часть побега. Здесь формируются первичная структура стебля, листья, боковые побеги, генеративные органы. Конус нарастания в почке окружен зачаточными листьями (*примордиями*) и видоизмененными листьям – почечными чешуями, выполняющими защитную роль.

В почках листья закладываются вплотную друг к другу, так как ее стеблевая часть укорочена. При распускании почек междоузлия стебля растягиваются и листья раздвигаются. Это происходит как за счет растяжения клеток, так и путем вставочного роста (рис. 20).

По местоположению различают верхушечные и боковые почки.

Верхушечные почки находятся на концах главного и боковых побегов. В дальнейшем из верхушечных почек разрастаются у древесных и кустарниковых растений длинные побеги с удлиненными междоузлиями. На них образуется большое количество листьев, поэтому верхушечные почки часто называются листовыми, или вегетативными.

Боковые почки могут быть *пазушными* и *придаточными (адвентивными)*. **Пазушные** почки развиваются в пазухах листа экзогенно как наружные меристематические бугорки. В дальнейшем из них чаще образуются укороченные побеги с большим количеством узлов и с короткими междоузлиями. На таких укороченных побегах обычно образуются цветки.

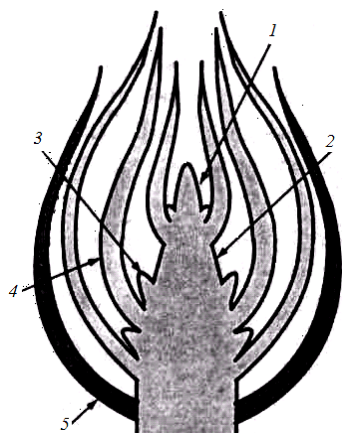


Рис. 20. Строение почки (схема):
1 – конус нарастания; 2 – зачаточный стебель; 3 – зачаточные пазушные почки;
4 – зачаточные листья (примордии); 5 – почечные чешуи

Пазушные почки могут быть как **одиночными**, так и **групповыми** (рис. 21).

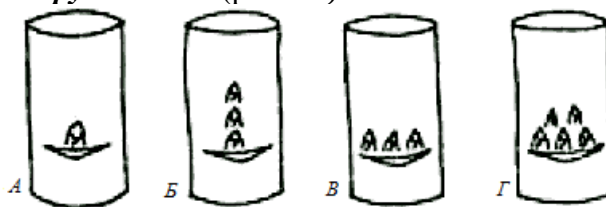


Рис. 21. Типы боковых пазушных почек:
А – одиночные; Б – групповые сериальные; В – групповые коллатеральные; Г – групповые мутовчатые

Название групповых почек соответствует их взаиморасположению: **сериальные** почки – вертикальный ряд, **коллатеральные** почки – горизонтальный ряд и **мутовчатые** – расположены кружком (слива домашняя). **Сериальные** почки свойственны двудольным растениям (жимолюсть, шалфей блестящий, грецкий орех, кирказон), последовательность их заложения и развития восходящая или нисходящая. **Коллатеральные** почки характерны главным образом для однодольных растений (гладиолус, крокус). Первой формируется срединная почка, затем боковые. При образовании сериальных или коллатеральных почек в пазухе листа все они имеют один порядок.

Наряду с истинной коллатеральностью у двудольных растений часто наблюдается ложно-коллатеральное расположение почек. Оно возникает в результате ветвления одной пазушной почки (до 2–3 порядка) (картофель, георгина, бузина, лох узколистный).

Придаточные (адвентивные) почки залегают не в пазухах листа, а в любом месте междоузлия стебля, на корнях, листьях. В стеблях и корнях они обычно развиваются эндогенно из камбия или из перицикла. Придаточные почки, возникающие на пнях, образуют пневую поросль (липа, тополь), на корнях – корневую поросль (вишня, малина).

По составу и функциям почки бывают (рис. 22):

- 1) **вегетативные** – имеют на оси только зачатки листьев (у большинства растений);
- 2) **цветочные**, или **репродуктивные**, – имеют только зачаток цветка или соцветия (ива, форзиция);
- 3) **вегетативно-генеративные**, или **смешанные**, – имеют зачатки листьев и цветков (яблоня, груша, вишня);
- 4) **выводковые почки** – развиваются в миниатюрные растения.

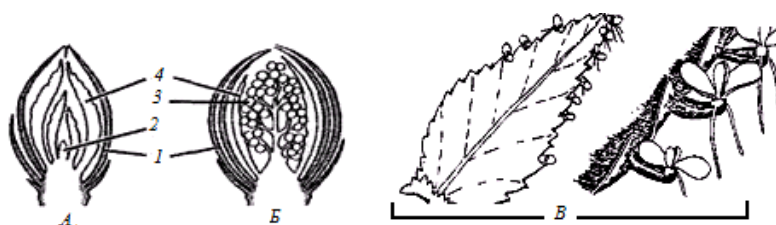


Рис. 22. Типы почек:

А – вегетативная; *Б* – смешанная (1 – почечные чешуи; 2 – конус нарастания; 3 – зачатки цветка; 4 – зачаточные листья); *В* – выводковые почки (лист каланхоэ)

Выводковые почки легко опадают с материнского растения и предназначены для вегетативного размножения. В большом числе они образуются по краю листа у каланхоэ. Выводковые почки могут быть представлены луковичками в пазухах листьев надземных побегов (некоторые лилии) или в соцветиях (некоторые луки, мятлик луковичный); клубнелуковичками (гладиолусы); клубеньками в пазухах листьев (горец живородящий).

По характеру развития различают **зимующие почки**, трогающиеся в рост на следующий год после возникновения, и **спящие**, которые могут длительное время находиться в состоянии покоя.

Листорасположение.

Листорасположение (филлотаксис) – порядок размещения листьев на стебле побега. Оно является наследственным признаком (рис. 23).

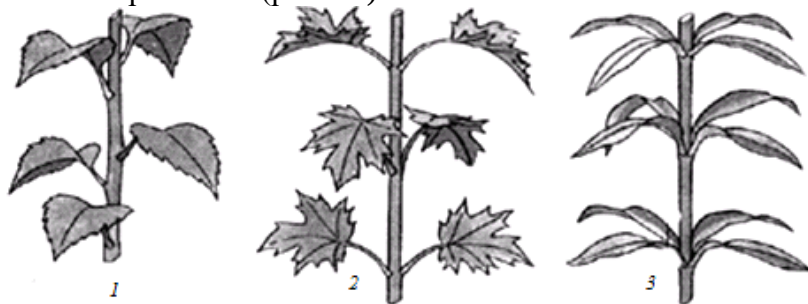


Рис. 23. Типы листорасположения: 1 – очередное; 2 – супротивное; 3 – мутовчатое

Листорасположение бывает:

- 1) **очередное** (спиральное) – от одного узла отходит один лист (береза, яблоня, горох, морковь, подсолнечник и др.);
- 2) **двурядное** – разновидность очередного (от одного узла также отходит один лист), но листья располагаются в одной плоскости двумя рядами (ирис, гладиолус);
- 3) **супротивное** – от одного узла отходят два листа, сидящие друг против друга (клен);
- 4) **накрест супротивное** – разновидность супротивного, когда плоскости соседних пар листьев взаимно перпендикулярны (сирень, яснотковые, гвоздичные);
- 5) **мутовчатое** – от одного узла отходят три и больше листьев (ветреница, вороний глаз, олеандр).

Ветвление и его биологическое значение. Кущение злаков.

Ветвление – очень важный биологический процесс, благодаря которому у высших растений образуются системы побегов и корней, увеличивается внешняя поверхность растения. Расположение почек определяет систему ветвления.

Ветвление бывает двух типов: **верхушечное и боковое**. При верхушечном ветвлении апекс делится на два (дихотомическое), три (тритомическое) новых апекса, дающих начало осям следующего порядка. Такое ветвление свойственно плауновидным и некоторым папоротниковидным.

При боковом ветвлении оси подчиненных порядков формируются

из боковых почек, возникающих ниже апекса материнской оси. При боковом ветвлении система осей может быть моноподиальной и симподиальной (рис. 24).

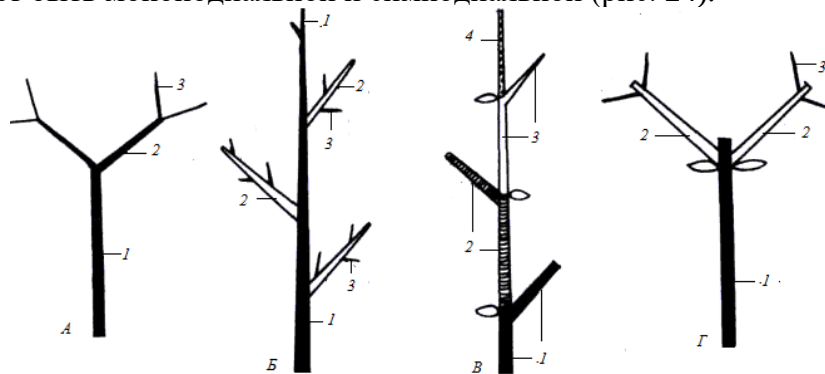


Рис. 24. Типы ветвления:

А – дихотомическое; Б – моноподиальное; В – симподиальное;
Г – ложнодихотомическое; 1–4 – оси первого и последующих порядков

Дихотомическое ветвление характеризуется раздвоением побега, т. е. образованием при ветвлении двух боковых ветвей (рис. 24, А). При этом точка роста раздвигается, в результате чего от самой верхушки оси первого порядка отходят две оси второго порядка (водоросли, плауны и др.).

Биологическое несовершенство этого типа ветвления состоит в том, что оно не обеспечивает структурной прочности растения.

Моноподиальное ветвление характеризуется неограниченным верхушечным ростом (рис. 24, Б). От моноподия отходят боковые оси второго, третьего и последующих порядков, которые не перерастают главный побег (например, у хвойных растений – ели, сосны, у лиственных – дуба).

Симподиальным ветвлением называется такое, при котором верхушечная почка стебля отмирает, ось второго и последующих порядков функционирует также ограниченно (рис. 24, В). Симподиальное ветвление имеют многие цветковые растения – яблоня, слива, береза, ива, клен, картофель.

Ложнодихотомическое ветвление является вариантом симподиального (рис. 24, Г). Рост верхушечной почки быстро прекращается, а под ней формируются две супротивные почки, которые, разрастаясь, дают более или менее одинаковые ветви (сирень, клен).

Особый способ ветвления побегов – **кущение злаков**. При кущении боковые ветви образуются только у основания материнского побега из приземных и надземных почек. Этот базальный участок побега, состоящий из метамеров с очень короткими междоузлиями и тесно сближенными узлами, называется **зоной кущения** (рис. 25).

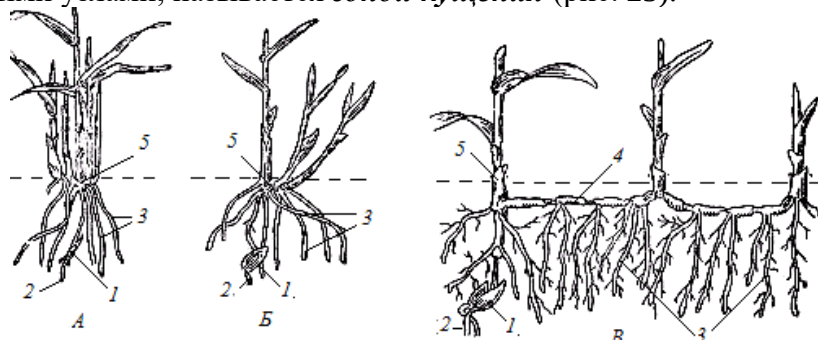


Рис. 25. Кущение злаков:

А – плотнокустовые злаки; Б – рыхлокустовые злаки; В – корневищные злаки; 1 – зерновка; 2 – главные корни;
3 – придаточные корни; 4 – корневище; 5 – узел кущения

По типу кущения злаки делятся на три группы:

1) **корневищные**, образующие более или менее длинные, горизонтально распространяющиеся под землей побеги – корневища, служащие для вегетативного размножения (пырей ползучий);

2) **рыхлокустовые**, побеги которых от узлов кущения отходят косо вверх и образуют рыхлый куст (тимopheевка луговая);

3) **плотнокустовые**, побеги которых отходят от узлов кущения вертикально вверх, плотно прижимаясь друг к другу, вследствие чего куст приобретает форму кочки (белоус торчащий).

Классификации побегов

По расположению побегов в пространстве различают следующие их типы (рис. 26):

а) **прямостоячие** – наиболее распространенный тип побегов, которые имеют только вертикальный рост (кукуруза, галега);

б) **приподнимающиеся**, или восходящие (люцерна, лядвенец);

в) **вьющиеся** – эти побеги обвиваются вокруг опоры (вьюнок);

г) **цепляющиеся**, которые цепляются за опору с помощью усиков, шипов, корней-присосок (виноград, горох);

д) **ползучие укореняющиеся** – эти побеги располагаются по поверхности почвы и образуют придаточные корни из узлов, т. е. укореняются (клевер ползучий, лютик ползучий);

е) **стелющиеся** – побеги растут по поверхности почвы, но неукореняющиеся (огурец, тыква).

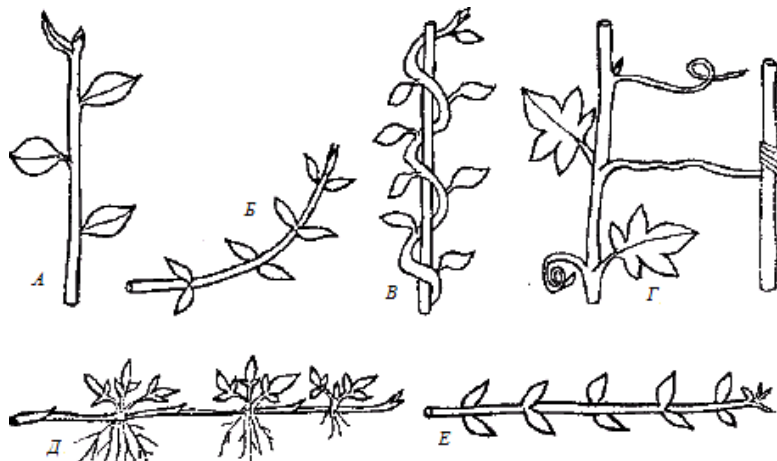


Рис. 26. Типы побегов по расположению в пространстве:

А – прямостоячий; Б – приподнимающийся; В – вьющийся; Г – цепляющийся; Д – ползучий; Е – стелющийся

Стебель (Caulis) – основная часть побега. Это ортотропный орган, характеризующийся радиальной симметрией, обладающий верхушечным, а иногда вставочным ростом.

Основные функции стебля – это опорная (механическая) и проводящая. Стебель обеспечивает благоприятное для фотосинтеза расположение листьев и ветвей для увеличения поверхности воздушного питания. Он выполняет роль посредника между листом и корнем (ток воды и растворенных в ней минеральных солей из корня в надземные части растения движется по ксилеме, а ток растворенных в воде органических веществ идет из листьев во все части растения по флоэме).

Стебель может также выполнять функции фотосинтеза и дыхания (молодые стебли, кладодии, стебли суккулентов), быть органом запаса питательных веществ (клубни картофеля, стебли кольраби), органом вегетативного размножения, органом защиты (колючки яблони, груши, цитрусовых).

ТЕМА 14. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЕЙ

Особенности анатомического строения стеблей однодольных и двудольных растений.

Рост стебля в длину: апикальная меристема; интеркалярная меристема

Рост стебля в толщину: первичное утолщение (апикальная меристема, прокамбий); вторичное утолщение (камбий)

ОДНОДОЛЬНЫЕ РАСТЕНИЯ:

- первичное строение
- вторичного утолщения нет (нет камбия)
- пучковый тип строения
- закрытые коллатеральные проводящие пучки, их много
- проводящие пучки рассеяны по всему стеблю

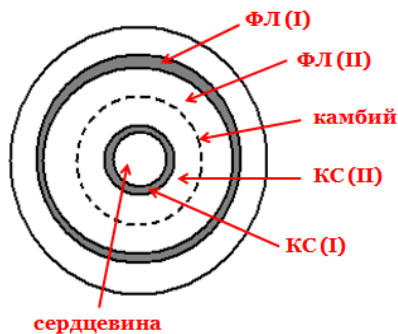
ДВУДОЛЬНЫЕ РАСТЕНИЯ:

- первичное строение только под верхушечной почкой
- вторичное строение (есть камбий)
- различают три типа строения стебля:

а) Пучковый тип строения

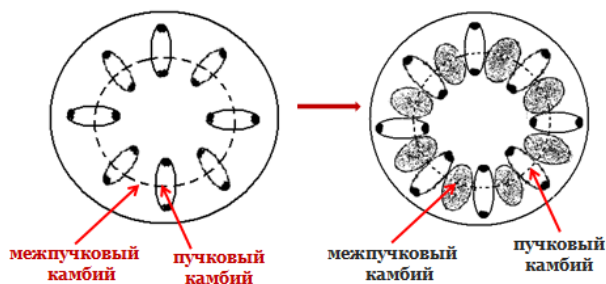


б) Непучковый тип строения



в) Переходный тип строения

от пучкового к непучковому строению



Анатомическое строение стеблей однодольных растений (рожь, кукуруза)

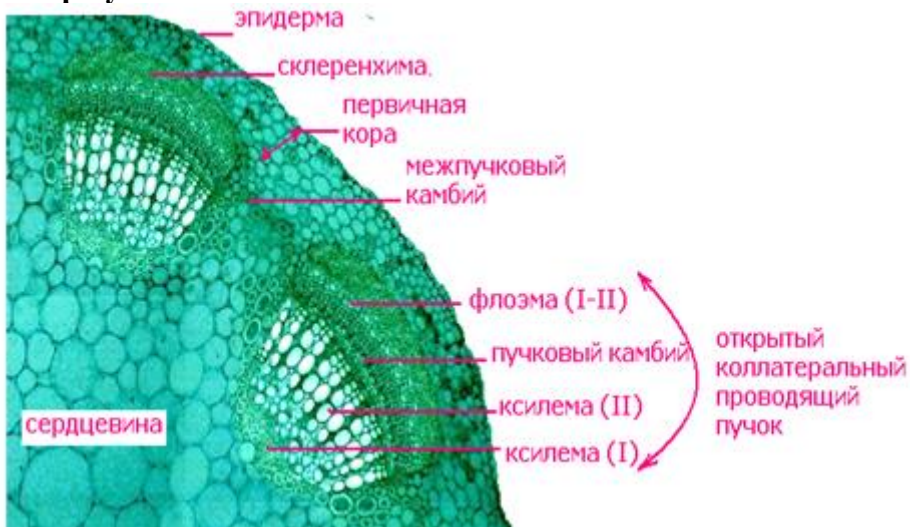
Рожь посевная



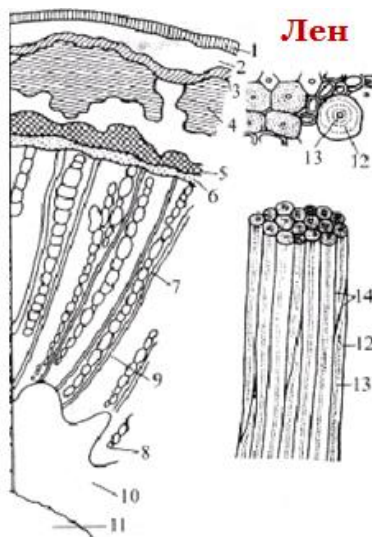
Кукуруза обыкновенная



Анатомическое строение стеблей двудольных травянистых растений: Клевер луговой



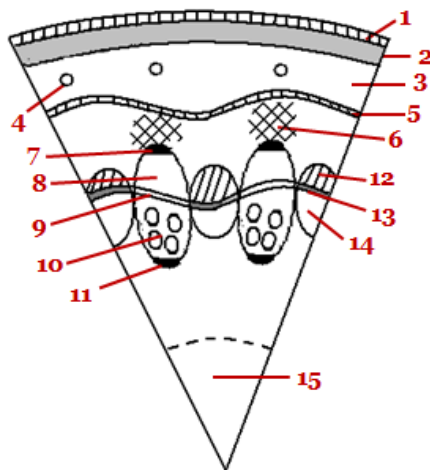
Лен обыкновенный



Лен

- 1 – эпидерма;
- 2 – паренхима;
- 3 – эндодерма;
- 4 – лубяные волокна;
- 5 – флоэма;
- 6 – камбий;
- 7 – КС (II);
- 8 – сердцевинный луч;
- 9 – КС (I);
- 10 – паренхима сердцевины;
- 11 – полость;
- 12 – стенка клетки;
- 13 – полость клетки;
- 14 – заостренные концы клетки

Подсолнечник однолетний

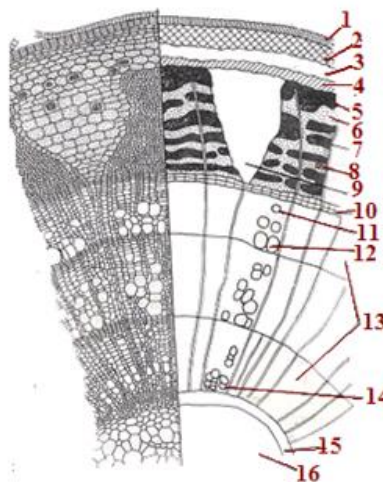


- 1 – эпидерма;
- 2 – колленхима;
- 3 – паренхима;
- 4 – схизогенные ходы;
- 5 – эндодерма;
- 2-5 – первичная кора;
- 6 – склеренхима;
- 7 – ФЛ (I); 8 – ФЛ (II);
- 9 – пучковый камбий;
- 10 – КС (II); 11 – КС (I);
- 7-11 – открытый коллатеральный проводящий пучок;
- 12 – ФЛ (II);
- 13 – межпучковый камбий; 14 – КС (II);
- 6-14 – центральный цилиндр;
- 15 – сердцевина.

Подсолнечник

Анатомическое строение стеблей древесных растений.

Липа



- 1 – пробка;
- 2 – колленхима;
- 3 – паренхима коры;
- 4 – эндодерма;
- 2-4 – первичная кора;
- 5 – перициклическая зона;
- 6 – ФЛ (I); 7 – твердый луб;
- 8 – мягкий луб – ФЛ (II);
- 9 – сердцевинный луч;
- 5-9 – вторичная кора;
- 10 – камбиальная зона;
- 11 – осенняя древесина;
- 12 – весенняя древесина;
- 11-12 – годичное кольцо древесины;
- 13 – древесина II;
- 14 – древесина I;
- 15 – перимедулярная зона;
- 16 – основная паренхима;
- 15-16 – сердцевина;
- 5-14 – центральный цилиндр.

ТЕМА 15. ВИДОИЗМЕНЕНИЯ ПОБЕГА

Метаморфизированные органы подразделяются на две группы – гомологичные и аналогичные.

Гомологичными называются органы, которые имеют одинаковое происхождение, т. е. происходят от одного из основных органов – корня, стебля, листа или побега. Например, колючка барбариса, усик гороха, ловчие аппараты насекомоядных растений, почечная чешуйка, чешуя луковицы – листового происхождения. Корневище пырея, усы земляники, луковича лука, клубнелуковица шпажника, столон и клубень картофеля – побегового происхождения. Филлокладий иглицы – стеблевого происхождения.

Аналогичными называются органы, которые имеют общее сходство, но не общее происхождение. Например, лист шиповника и филлокладий иглицы выполняют функции листа, хотя происхождение у них различное. Колючка барбариса (листового происхождения), колючка боярышника (побегового происхождения), шип белой акации (происходит из прилистников) и т. д. – аналогичные органы, выполняющие защитную функцию.

Подземных видоизменения побега

У многих травянистых растений запасные питательные вещества откладываются в различных подземных видоизменениях побега – клубнях, клубнелуковицах, луковицах, корневищах (рис. 27).

Клубень – это видоизмененный побег, состоящий из одного или нескольких метамеров, стебель которого сильно разрастается, становится толстым, мясистым в связи с накоплением запасных веществ. Он служит органом возобновления многолетних растений, переносящий неблагоприятный период, а также для вегетативного размножения. Клубень состоит из стебля, листьев низовой и срединной формации, из пазушных почек. В стеблях сильно развита паренхима, в которой накапливаются питательные вещества. Клубни могут быть подземными и надземными.

Подземные клубни характерны для *картофеля*, они формируются на концах *столонов* (рис. 27, А). Это боковые пазушные побеги с длинными тонкими междоузлиями, которые предназначены для удаления клубня от материнского растения – для расселения. Столон не несет функции запаса. Клубень образуется за счет деятельности верхушечной меристемы.

Листья представлены маленькими пленчатыми чешуями. После их отмирания и опадения остаются на поверхности клубня листовые рубцы – *бровки*. В пазухе каждого листового рубца в результате ветвления почки возникает их 3–5 коллатерально или мутовчато расположенных почек – *глазков*.

На поперечном и продольном разрезах клубня картофеля различают первичную кору, кольцо слаборазвитых пучков биколлатерального типа и сердцевину.

Снаружи зрелый клубень покрыт пробкой. Под покровной тканью лежит относительно слаборазвитая первичная кора. Она состоит из нескольких рядов паренхимных клеток, содержащих крахмальные зерна и белковые кристаллы.

Проводящие ткани в клубне не образуют плотных компактных тяжей. Они располагаются небольшими группами и разобщены паренхимной тканью. Преобладают спиральные сосуды с узкими просветами. Кнаружи от сосудистой части пучка имеется камбий.

Флоэма, внутренняя и наружная, представлена мелкими ситовидными трубками. Сердцевина развита очень хорошо. Она состоит из тонкостенных крупных клеток, которые богаты крахмальными зернами, и составляет основную массу клубня.

Надземные клубни формируются у *капусты кольраби*, которая является двулетней культурой. В первый год ее надземная часть представлена главным побегом. Стебель первых 4–5 метамеров тонкий, возвышает над поверхностью почвы клубень. Он образуется в результате утолщения стебля нескольких следующих метамеров. При опадении листьев на клубне остаются крупные листовые рубцы.

Луковица представляет собой видоизмененный мясистый подземный побег (рис. 29, Д). Она является органом запаса, а также возобновления и вегетативного размножения. Нижняя

часть луковицы, ее основание, имеет плотное строение, это видоизмененный стебель – донце. В нижней части донца образуются придаточные корни, а вверх от донца направляются видоизмененные листья (мясистые чешуи), в которых откладываются запасные питательные вещества.

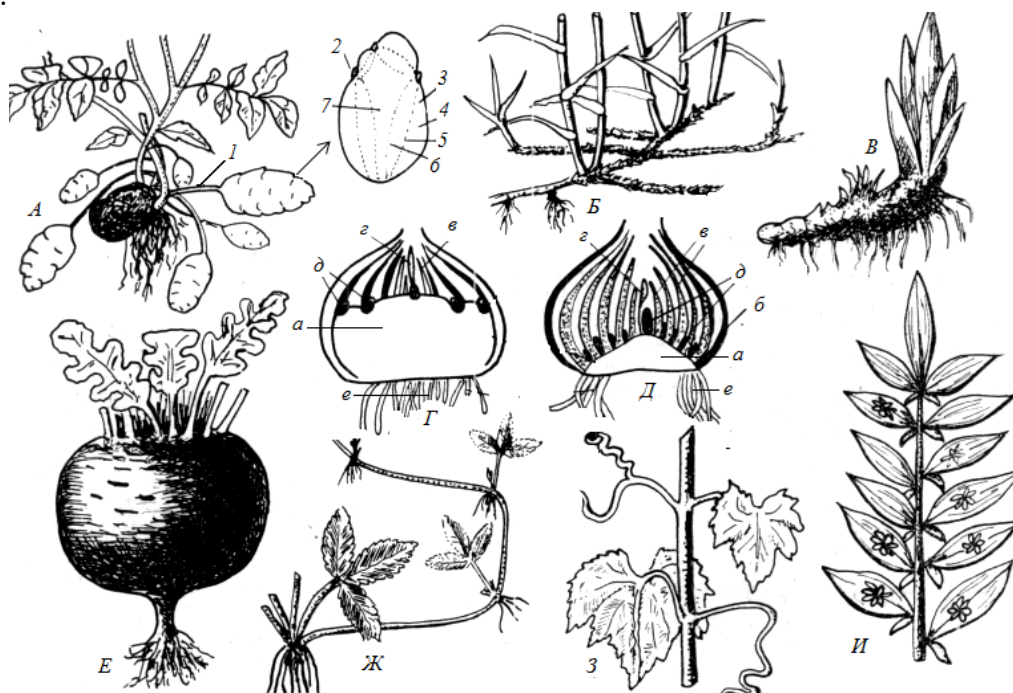


Рис. 27. Метаморфозы побегов:

А – клубень картофеля (1 – стolon; 2 – почка; 3 – перидерма; 4 – кора и наружная флоэма; 5 – камбий; 6 – ксилема и внутренняя флоэма; 7 – сердцевина); Б – корневище пырея; В – корневище ириса; Г – клубнелуковица шпажника; Д – луковица лука (а – укороченный стебель; б – отмершие чешуи; в – листья будущего вегетационного периода; г – зачаток цветоносного побега; д – почки; е – придаточные корни); Е – клубень кольраби; Ж – усы земляники; З – усики винограда; И – филлокладий иглицы

Снаружи эти мясистые чешуи покрыты сухими или пленчатыми чешуями, также видоизмененными листьями, выполняющими защитную роль.

На верхушке донца находится верхушечная почка, которая прорастает на второй год жизни, дает надземные стебли.

В зависимости *от степени развития боковых почек* луковицы могут быть:

- а) *простыми* – почки малы, не крупные (лук, лилия);
- б) *сложными* – почки крупные, находятся в пазухах сухих чешуй, сильно развитые (чеснок).

По строению и расположению чешуй относительно друг друга различают следующие типы луковиц:

- а) *имбрикатная* (черепитчатая, чешуйчатая) – чешуи лишь краями соприкасаются с рядом расположенными, черепитчато налегая друг на друга (лилии);
- б) *туникатная* (пленчатая) – основание листа замкнутое, сросшееся, поэтому каждая предыдущая чешуя полностью охватывает последующую (лук, подснежник, гиацинт);
- в) *полутуникатная* – края чешуи не срастаются, поэтому предыдущая чешуя не полностью охватывает последующую (пролеска).

Луковицы характерны для однодольных растений семейств Лилейные, Амариллисовые, Ирисовые, но встречаются и у двудольных (виды рода кислица).

У некоторых растений подземный метаморфоз снаружи напоминает луковицу, а в разрезе – клубни. Такой подземный побег называется **клубнелуковицей** (шпажник) (рис. 27, Г). В клубнелуковицах запасные вещества накапливаются в стеблевой части – в донце.

Снаружи клубнелуковица покрыта сухими пленчатыми чешуями, которые выполняют только защитную роль. Она характерна для однодольных растений нескольких семейств: Ирисовые, Лилейные, Амариллисовые, Ароидные, Осоковые, Частуховые.

Надземные видоизменения побега

Корневище – многолетний подземный побег, являющийся органом возобновления, вегетативного размножения и запаса питательных веществ (рис. 27, В). Оно характерно для многих двудольных и однодольных травянистых многолетников, а также кустарничков (брусника, черника) и кустарников (бересклет, дереза). Появление корневища связано с потребностью растений укрыть почки возобновления от воздействия неблагоприятных условий года (мороз, засуха).

Корневище внешне похоже на корень, но это побег. В отличие от истинного корня, корневище заканчивается верхушечной почкой и характеризуется наличием редуцированных листьев в виде бесцветных или бурых мелких чешуек. В пазухах этих чешуек имеются почки, дающие начало надземным или подземным побегам.

Корневище формируется из базальных частей побегов последовательных порядков. Корневище может быть:

а) *эпигеогенное* (надземно рожденное, погружающееся) – надземный побег после отмирания листьев втягивается в почву придаточными корнями (медуница, копытень, земляника, манжетка, гравилат);

б) *гипогеогенное* (подземно рожденное) – побег начинает рост под землей, поэтому первый участок растущего побега сразу становится корневищем (горошек мышиный, чина луговая, купена, ландыш, черника, брусника, пырей ползучий, сныть обыкновенная, мятлик луговой, кострец безостый).

Различают два вида корневищ: длинные и короткие. По наличию тех или других растения делят на:

а) *длиннокорневищные* – имеют длинные корневища, годичный прирост которых достигает 1–1,5 м (пырей ползучий, свинорой, мать-и-мачеха); они служат для расселения и вегетативного размножения, функция запасаания выражена слабо;

б) *короткокорневищные* (ирис, бадан, купена, канна) – имеют толстые с короткими междоузлиями корневища, длина которых обычно короче диаметра или не превышает его, они служат местом запасаания питательных веществ, являются органами возобновления и вегетативного размножения.

К надземным метаморфозам побега относятся колючки, усики, усы, филлокладии, кладодии и кочан.

Колючки побегового происхождения выполняют защитную функцию. Они бывают *простые* (неветвящиеся) и *сложные* (ветвящиеся), обычно безлистные. У дикой яблони, дикой груши, алычи, сливы, абрикоса, крушины, облепихи, граната и других растений в колючку превращается только верхушка побега, который имеет ограниченный рост и оканчивается острием. У других растений (грейпфрут, лимон, апельсин) в колючку видоизменяется специализированный боковой побег – в пазухе листьев имеется одна крупная прочная колючка.

У большинства видов боярышника имеются колючки, которые являются видоизмененными укороченными побегами и развиваются из пазушных почек в нижней части однолетних побегов.

Усики характерны для многих лазающих растений, у которых стебель не способен самостоятельно сохранять вертикальное положение. Значительную часть лиановой флоры составляют деревянистые лианы семейства Виноградные (виноград, циссус, партеноциссус, ампелопсис и др.). Они снабжены завивающимися вокруг опоры усиками, являющимися видоизмененными соцветиями. Каждый усик располагается супротивно листу. Нарастание побегов продолжается за счет пазушных почек. В пазухе супротивного усика листа формируются две почки, одна из них развивается в побег продолжения, вторая – в боковой побег.

У винограда настоящего (рис. 27, 3) нормальные соцветия формируются в нижней части побега, а выше развиваются усики.

Большинство представителей семейства Тыквенные снабжены длинными (до 30 см) усиками. Нижняя незакручивающаяся (прямая) часть усика соответствует первому междоузлию пазушного побега, верхняя закручивающаяся часть – листу. Усики у тыквенных бывают простые – неветвящиеся (огурец, дыня, брioniя) и сложные – образующие две-пять ветвей (тыква, арбуз).

У стелющихся тыквенных, которые произрастают в пустынях и полупустынях (арбуз, колоцинт), усики внедряются (ввинчиваются) в почву и удерживают растения во время песчаных бурь и ураганов.

Кладодии и филлокладии – это видоизмененные боковые побеги, которые выполняют функции листьев.

Эти метаморфозы встречаются у ксерофитных растений, у которых листья редуцированы. *Кладодии* – это боковые побеги, которые способны к верхушечному росту и имеют зеленые плоские длинные стебли. К растениям с кладодиями относятся опунции.

Филлокладии – боковые побеги, которые ограничены в росте. Стебли филлокладиев – зеленые плоские короткие, похожи на широко-ланцетные листья. Они характерны для видов рода иглица (рис. 29, II). У иглицы листья представлены мелкими чешуйками, в пазухах которых образуются цветки на цветоножках.

Кочан – это метаморфоз почки в суккулентный орган (рис. 28).

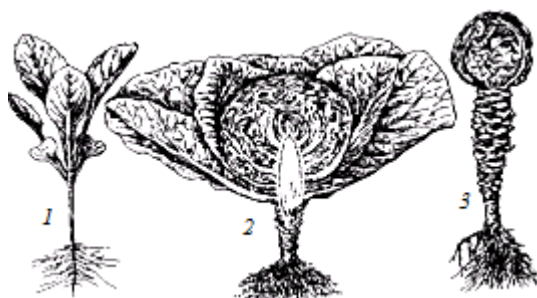


Рис. 28. Строение и развитие кочана капусты: 1 – молодое растение в стадии розетки; 2 – формирование кочана; 3 – кочерыга и верхушечная почка после перезимовки

Он образуется у кочанной капусты, которая является двулетним растением. У семян на начальных этапах формируется розетка. Затем рост розетки прекращается и почка, не раскрываясь, увеличивается в размерах и превращается в кочан. Листья кочана содержат мало хлоропластов, поэтому почти бесцветны, мясисты, накапливают много воды и сахаров. У брюссельской капусты мелкие кочаны являются пазушными боковыми побегами.

ТЕМА 16. ЛИСТ. МЕТАМОРФОЗЫ ЛИСТА

Лист. Особенности и функции листа.

Лист – вегетативный орган высших растений, который занимает боковое положение на стебле (оси побега). Для листа характерно экзогенное возникновение из наружных слоев меристемы конуса нарастания стебля в виде листового бугорка, значительное развитие ассимиляционной паренхимы (хлоренхимы), ограниченный верхушечный рост и короткий период роста. Лист является моносимметричным органом (одна плоскость симметрии), для которого характерна плоская форма. В отличие от стебля и корня, он имеет короткий период жизни. У травянистых и листопадных древесных растений продолжительность жизни листа составляет несколько месяцев; у вечнозеленых двудольных – обычно 2–3 года; у хвойных – от 3 до 10 лет. Основными функциями листа являются фотосинтез, газообмен и транспирация. Лист может быть также органом вегетативного размножения, защиты (чешуи, колючки), прикрепления к опоре (усики), запаса питательных веществ и воды.

ЭВОЛЮЦИЯ ЛИСТА:

1. микрофильная линия (мхи, плауны, хвощи)
2. макрофильная линия (папоротник, семенные)

ФОРМАЦИИ ЛИСТЬЕВ:

1. низовые листья (защитная функция);
2. срединные листья (функция фотосинтеза);
3. верховые листья (прицветники)

ГЕТЕРОФИЛИЯ (разнолистность) – это различие по форме, размеру и структуре листьев в пределах одного растения.

Метаморфозы листа.

К метаморфозам листа относятся колючки (кактусы, барбарис, белая акация), усики (горох, чина), ловчие аппараты насекомоядных растений (непентес, венерина мухоловка, росянка), филлодии (некоторые виды акации, чины). Колючки и усики листового происхождения имеют такое же значение, как аналогичные метаморфозы побега.

Колючки листового происхождения характерны для растений сухого и жаркого климата. Они способствуют уменьшению поверхности испарения надземной части растения. У многих видов барбариса листья удлиненных побегов превращены в колючки (рис. 29). У кактусов в колючки видоизменяется весь листовый аппарат. В колючки могут превращаться также отдельные части листа: окончания жилок (альфредия снежная), рахис (эспарцет, астрагал) и прилистники (акация, молочай, робиния).

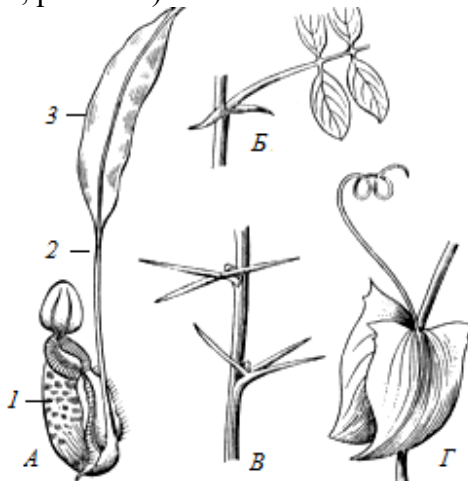


Рис. 29. Метаморфозы листа:

А – ловчий аппарат (непентес): 1 – основание; 2 – черешок; 3 – листовая пластинка; Б – колючки (акация белая); В – колючки (барбарис); Г – усики (чина)

Ловчие аппараты насекомоядных растений. Эти растения при помощи ловчих аппаратов используют богатую азотом и фосфором органическую пищу, переваривая животных. Ловчие аппараты являются приспособлением растений к жизни в неблагоприятных условиях азотного и минерального питания. Такие условия характерны для верховых болот и пресноводных водоемов. Ловчие аппараты насекомоядных растений имеют разнообразное строение, у одних видов они неподвижны (непентес, португальская мухоловка, саранценция), у других – обладают способностью к движению при захвате и переваривании добычи (жирянка, росянка, венерина мухоловка). Ловчие аппараты снабжены железистой тканью, выделяющей особые сладковатые секреты, которые привлекают и переваривают насекомых.

Для взрослого растения непентеса характерны длинные цепляющиеся побеги. В пределах каждого побега одни листья выполняют функции фотосинтеза (крупные, узколанцетные), другие – видоизменены в ловчие аппараты (рис. 29, А). Нижняя часть видоизмененного листа в виде пластинки представлена основанием (филлодий). Тонкая цилиндрическая часть, которая выполняет функцию усика (закручивается вокруг ветвей других растений), – черешок. Нижняя часть пластинки листа превращена в кувшинчик, который подвешен в воздухе. Длина

кувшинов у большинства видов составляет 10–15 см, но может достигать 30–50 см. Кувшины окрашены в яркие, контрастные тона. Они часто наполовину заполнены жидкостью (до 1–2 л) – протеолитический фермент непентесин и муравьиная кислота.

У маленькой венеериной мухоловки, растущей на торфяных болотах Северной Америки, ловчий аппарат имеет обычную пластинчатую форму с крылатым черешком. Пластинка листа по краям усеяна шиповидными выростами. Когда насекомое садится на лист, он захлопывается как книга, шипы заходят друг за друга и плотно закрывают пластинку. Ловчий аппарат раскрывается снова после полного переваривания насекомого. У насекомоядного растения росянки листовидные ловчие аппараты усеяны волосками, выделяющими особый переваривающий секрет, сходный с пепсином.

Филлодий – это метаморфоз черешка или основания листа в образование, которое подобно плоской листовой пластинке и выполняет функции фотосинтеза. Филлодий характерен для многих видов акаций на юго-западе Австралии, где сухой период длится 8–10 месяцев. У этих акаций наблюдается экологическая гетерофиллия (рис. 30).



Рис. 30. Перистосложные листья и филлодии у акации черной:
1 – перистосложный лист; 2 – филлодий

Лист имеет тонкий черешок и перистосложную листовую пластинку. Такие листья могут работать в периоды с достаточным увлажнением. При наступлении жары и засухи они засыхают. Функции фотосинтеза в этот период выполняют филлодии, которые представлены плоскими ксероморфными пластинками. Они похожи на листья с цельной листовой пластинкой. Метаморфоз черешка в филлодий также характерен некоторым чинам.

ТЕМА 17. ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ И РАЗМНОЖЕНИЕ РАСТЕНИЙ. ТИПЫ РАЗМНОЖЕНИЯ РАСТЕНИЙ

ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ – это способность организма производить себе подобное потомство.

РАЗМНОЖЕНИЕ – это процесс образования потомства, сопровождающийся увеличением численности особей данного вида.

Типы размножения:

1. Бесполое: – вегетативное; – собственно бесполое.
2. Половое

Значение и сущность вегетативного размножения. Способы вегетативного размножения

Вегетативное размножение – это увеличение числа особей за счет отделения жизнеспособных частей вегетативного тела и их последующей регенерации.

Вегетативное размножение м.б.: естественное; искусственное.

Биологическая сущность: потомство вегетативного размножаемого растения повторяет признаки исходной материнской формы.

Значение вегетативного размножения: Обеспечивает сохранение и передачу ценных признаков, которые получены путем гибридизации, селекции. Ускоряет получение продуктивных растений

Вегетативное размножение происходит:

1. отводками
2. корневищем
3. выводковыми почками

4. усами (плетями)
5. клубнями
6. луковичками
7. клубнелуковичками
8. черенками
9. прививками
10. культурой клеток и тканей

Бесполое размножение, его сущность и значение. Понятие о спорофите и органах спороношения.

СПОРА – это микроскопических размеров клетка, которая при отделении от материнского растения способна прорасти и образовать новое растение, сходное с материнским (n)

СПОРАНГИЙ – это орган спороношения (2n)

СПОРОФИТ (бесполое поколение) – это поколение, образующее споры (2n)

Половое размножение, его сущность и значение. Понятие о гаметофите. Органы полового размножения.

ГАМЕТЫ – это половые клетки (n) :

– мужские гаметы – сперматозоиды (n) или спермии (n)

– женские гаметы – яйцеклетка (n)

ГАМЕТАНГИИ – половые органы (n) :

– антеридии – мужские гаметангии;

– архегонии – женские гаметангии

ГАМЕТОФИТ (половое поколение) (n) – поколение, образующее гаметы.

ТЕМА 18. ПОНЯТИЕ О ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ РАСТЕНИЙ. ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ РАСТЕНИЙ

Понятие о жизненном цикле растений.



Жизненные формы растений.

Классификация жизненных форм (внешний вид, морфологические признаки):

деревья – многолетние растения с деревенеющими надземными частями, ярко выраженным стволом не ниже 2 м (сосна, дуб, береза);

кустарники – многолетние растения с деревенеющими надземными частями, не имеют ярко выраженного ствола, ветвление начинается от самой земли, поэтому образуется несколько равноценно развитых стволов, которые на зиму не отмирают; в лесу кустарник образует подлесок высотой менее 3 м (орешник, сирень, смородина);

полукустарники – отличаются от кустарников тем, что у них перезимовывают только нижние части стебля, а верхние ежегодно отмирают (полынь); высота их 50–150 см;

кустарнички – сходны с кустарниками, но низкорослы, высотой не более 50 см, перезимовывают все стеблевые части (брусника, вереск, багульник);

суккуленты – это растения, стебли и листья которых сочные, мясистые, содержат большой запас воды (молодило, солирос);

лианы – это лазающие, цепляющиеся и вьющиеся растения с тонкими, длинными стеблями, многолетние и однолетние растения (плющ, хмель, виноград, вьюнок);

многолетние травы – это растения, у которых стеблевые части на зиму отмирают (тимOFFеевка, овсяница, клевер, люцерна);

двулетние травы – в первый год жизни растения этой группы образуют листовые розетки, а на второй год жизни формируют высокорослые стебли, плоды и семена (дикорастущая морковь, борщевик, наперстянка);

однолетние травы – весь жизненный цикл развития этих растений протекает за один вегетационный период (мятлик однолетний, дикая редька).

Классификация жизненных форм (по Раункиеру):

В основу классификации жизненных форм датский ботаник Раункиер положил признак, важный с приспособительной точки зрения, – *положение и способ защиты почек возобновления у растений в течение неблагоприятного периода* (холодная зима, жаркое и сухое лето). По данному признаку выделяют следующие жизненные формы растений:

фанерофиты – почки возобновления находятся высоко над поверхностью почвы и защищены покровными чешуями, а в зимний период снегом; побеги на зиму не отмирают (деревья, кустарники, деревянистые лианы);

хамефиты – почки возобновления находятся невысоко над землей и защищены чешуйками, а в зимний период снегом; побеги на зиму не отмирают (мелкие кустарники, такие как брусника, черника);

гемикриптофиты – многолетние травянистые растения, у которых надземная масса отмирает на зиму почти до основания, почки возобновления у них расположены на уровне поверхности почвы и защищены нижними и отмершими побегами (клевера, луговые злаки);

криптофиты – многолетние травянистые растения, у которых надземные побеги отмирают на зиму полностью, а почки возобновления сохраняются в подземных органах – клубнях, корневищах, луковицах (картофель, пырей ползучий, лук);

терофиты – у растений на зиму отмирают все подземные и надземные органы, перезимовывают только их семена (однолетние яровые растения, например овес, горох);

гелофиты – водные растения, почки у которых находятся под водой, а вегетативные побеги возвышаются над водой (рогоз, камыш, ежеголовник, стрелолист, частуха, сусак зонтичный, тростник обыкновенный);

гидрофиты – водные растения, у которых почки возобновления и вегетативные побеги находятся под водой (роголистник, наяда, пузырчатка, рдест, кувшинка, кубышка, ряска малая, водокрас обыкновенный).

ТЕМА 19. СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

Систематика растений. Задачи, разделы и методы систематики

Систематика – это раздел ботаники, который изучает многообразие растительного мира и объединяет его в упорядоченную систему.

РАЗДЕЛЫ систематики:

1. Флористическая систематика
2. Филогенетическая систематика
3. Таксономия.

Задачи систематики:

1. Подробное изучение растений с целью объединения их в системы, отражающие эволюцию растительного мира.
2. Сравнительное изучение существующих и вымерших растений по комплексу признаков и установление родственных связей между ними.

Методы исследований:

1. сравнительно-морфологический;
2. палеоботанический;
3. онтогенетический;
4. физиолого-биохимический;
5. цитологический.

Понятие о таксонах и таксономических категориях. Правило наименования растений. Бинарная номенклатура К. Линнея.

ВИД – это совокупность особей, имеющих общее происхождение, строение, обладающих комплексом схожих морфологических, физиологических, биохимических признаков, свободно скрещивающихся между собой с образованием плодovитого потомства и занимающих определенный ареал.

БИНАРНАЯ НОМЕНКЛАТУРА:

Земляника лесная
Fragaria vesca

родовое слово видовой эпитет

Таксономические категории	Таксоны
1. Вид (species)	1. Земляника лесная (Fragaria vesca)
2. Род (genus)	2. Земляника (Fragaria)
3. Семейство (familia) - aceae	3. Розовые Rosaceae
4. Порядок (ordo) -ales	4. Розоцветные Rosales
5. Класс (classis) -opsida	5. Двудольные Magnoliopsida
6. Отдел (divisio) -phyta	6. Покрытосеменные Magnoliophyta
7. Царство (regnum)	7. Растений Plantae

Общая характеристика и классификация царства Растений. Происхождение и пути эволюции растений.

ЦАРСТВО РАСТЕНИЙ делят на 3 группы:

1. архегониальные споровые растения
 - моховидные
 - плауновидные
 - хвощевидные
 - папоротниковидные
2. архегониальные семенные растения
 - голосеменные
3. цветковые семенные
 - покрытосеменные

Отличительные признаки царства Растений:

1. наземный образ жизни
2. наличие ветвления
3. наличие вегетативных органов (корень, стебель, лист) и репродуктивных органов (семя, цветок, плод).
4. наличие двух полюсов питания:
 - почвенное (минеральные вещества, вода)
 - воздушное (органическое вещество)
5. тканевое строение
6. многоклеточные половые органы
7. развитие из зиготы зародыша
8. наличие двух поколений в цикле развития (гаметофит, спорофит)
9. чередование гаплоидной и диплоидной фаз



ТЕМА 20. АРХЕГОНИАЛЬНЫЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ

Отдел Моховидные включает три класса: Антоцеротовые (*Anthocerotopsida*; 100 видов); Печеночные (*Hepaticopsida*; 8 500 видов); Листостебельные (*Bryopsida*; 14 400 видов) мхи.

Класс Листостебельные мхи состоит из трех подклассов:

- Бриевые, или Зеленые мхи (*Bryidae*);
- Сфагновые, или Белые мхи (*Sphagnidae*);
- Андреевые, или Черные мхи (*Andreaeidae*).

В этот отдел входит около 23 000 видов травянистых растений, у которых в жизненном цикле преобладает гаметофит, что резко отличает мхи от других растений. Поэтому развитие мхов в эволюции растений рассматривают как отдельную ветвь. По общей организации строения и экологии мхи во многом сходны с зелеными водорослями.

Гаметофит представлен зеленым растением в виде слоевища (таллома) у более примитивных мхов, а у остальных – разделен на стебель и листья. Моховидные лишены корней, вместо них развиваются ризоиды. Сосудов нет, элементы проводящих тканей появляются лишь у наиболее высокоразвитых мхов. Частично обособлены ассимиляционная и механическая ткани.

Спорофит самостоятельно не существует, развивается и всегда находится на гаметофите. Морфологически спорофит состоит из округлой или эллиптической коробочки на ножке. Основание ножки погружено в гаметофит и выполняет роль гаустории, поглощая питательные вещества и воду из гаметофита. Внутри коробочки формируется спорогенная ткань, в результате редукционного деления клеток которой образуются споры.

Мхи растут в условиях с повышенной влажностью: на болотах, в лесах, на сырых лугах. Моховидные не достигают больших размеров, максимальная высота составляет 20–40 см. Размножаются мхи как половым, так и бесполом способами. Вегетативное размножение осуществляется специальными выводковыми почками, а также участками талломного тела.

Развитие зеленых и белых мхов в напочвенном покрове лугов препятствует семенному возобновлению трав, вызывает их изреживание. Накопление мхами воды приводит к заболачиванию лугов. В лесу, где часто образуются сплошные моховые ковры под пологом деревьев, мхи препятствуют прорастанию семян растений.

Наиболее заметную роль мхи играют в заболачивании территории. Ковер зеленых мхов задерживает испарение, приводит к переувлажнению, при котором зеленые мхи не могут существовать и уступают место белым мхам, активно накапливающим воду. Отмирающие части сфагнума уплотняются и превращаются в анаэробных условиях в торф. Торфяная масса легко впитывает воду и препятствует поступлению воздуха в почву. Создаются условия, при которых рост деревьев затрудняется, они гибнут, и на месте леса образуется болото. В торфе благодаря высокому содержанию кислот и анаэробным условиям гниение сильно затруднено. Торф используют в качестве удобрения, топлива и в качестве ценного химического сырья для производства воска, парафина, фенолов, уксусной кислоты и других веществ.

Отдел плауновидные (*Lycopodiophyta*)

Плауновидные являются самыми древними растениями – «живыми ископаемыми», существующими в современной флоре. Отдел Плауновидные в настоящее время представлен вечнозелеными травянистыми, реже полукустарниковыми формами, насчитывает около 1 000 видов. Хотя в девонский и каменноугольные периоды плауновидные масштабно были представлены древовидными формами.

В современной систематике Отдел Плауновидные насчитывает около 1 000 видов из четырех родов, объединенных в два класса: Плауновые (*Lycopodiopsida*) и Полушниковые (*Isoetopsida*).

Класс Плауновые включает монотипные порядок Плауновые, семейство Плауновые и представлен *равноспоровыми* растениями из двух родов: Плаун (*Lycopodium*) и Филлоглоссум (*Phylloglossum*).

Класс Полушниковые представлен растениями из двух порядков (семейств): Полушниковые (*Isoetales*), или Шильниковые, и Селагинелловые (*Selaginellales*).

Вечнозеленые многолетние травы плауновидных имеют олиственные побеги и придаточные корни. Характерной особенностью всех плауновидных является то, что и побеги, и корни обладают *дихотомическим* типом ветвления. Для листьев характерен микрофильный тип – мелколистность и простота строения листа (листовая пластинка с одной жилкой; с лигулой на расширенном основании листа). Листья мелкие, простые, цельные, чешуевидные, представляющие собой боковые поверхностные выросты стебля, и называются *филлоидами*.

В жизненном цикле преобладает спорофит. Бесполое размножение осуществляется с помощью спор, формирующихся в спорангиях, которые расположены на верхней стороне листьев – *спорофиллов*. У большинства плауновидных спорофиллы образуют специализированные спороносные побеги – *стробилы* в виде колосков.

Плауновидные используются человеком как лекарственные, красильные, косметические и декоративные растения. Споры плаунов (чаще всего булавовидного, сплюснутого и годичного) используют для приготовления детских присыпок, пересыпания пилюль, а также в народной медицине как заживляющее средство для засыпки ран, ожогов, обморожений, при экземах, фурункулах, лишаях. В России их называли липодий (плаунное семя), они содержат до 50 % жирного невысыхающего масла, алкалоиды, фенольные кислоты, белки, сахара, минеральные соли. Споры также применяют в металлургии при фасонном литье – при их сгорании образуется слой газов, препятствующих прилипанию изделия и придающих металлу гладкую поверхность.

Стебли плаунов используют при заболеваниях мочевого пузыря, печени, дыхательных органов, при болях в желудке. Растения плауна-баранца содержат ядовитый алкалоид селягин, который может применяться в гомеопатии как рвотное, слабительное средство, для лечения хронического алкоголизма и табакокурения (только под наблюдением врача). В косметологии плауны применяют при фурункулезе и против облысения.

Стебли всех видов плауна дают синюю краску, пригодную для окрашивания тканей.

Виды селлагинеллы часто разводят как комнатные и оранжерейные декоративные растения. Из Шильниковых самым распространенным является полушник озерный, который является биоиндикатором наиболее чистых вод, рекомендуется для посадки в водоемах и аквариумах.

Отдел хвощевидные (*equisetophyta*)

Хвощевидные представляют собой древнюю группу растений с преобладанием их древовидных форм еще в карбоновом периоде. Древовидные ископаемые хвощевидные (каламиты) достигали высоты 20 м и имели вторичную ксилему. Отдел Хвощевидные делят на четыре класса, три из которых являются ископаемыми (Гиениевые, Клинолистные, Каламитовые).

Современные хвощевидные представлены лишь травянистыми растениями более 20 видов рода Хвощ (*Equisetum*) из класса Хвощевые (*Equisetopsida*) (рис. 31).

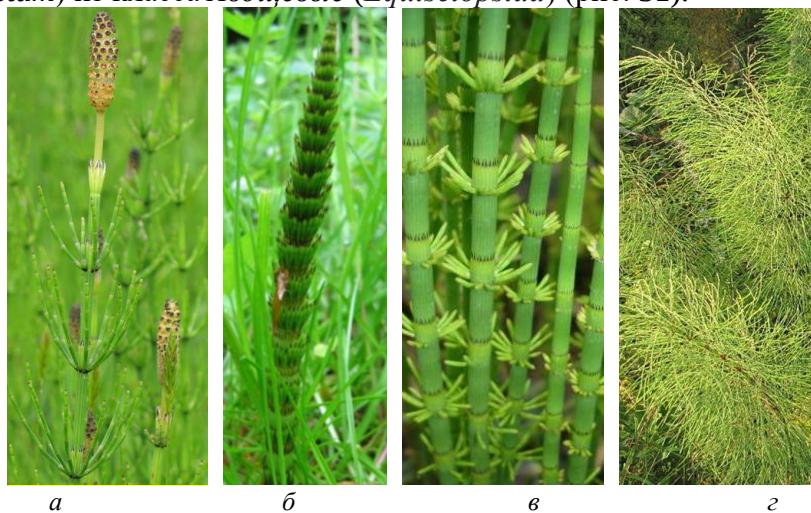


Рис. 31. Хвощ:

а – болотный; *б* – большой; *в* – приречный; *г* – лесной

Хвощи – это многолетние корневищные травы, являющиеся космополитами. От корневищ формируются придаточные корни и надземные побеги. Растения хвощей отличаются наличием членистого (мутовчатого) строения: побеги и листья имеют ребристое строение и располагаются правильными мутовками (как листья, так и боковые побеги). Стебли на уровне междоузлий полые, в узлах выполненные. В анатомическом строении стеблей уже хорошо различима механическая ткань, проводящая система – в виде коллатеральных проводящих пучков с преобладанием трахеидов и ситовидных клеток.

Листья мелкие, бурые, чешуевидной формы (филлоиды), сросшиеся в трубчатое влагалище. Листья сильно редуцированы, поэтому функцию фотосинтеза выполняют стебли. Для наземной части характерна сильная минерализация, клетки эпидермы содержат большое количество кремнезема.

Виды хвощей различаются по строению побегов спорофита. Хвощ полевой имеет два типа побегов: весенние спороносные побеги (формируют спороносный колосок) и летние ассимилирующие побеги. У хвоща болотного и речного спороносные колоски образуются на ассимилирующих побегах.

В жизненном цикле хвощей преобладает спорофит. Все хвощи являются разнотелыми растениями. На оси колоска находятся спорангиофоры (видоизмененные спороносные боковые побеги), имеющие вид щитка на ножке. К каждому спорангиофору крепятся 8–10 спорангиев, в которых образуются гаплоидные споры. Внешне споры одинаковы, но физиологически неравнозначны: одни из них прорастают в мужские заростки, а другие – в женские.

Споры хвощей имеют три оболочки: интина, экзина и перина. Внешняя оболочка перина не целостная. Она образует две элатеры, закрепленные в одной точке и образующие 4 конца. Элатеры гигроскопичны. В сухую теплую погоду элатеры раскручены, что способствует сцеплению спор, их распространению и прорастанию в заростки группами. В прохладную и влажную погоду – спирально закручены на поверхности спор (выполняют защитную функцию).

Заростки (гаметофиты) имеют вид мелких зеленых рассеченных пластинок, прикрепленных к почве ризоидами. Гаметофиты достигают зрелости спустя 3–5 недель. Сперматозоиды спирально скрученные, многожгутиковые.

Лекарственное направление использования растений хвоща объясняется их химическим составом: сапонины, алкалоиды, флавоноиды, гликозиды, витамин С (до 0,19 %), каротин (около 4,7 мг%), органические кислоты (аконитовая, щавелевая и др.), белки, жиры, кремниевая кислота (до 25 %), дубильные вещества, горечи, смолы. Травяные сборы хвоща используются как мочегонное, противовоспалительное, кровоостанавливающее, общеукрепляющее и ранозаживляющее средство; при сердечной недостаточности улучшают водно-солевой обмен; эффективны при лечении отеков и влажных плевритов.

Высушенные стебли хвощей с высоким содержанием солей кремния применяются для шлифования поверхностей (при столярных работах с деревом, художниками). Ядовитость большинства видов (в особенности хвоща лесного) объясняется наличием фермента тиаминазы. Хвощи не используются на корм животным, так как могут вызвать их отравление. Хвощ полевой является одним из самых злостных многолетних корневищных сорняков.

Отдел папоротниковидные (Polypodiophyta)

Произошли папоротники от проптеридофитов, достигли максимального расцвета в каменноугольном периоде, когда древовидные папоротники вместе с ископаемыми плаунами и хвощами господствовали в растительном мире.

Современные папоротники насчитывают около 12 000 видов, относящихся к трем классам: Ужовниковые (*Ophioglossopsida*), Мараттиевые (*Marattiopsida*) и Полиподиевые (*Polypodiopsida*). В Беларуси произрастает 29 видов, из которых 7 видов охраняемых.

Класс *Ужовниковые* включает одно семейство Ужовниковые (*Ophioglossaceae*) и всего 3 рода – Ужовник (*Ophioglossum*), Гроздовник (*Botrychium*) и Гельминтостахис (*Helminthostachys*). Единственный вид гелимнтостахиса обитает в тропических лесах восточного полушария.

Гроздовники и ужовники являются низкорослыми растениями, не имеющих привлекающих внимание признаков, поэтому часто оказываются незамеченными. Они широко распространены по земному шару: гроздовники чаще встречаются в северной умеренной зоне, а ужовники – в тропической зоне (рис. 32).

Род Гроздовник представлен 33 видами. В нашей стране произрастает 6 видов, из которых 4 вида занесены в Красную Книгу Республики Беларусь. Чаще всего встречается гроздовник полулунный, развернутый лист которого достигает размеров 10–16 см, примерно на половине разделен на две части (спороносную и вегетативную). Он является растением-компасом, так как в полдень лист поворачивается узким сечением в направлении юг-север, чем предохраняет себя от излишнего нагревания.

Среди уховников насчитывают 35 видов, из которых 4 вида встречается во флоре Беларуси (ужовник обыкновенный занесен в Красную Книгу Республики Беларусь). В переводе с греческого языка уховник означает «язык змеи». Виды этого рода имеют самое большое число хромосом существующих в настоящее время организмов (в том числе растений): среднее значение $n = 120$, $\max n = 631$.



Рис. 32. Уховник обыкновенный (а) и гроздовник лунный (б)

Считают, что уховниковые являются наиболее древней группой современных папоротников. Лист не свернут улиткообразно и развивается медленно (до трех лет и более). Вегетативная часть листа может быть цельной или перисторассеченной, а спороносный участок расположен на верхушке в виде кисти или колоска. Корневище уховниковых имеет камбий, что резко отличает их от всех современных папоротников. Гаметофиты развиваются в почве, могут существовать до 20 лет, достигая 6 см в длину при диаметре 0,1 см.

Класс *Мараттиевые* также представлен единственным современным семейством *Marattiaceae*, включающим 4 рода и около 200 видов, произрастающих во влажных тропиках. Наиболее распространен род Мараттия (*Marattia*) и род Ангиоптерис (*Angiopteris*) (рис. 33).

Это крупные папоротники, листья которых иногда достигают длины 6 м. Листья чаще всего перисто- или пальчаторассеченные, но могут быть и цельными. Молодые листья всегда спирально закручены. Стебли небольшие, около 1 м в высоту, и наполовину погружены в почву. Растения равноспоровые. Спорангии собраны в сорусы и расположены на нижней стороне листьев, число спор огромное. Гаметофит наземный, темно-зеленый сердцевидной или продолговатой формы, долгоживущий.

Полиподиевые самый многочисленный класс современных папоротников, представленный преимущественно многолетними травами и эпифитами. Этот класс папоротников делят на 3 подкласса (классификация Алана Смита, 2006 г.):

- 1) Полиподиевые (*Polyypodiidae*), включающий 4 порядка (Осмундовые, Схизейные, Полиподиевые, Циатейные) – равноспоровые папоротники;
- 2) Марсилиевые (*Marsileidae*) папоротники;
- 3) Сальвиниевые (*Salviniidae*) папоротники.

Марсилиевые и сальвиниевые представляют систематическую группу водных разноспоровых папоротников.

Большинство представителей флоры Беларуси относятся к равноспоровым папоротникам: щитовники (7 видов), кочедыжники (4 вида), страусник, орляк. Растения имеют короткое, утолщенное корневище, на котором расположены 5–7 хорошо развитых листьев. Листья крупные, перисторассеченные (вайи), имеют стеблевое происхождение. Молодые листья имеют форму «улитки». Листья выполняют как фотосинтезирующую функцию, так и функцию спороношения (на нижней поверхности листа находятся сорусы). Спорангии таких папоротников собраны в сорусы, которые защищены индузием. Гаметофиты (заростки) обоеполые, имеют форму зеленых пластинок.

Значение папоротников очерчено небольшим кругом направлений. Остатки древних папоротников дали залежи каменного угля. Пищевое направление использования достаточно ограничено. В пищу используются молодые листья в форме улитки, черешки и клубневидные основания черешков некоторых мараттиевых, страусника обыкновенного, орляка обыкновенного, осмунды коричневой. Корневища и стволы древовидных папоротников содержат достаточно много крахмала (до 40 %), что успешно используется населением (например, гавайцами) в пивоварении, в приготовлении клея. Среди папоротников достаточно много ядовитых растений, особенно представители родов Щитовник, Кочедыжник и Страусник. Наиболее токсичными из представителей нашей флоры являются виды Щитовника, корневища которого содержат производные флороглюцина. Однако экстракты из щитовника обладают антигельминтным действием и используются в медицине.



Рис. 33 Мараттия: а – внешний вид растения; б – листья со спорангиями

Яркость и крупность вайев папоротников широко используются ландшафтными дизайнерами в озеленении открытых и замкнутых пространств (нефролепис, костенец, птерис, мараттия, страусник, кочедыжник и другие), оригинальность водных папоротников (сальвиния) – как декоративные аквариумные растения.

Водный плавающий папоротник азолла папоротниковидная (*Azolla filiculoides*) обладает способностью вступать в симбиоз с сине-зеленой водорослью анабеной азоллы, результатом которого является фиксация азота (до 50 кг/га). На этом основано широкое использование азоллы в Японии, Китае и Индокитае в качестве зеленого удобрения при возделывании риса, благодаря чему он может долго расти на одном и том же месте.

ТЕМА 21. ОТДЕЛ ГОЛОСЕМЕННЫЕ

Отдел Голосеменные представлен древнейшими семенными растениями. Произошли они, предположительно, от древних разноспоровых папоротниковидных. Характерной отличительной особенностью голосеменных является наличие семян, которые открыто (голо) лежат на семенных чешуях. Поэтому эти растения и называют голосеменными.

Жизненными формами современных голосеменных являются деревья и кустарники, травянистых растений среди них нет.

Растения характеризуются развитием системы главного корня (стержневая корневая система), а также наличием моноподиального типа ветвления. Листья у большинства растений мелкие в виде иголок (хвоинок), чешуек, реже они крупные (у более древних голосеменных). Хвоя многолетняя (в зависимости от вида, от 2 до 10–15 лет), опадает ежегодно лишь частично, поэтому растения относятся к группе вечнозеленых растений. Исключением является лиственница, у которой вся хвоя опадает каждый год.

Анатомическое строение стебля голосеменных более сложное, чем у папоротников, что объясняется наличием камбия и феллогена (пробкового камбия). Стебель выделяется мощно развитой древесиной, представленной преимущественно трахеидами (слабое развитие сердцевины).

Голосеменные являются разносторонними растениями, у которых мужской и женский гаметофиты сильно редуцированы и развиваются за счет преобладающего спорофита. Женский гаметофит развивается внутри семязачатка при прорастании мегаспоры в нуцеллусе и представлен первичным эндоспермом с двумя архегониями. Формирование мужского гаметофита начинается внутри микроспорангия; он представлен пыльцой, дающей развитие двум спермиям (антеридиев нет).

Процесс оплодотворения уже не зависит от наличия водной среды; появляется процесс опыления, способствующий переносу пыльцы на женскую шишку.

Размножаются голосеменные растения семенами, вегетативное размножение встречается очень редко.

Представители отдела Голосеменные объединены в 7 классов, из которых 3 являются вымершими (Семенные папоротники, Беннеттитовые, Кордаитовые).

В современной флоре Голосеменные представлены растениями из 4 классов: Саговниковые (*Ginkgoopsida*), Гинкговые (*Cycadopsida*), Хвойные (*Pinopsida*) и Гнетовые (*Gnetopsida*). Общее число видов составляет около 800, причем большинство голосеменных относится к классу Хвойных (600 видов).

В настоящее время класс **Саговниковые** (*Ginkgoopsida*) представлен 130 видами из 9 родов одного семейства, произрастающими в тропиках и субтропиках. Саговники являются вечнозелеными двудомными деревья с колонновидными или короткими бочонковидными стволами, на вершине которых находится розетка крупных перисторассеченных листьев. Из-за такой внешней схожести эти растения часто называют «саговыми пальмами» (рис. 34).



Рис. 34. Саговниковые

Новый лист развивается раз за один-два года, а остатки черешков старых листьев на стволе формируют своеобразный «панцирь». Стробилы (мужские и женские шишки) формируются на разных растениях, часто крупные (до 1 м, массой 40 кг). Оплодотворение происходит многожгутиковыми сперматозоидами (самые крупные в растительном мире: 3–3,5 мм). Размножаются саговники достаточно крупными мясистыми семенами (длиной до 3–4 см).

Класс Гинкговые в современном растительном мире представлен только одним видом – гинкго двухлопастное (*Ginkgo biloba*), природный ареал которого ограничен (Китай, Япония, Корея). Это высокие листопадные деревья (до 40 м) с диаметром ствола до 4,5 м и пирами-

дальной кроной. Листья имеют веерообразную форму – двухлопастные листовые пластинки с дихотомическим жилкованием.

Как и саговники, гинкго двухлопастное является двудомным растением. После опыления и оплодотворения многожгутиковыми сперматозоидами формируются крупные округлые семена с мясистым съедобным наружным слоем. Гинкго является ярким представителем древнейших растений, возраст которых достигает 2–2,5 тыс. лет (рис. 35).



Рис. 35. Гинкго двухлопастное

Класс **Хвойные** является господствующим в отделе Голосеменных, однако большинство родов и видов имеют ограниченные ареалы (особенно араукария, секвойя). Хвойные представлены преимущественно вечнозелеными деревьями, самыми крупными в растительном мире. Листья игловидные (хвоя) или чешуевидные.

Наибольшее распространение имеют растения четырех семейств:

1. Кипарисовые (*Cupressaceae*) – включает 130 видов, представлено небольшими деревьями и кустарниками с игловидными или чешуевидными листьями, произрастающими в умеренных, субтропических и тропических условиях (рис. 36).

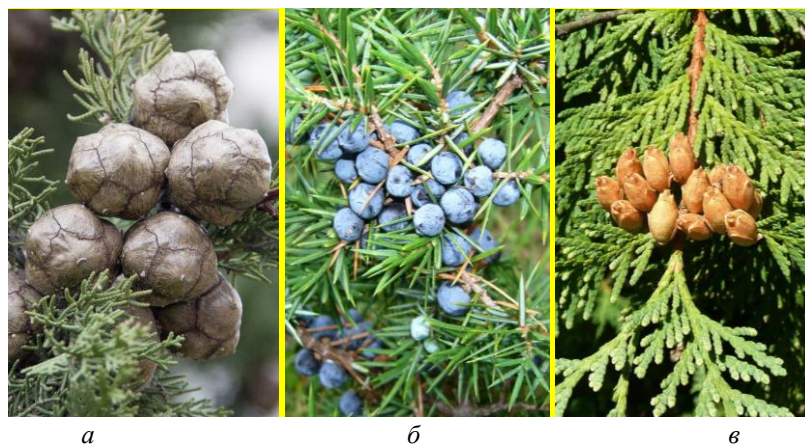


Рис. 36. Кипарисовые:

а – кипарис вечнозеленый; *б* – можжевельник обыкновенный; *в* – туя западная

2. Таксодиевые (*Taxodiaceae*) – включает в настоящее время лишь 15 видов огромных крупных деревьев, древесина которых имеет хорошо развитую паренхиму без смоляных ходов (рис. 37).

3. Тисовые (*Taxaceae*) – представлено двудомные, редко однодомными вечнозелеными деревьями или кустарниками из 6 родов (31 вид), произрастающими в умеренном и субтропическом климате северного полушария. Тисовые представляют собой древнюю, вымираю-

щую вечнозеленую хвойную породу с густой кроной. Их листья представлены в виде узкой (тисы) или широкой (торреи) хвои (жесткие, линейной и ланцетной формы), без смоляных ходов. Семя овально-яйцевидное, окружено красным, или желтым, сладковатым ариллусом («кровелькой») (рис. 38).

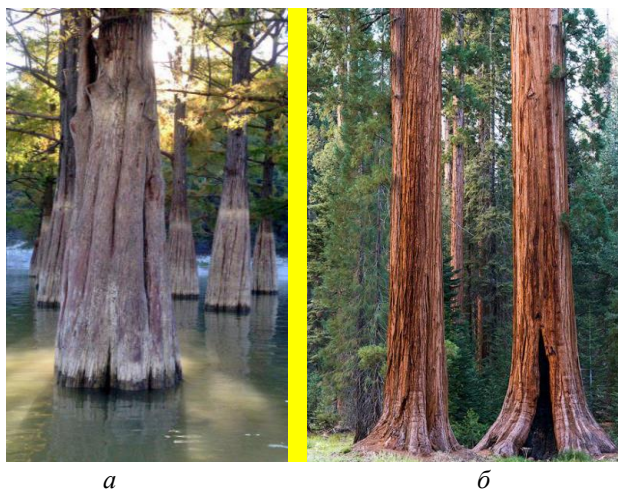


Рис. 37. Таксодиевые: *а* – болотный кипарис; *б* – секвойядендрон гигантский



Рис. 38. Тис обыкновенный

4. Сосновые (*Pinaceae*) – насчитывают 250 видов, из которых многие являются основными лесообразующими породами (сосна, ель, лиственница, пихта, кедр).

Род Лиственница объединяет около 15 видов очень светолюбивых деревьев с ежегодно опадающей хвоей. Хвоинки короткие, собраны по 10–12 шт. Среди хвойных лиственница выделяется быстрым ростом и продолжительностью жизни до 500 лет (рис. 39).



Рис. 39. Сосновые: *а* – лиственница; *б* – пихта

К роду Ель относится около 45 видов теневыносливых деревьев, имеющих одиночные хвоинки, сохраняющиеся до 7–12 лет.

Основной темнохвойной породой тайги является пихта (около 40 видов), которая имеет прямостоячие, распадающиеся при созревании семян шишки. Пихта является теневыносливым, холодостойким представителем, не переносящим задымления и загрязнения воздуха.

Кедр представлен высокими вечнозелеными деревьями с пирамидальной кроной и хвоинками, собранными в пучки по 30–40. Данный род представлен только 4 видами с ограниченным ареалом. Кедр имеет мелкие несъедобные семена.

Класс *Гнетовые* (*Gnetopsida*) включает три семейства: Гнетовые, Эфедровые, Вельвичиевые, в каждом из которых только один род. Гнетовые, в отличие от других голосеменных, имеют признаки, сближающие их с Цветковыми (Покрытосеменными). Это двудомные кустарники и лианы с супротивным листорасположением. В древесине хорошо различимы сосуды. Для них характерна еще большая редукция полового поколения (отсутствуют архегонии) и прообраз двойного оплодотворения, из-за чего в современной систематике их называют оболочкосеменными.

Гнетум (гнемон, или мелинжо) представлен вечнозелеными деревьями высотой до 15–18 м с сероватой корой, ланцетовидными листьями длиной до 20 см. Листья тонкие, темно-зеленые, блестящие с обеих сторон с супротивным листорасположением. Семена по форме и размеру напоминают оливки (рис. 40)



Рис. 40 Гнетум

Эфедра, или хвойник (кузьмичева трава, степная малина) – это двудомные вечнозеленые кустарники (высотой до 1 м) или кустарнички (высотой до 30–50 см), произрастающие в степной и полупустынной зонах. Побеги серо-зеленые, укороченные, членистые, мелкоребристые, прутьевидные, вверху изогнутые. Листья редуцированы; длиной не более 1,5–2 мм, сросшиеся на треть. Зрелые женские шишки шаровидные, ягодообразные, красные, реже желтоватые. Эти растения успешно размножаются вегетативно с помощью корневых отпрысков (рис. 41).

Единственным современным видом семейства Вельвичиевые является реликтовое двудомное растение вельвичия удивительная, произрастающего в каменистой пустыне Намиб. Это двулистное растение с толстым укороченным стволотвидным стеблем. Листья длиной 2–4 мм и шириной до 1 м обладают годовым приростом до 30–40 см, при этом у основания нарастают, а на концах отмирают, делясь на длинные узкие ленты. Стебель короткий, выступает над поверхностью почвы лишь на 20–40 см.

Значение Голосеменных неоспоримо велико как в биосфере, так и в хозяйственной деятельности человека. Около 95 % лесов Земли состоят только из хвойных пород или являются смешанными, что необходимо для пополнения запасов кислорода, сохранения водных запасов, смягчения климата. Хвойные породы выделяют фитонциды, обладающие сильным ан-

тибактериальным эффектом. Древесина хвойных лесов служит сырьем для деревообрабатывающей промышленности, получения канифоли, скипидара, спирта, бальзамов, эфирных масел для парфюмерной промышленности, лекарственных и других ценных веществ.



Рис. 41. Класс Гнетовые: *а* – эфедр двухколосковая; *б* – вельвичия удивительная

В современном мире Голосеменные успешно используются в декоративном направлении (пихты, туи, кипарисы, кедры, ели, сосны, саговники, гинкго, тисы и др.). Семена ряда сосен (сибирской, корейской, итальянской) употребляются в пищу, из них также получают масло. Крахмал сердцевин ствола и эндосперм семян саго используется в изготовлении натурального саго. Также съедобными являются семена и ягодоподобные оболочки многих голосеменных. Однако среди них есть и ядовитые растения – тисовые.

ТЕМА 22. ОТДЕЛ ЦВЕТКОВЫЕ (ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ)

Общая характеристика отдела Покрытосеменные.

Отдел Покрытосеменные (Magnoliophyta) включает 2 класса (~253 тыс. видов):

1. *Двудольные* ~280 семейств: Лютиковые, Розовые, Капустные, Бобовые, Сельдерейные, Пасленовые, Льновые, Гречишные, Тыквенные, Яснотковые, Астровые и др.
2. *Однодольные* ~50 семейств: Лилейные, Осоковые, Мятликовые и др.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА:

1. наличие цветка;
2. наличие плода;
3. преобладание спорофита;
4. сильно редуцированное половое поколение
женский гаметофит – 8-ядерный зародышевый мешок,
мужской гаметофит – пыльца;
5. опыление, двойное оплодотворение;
6. разнообразные вегетативных и репродуктивных органов;
7. разнотелые растения;
8. сосуды и ситовидные трубки с клетками-спутницами;
9. преобладание симподиальн. типа ветвления

Цветок и его морфологическое строение

Цветок (лат. flos, греч. anthos) – это репродуктивный орган покрытосеменных растений. Главная роль цветка заключается в том, что в нем полностью совмещены все процессы бесполого и полового размножения. Большинство ботаников используют следующее определение:

цветок – это видоизмененный, укороченный, ограниченный в росте, неразветвленный спороносный побег, предназначенный для образования спор, гамет и полового процесса, завершающегося образованием семян и плода.

Цветок является уникальным образованием по своей природе и функциям, он также разнообразен в деталях строения, по окраске и размерам. Известны крошечные цветки – около 1 мм в диаметре (семейство Рясковые), и одновременно существуют цветки-гиганты, как у раффлезии Арнольда (*Rafflesia arnoldii*). Цветок этого растения (остров Калимантан) достигает 1 м в диаметре и является самым крупным среди покрытосеменных растений.

Цветок возникает из конуса нарастания цветочного побега. Листочки околоцветника, тычинки и пестики последовательно закладываются в виде бугорков верхушечной меристемы. Первоначально процессы формирования и развития цветочных структур осуществляются в цветочной почке. Цветочная почка обычно состоит из почечного покрова (перулы), образованного почечными чешуями, которые плотно окружают молодой цветок, или бутон. Иногда покров отсутствует и бутон защищают молодые листья, плотно облегающие отдельные цветки или целые соцветия.

По положению цветки бывают *верхушечными* или *боковыми*. При боковом положении цветок выходит из пазухи видоизмененного или невидоизмененного прицветного листа (прицветника).

Морфологические части цветка имеют *стеблевое* и *листовое* происхождение. Стеблевая часть цветка представлена цветоножкой и цветоложем, листовая часть – это околоцветник, тычинки и пестики.

Андроцей. Микроспорогенез и микрогаметогенез

Андроцей – это совокупность тычинок (микроспорофиллов) одного цветка.

Тычинка является носителем мужской наследственности. Количество тычинок, которые образуют андроцей, варьирует от одной (орхидные) до нескольких сотен (мимозовые из семейства бобовых). На цветоложе тычинки могут располагаться по спирали (у многих лютиковых) или кругами (лилейные, розовые). Для большинства цветковых характерно наличие 3, 4, 5, 6 или 10 тычинок, которые обычно располагаются в 1–2 круга. Эволюция шла в основном от андрогенного полимерного (состоит из большого, неопределенного числа тычинок) к олигомерному (состоит из небольшого, определенного числа тычинок). Однако у некоторых покрытосеменных растений (мальвовые, мимозовые) неопределенное количество тычинок возникает вторично в результате расщепления немногих (обычно 5–10) зачаточных тычиночных бугорков.

Как правило, число тычинок для вида постоянно. Но иногда, как, например, у монотипного рода адокса (*Adoxa*), т. е. включающего только один вид, их может быть 4, 5 или 6.

У некоторых растений (лен, аистник) часть тычинок становится стерильной. Тычинки, которые стали бесплодными (отсутствуют пыльники), называют **стаминодиями**. Они есть также в однополых пестичных цветках. Часто тычинки функционируют как нектарники (черника, голубика, гвоздичные).

Каждая тычинка состоит из трех частей: тычиночная нить, пыльник и связник

Тычиночная нить – это суженная нитевидная, реже лентовидная часть. Основная ткань тычиночной нити – паренхима, в центре находится один проводящий пучок. Длина тычиночных нитей у разных растений варьирует. Чаще тычиночные нити по длине равны околоцветнику, но иногда значительно короче или во много раз его превышают. Иногда тычиночные нити почти отсутствуют, тогда тычинки (имеют только пыльники) называют *сидячими* (фиалка). Они могут быть голыми или в разной степени опушенными (коровяк, многие гвоздичные).

Тычиночные нити могут быть *простыми* – эти тычиночные нити не ветвятся (у большинства покрытосеменных растений), и *сложными* – происходит ветвление тычиночной нити, при этом каждая ветвь несет пыльник (береза, лещина, клещевина).

Пыльник состоит из двух *половинок (тек)*, каждая из которых имеет два *пыльцевых гнезда*, или пыльцевых мешка (*микроспорангия*). Пыльник прикрепляется к тычиночной нити основанием неподвижно, но иногда прикрепление происходит в средней части и бывает качаю-

щимся (лилии, злаковые, толокнянка, яснотка белая). В пыльнике происходят два процесса: микроспорогенез и микрогаметогенез.

Микроспорогенез – это процесс образования микроспор в микроспорангиях, которыми являются гнезда пыльника. Клетки спорогенной ткани несколько раз последовательно делятся *митозом*. В результате этого формируются диплоидные ($2n$) *микроспороциты* (материнские клетки микроспор). Каждый микроспороцит делится однократно мейозом, в результате чего возникает тетрада (четыре) гаплоидных (n) *микроспор*. **Микроспора** – это тонкостенная клетка с одним гаплоидным ядром. Чаще всего стадия тетрады кратковременна, поэтому микроспоры быстро обособляются друг от друга. Иногда тетрады микроспор сохраняются, образуя в последующем тетрады пыльцевых зерен (рогоз, элодея, вересковые, росянка).

Микрогаметогенез – это процесс образования из микроспоры мужского гаметофита (пыльцевого зерна). У покрытосеменных растений развитие мужского гаметофита сводится к одному митотическому делению. Микроспора делится митозом, в результате образуется пыльцевое зерно (пылинка).

Пыльца – это совокупность пыльцевых зерен, образующихся в гнездах пыльника (рис. 8). Форма пыльцевых зерен может быть разнообразной: шаровидная, эллипсовидная, нитевидная и др. Их размер варьирует от 2 мкм (незабудка) до 250 мкм (тыква). Пыльца имеет гаплоидный набор хромосом. Форма и строение пыльцы являются постоянными наследственными признаками.

Пыльцевое зерно у покрытосеменных растений состоит из двух клеток, покрытых общей оболочкой (сперодермой). Одна маленькая клетка называется *генеративной (спермагенной)*, вторая большая – *сифоногенной (клеткой пыльцевой трубки)*. Генеративная клетка однократно делится, в результате чего образуются два спермия (рис. 42).

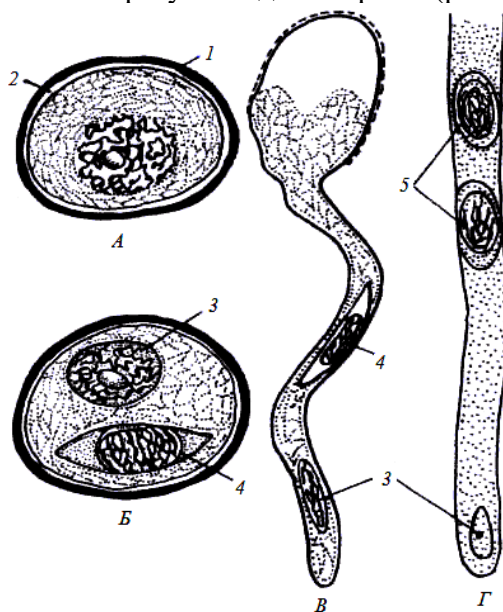


Рис. 42. Строение и развитие пыльцевого зерна:

А – микроспора; Б – пыльцевое зерно; В – формирование пыльцевой трубки; Г – часть пыльцевой трубки; 1 – экзина; 2 – интина; 3 – вегетативная клетка; 4 – генеративная клетка; 5 – два спермия

Спермий – это гаплоидная гамета, лишенная жгутика. Спермии перемещаются по пыльцевой трубке, достигают зародышевого мешка и участвуют в оплодотворении.

Формирование мужского гаметофита происходит в пределах *сперодермы*, которая сохраняется и входит в состав пыльцевого зерна. Сперодерма состоит из двух слоев:

1) *экзина* – наружный толстый слой; он состоит из стойких веществ *спорополленинов*, которые нерастворимы в кислотах и щелочах. Часто экзина несет специальные выросты и скульптурные утолщения, особенно развитые у пыльцы растений, опыляемых насекомыми;

2) **интина** – внутренний тонкий слой, который состоит из целлюлозы и пектина. Признаки строения, формы, положения, число тычинок, а также сам тип андроеца имеют большое значение для систематики покрытосеменных и познания их филогении.

Гинецей. Мегаспорогенез и мегагаметогенез.

Гинецей – это совокупность плодолистиков в цветке, образующих один или несколько пестиков. **Плодолистики** – это мегаспорофиллы, несущие семязачатки. **Нуцеллус** – это центральная часть плодолистика, которая гомологична мегаспорангию. Из одного или нескольких плодолистиков возник пестик вследствие смыкания и срастания их краев.

Строение пестика. Пестик – наиболее существенная часть цветка, из которой формируется плод. По форме пестик напоминает замкнутый сосуд, в котором развиваются семязачатки. Обычно он состоит из трех частей: рыльца, столбика и завязи.

Рыльце – это расширенная часть на верхушке столбика, которая предназначена для улавливания и прорастания пыльцы. Форма и величина рыльца разнообразны и обычно приспособлены к виду опыления. Поверхность рыльца часто неровная, бугорчатая и покрыта липкой жидкостью, что способствует более эффективному улавливанию пыльцы. Помимо липкой поверхности рыльце может иметь разветвленные доли и улавливающие волоски.

Столбик – тонкая цилиндрическая стерильная часть пестика, отходящая обычно от верхушки завязи. Он соединяет завязь и рыльце. Столбик приподнимает рыльце вверх, что иногда необходимо при опылении. У ряда растений столбик не развит, поэтому *рыльце* называют *сидячим* (мак). Отсутствие столбиков часто наблюдается и у ветроопыляемых растений (злаковые). В крупных насекомоопыляемых цветках (лилии) столбики очень длинные, рыльце выносятся высоко вверх, что облегчает опыление. Однако при этом значительно удлиняется путь пыльцевой трубки.

Завязь – это замкнутая нижняя расширенная полая часть пестика, несущая семязачатки. Полость завязи одногнездная или разделена на несколько гнезд.

Завязь выполняет функцию влажной камеры, предохраняющей семязачатки от высыхания, колебаний температуры, поедания насекомыми. В семязачатках, которые находятся в завязи, осуществляются процессы мегаспорогенеза и мегагаметогенеза.

Место в завязи, к которому прикрепляется семязачаток, называется **плацентой**. Плацента обычно имеет вид небольшого вздутия или выроста, образованного тканями завязи.

Расположение плацент в завязи называют **плацентацией**. Различают следующие основные типы плацентации (рис. 43):

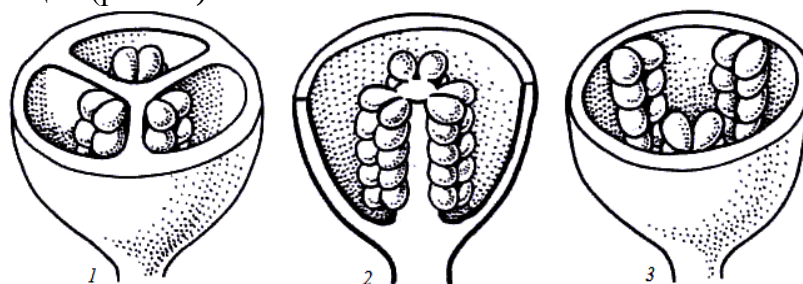


Рис. 43. Типы краевой плацентации:
1 – центрально-угловая; 2 – центрально-осевая; 3 – постенная

1) **ламинальная** – прикрепление семязачатков происходит по всей внутренней поверхности завязи или в определенных ее местах, но не вдоль брюшного шва; характерна для примитивных цветковых растений (магнолия, лотос, сусак, роголистник);

2) **сутуральная (краевая)** – семязачатки располагаются по краям плодолистиков в два ряда вдоль брюшного шва. Она бывает:

– **центрально-угловая** – семязачатки прикрепляются на внутренних углах в центре завязи, образованных в результате срастания боковых сторон плодолистиков (яблоня, лук, лилия);

– **центрально-осевая (колончатая)** – плаценты располагаются на оси (колонке), которая находится в центре одногнездной завязи (гвоздичные);

– **постенная (париетальная)** – семязачатки располагаются по внутренним стенкам завязи вдоль швов, где срастаются плодолистики (фиалка, ива, орхидея).

Семязачаток – это небольшое образование, которое располагается в завязи пестика. Число семязачатков в завязи пестика может быть от одного (пшеница, ячмень, слива, подсолнечник) до нескольких тысяч (мак) и миллионов (орхидные). В семязачатке происходят процессы формирования мегаспор, женского гаметофита и процесс оплодотворения. После оплодотворения он развивается в семя.

Мегаспорогенез – это процесс формирования мегаспор в нуцеллусе семязачатка. В нуцеллусе вблизи микропиле обособляется, увеличивается одна (реже несколько) клетка археспория. Эта клетка становится материнской клеткой мегаспор, она имеет диплоидный набор хромосом ($2n$). Материнская клетка однократно делится *мейозом*, в результате возникает тетрада гаплоидных мегаспор (четыре по $1n$). Мегаспоры располагаются линейно от микропиле к халазе (рис. 44).

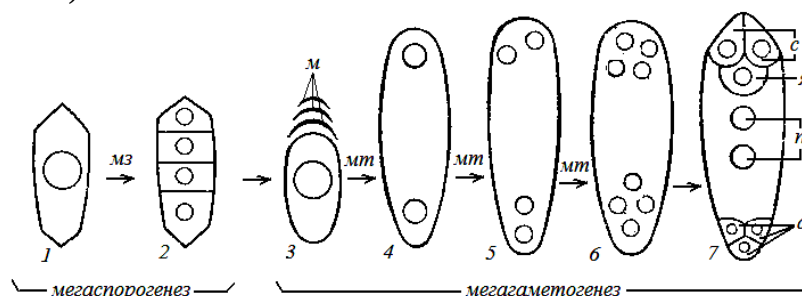


Рис. 44. Развитие зародышевого мешка (схема):

1 – материнская клетка; 2 – тетрада мегаспор; 3 – одна развитая мегаспора и три отмирающие; 4 – двухъядерный мешок; 5 – четырехъядерный мешок; 6 – восьмиядерный мешок; 7 – развитый зародышевый мешок; с – синергиды; я – яйцеклетка; n – полярные ядра; а – антиподы; м – три неразвитые мегаспоры; мз – мейоз; мт – митоз

Мегагаметогенез – это процесс формирования женского гаметофита, которым является восьмиядерный зародышевый мешок. Одна из четырех мегаспор, которая находится ближе к халазе, делится быстрее. Поэтому остальные три мегаспоры подавляются в развитии, т. е. дегенерируют.

Единственная мегаспора увеличивается, разрастается, ее ядро трехкратно делится *митозом*. В результате в сильно растянутой клетке мегаспоры формируется восемь ядер, которые располагаются по четыре на халазальном и микропилярном полюсах. Далее происходит дифференцировка ядер: от полюсов к центру отходит по одному ядру. Эти ядра называют **полярными**. Оставшиеся ядра обособляются в клетки. На микропилярном полюсе центральная крупная клетка преобразуется в **яйцеклетку**, две рядом расположенные боковые клетки – в **синергиды**. Яйцеклетка с синергидами образует **яйцевой аппарат**. На противоположном халазальном полюсе три клетки образуют группу **антипод**. В центре два полярных ядра сливаются, в результате образуется **вторичное (центральное) ядро** зародышевого мешка.

Таким образом, единственная мегаспора, прорастая внутри семязачатка, образует женский гаметофит – зародышевый мешок. Он включает:

а) **яйцевой аппарат** состоит из яйцеклетки и двух синергид; они расположены на микропилярном полюсе семязачатка;

б) три **антиподы** – расположены на халазальном полюсе семязачатка; яйцеклетка, синергиды и антиподы являются гаплоидными ($1n$);

в) **вторичное (центральное) ядро** зародышевого мешка – образовано при слиянии двух полярных ядер; оно диплоидное ($2n$).

Строение семязачатка. Типы семязачатков.

Сформированный семязчаток представляет собой многоклеточное образование. К плаценте он прикрепляется семяножкой – **фуникулюсом**.

Снаружи семязчаток покрыт одним-двумя покровами – **интегументами**. На верхушке интегументы не смыкаются, образуя таким образом канал – **микропиле (пыльцевход)**.

Под интегументами расположен многоклеточный **нуцеллус**, или **ядро семязачатка** (гомологичен мегаспорангию).

Конец семязачатка, противоположный микропиле, называют **халазой**. На уровне халазы происходит слияние нуцеллуса и интегументов (рис. 45).

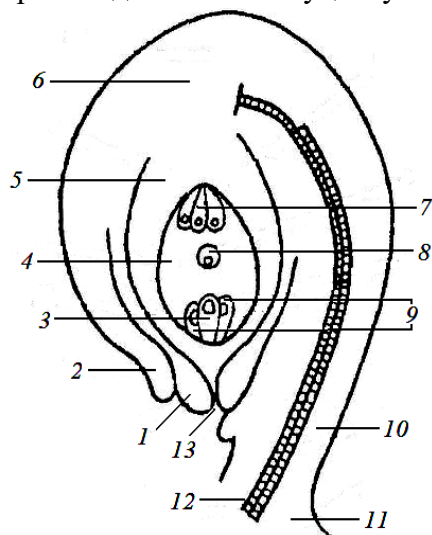


Рис. 45. Строение сформированного семязачатка:

1, 2 – внутренний и наружный интегументы; 3 – яйцеклетка; 4 – зародышевый мешок; 5 – нуцеллус; 6 – халаза; 7 – антиподы; 8 – вторичное ядро; 9 – синергиды; 10 – семяножка; 11 – плацента; 12 – проводящий пучок; 13 – пыльцевход (микропиле)

Особенности строения зрелого семени во многом определяются типом образовавшего его семязачатка. В зависимости от ориентации, взаимного расположения частей и степени изогнутости нуцеллуса различают пять основных **типов семязачатков** (рис. 46):

1) **ортотропный** (прямой) – микропиле и семяножка находятся на противоположных концах оси семязачатка (гречишные, ореховые);

2) **анатропный** (обратный, обращенный) – нуцеллус повернут по отношению к прямой оси на 180° , поэтому микропиле и семяножка расположены рядом (самый распространенный тип семязачатка);

3) **гемитропный** (полуповернутый) – семязчаток повернут на 90° , в результате микропиле и нуцеллус расположены по отношению к семяножке под углом 90° (некоторые первоцветные, норичниковые);

4) **кампилотропный** (односторонне изогнутый) – нуцеллус изогнут только микропилярным концом, фуникулюс и микропиле расположены рядом (бобовые, мальвовые);

5) **амфитропный** (двусторонне изогнутый) – нуцеллус изогнут с двух сторон, в виде подковы, микропиле и фуникулюс расположены рядом (тутовые, ладанниковые).

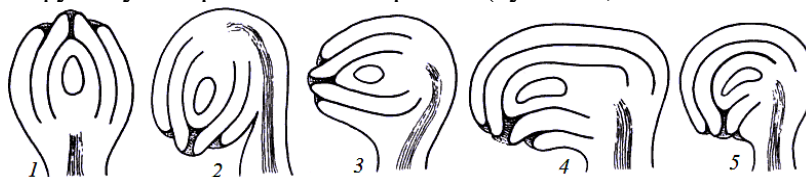


Рис. 46. Основные типы семязачатков:

1 – ортотропный; 2 – анатропный; 3 – гемитропный; 4 – кампилотропный; 5 – амфитропный

ТЕМА 23. РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОРГАНЫ ЦВЕТКОВЫХ. ЦВЕТЕНИЕ

Продолжительность цветения: цветка, растения, посевов.

Классификация растений:

монокарпические;

поликарпические;

ремонтантные.

Размеры цветка, продолжительность существования.

ТЕМА 24. ОПЫЛЕНИЕ И ОПЛОДОТВОРЕНИЕ ЦВЕТКОВЫХ. АПОМИКСИС

Опыление. Самоопыление.

Опыление – это перенос пыльцы из зрелых пыльников тычинок на рыльце пестика цветка.

Способы опыления:

1. самоопыление;
2. перекрестное опыление.

Самоопыление (автогамия) – перенос пыльцы с пыльника тычинки на рыльце пестика одного цветка.

Формы самоопыления:

1. хазмогамия;
2. клейстогамия.

Опыление. Перекрестное опыление.

Перекрестное опыление (аллогамия) – перенос пыльцы с одного цветка на рыльце пестика другого цветка.

Формы перекрестного опыления:

1. гейтоногамия
2. ксеногамия

Приспособления, предотвращающие самоопыление:

1. Двудомность;
2. Дихогамия: а) протерандрия б) протерогиния;
3. Гетеростилия (разностолбчатость);
4. Самонесовместимость (часто плодовые и ягодные культуры);
5. Расположение пыльников и рылец.

Типы перекрестного опыления:

1. Абиотическое: – анемофилия – гидрофилия
2. Биотическое: – энтомофилия – орнитофилия

Прораствание пыльцы. Двойное оплодотворение.

Прораствание пыльцы.

Способы проникновения пыльцевой трубки в семязачаток:

1. порогамия;
2. халазогамия;
3. мезогамия

Двойное оплодотворение (рис. 47)

спермий (n) + яйцеклетка (n) = зигота (2n)

спермий (n) + центральное
зародышевое ядро (2n) = эндосперм (3n)

Двойное
оплодотворение

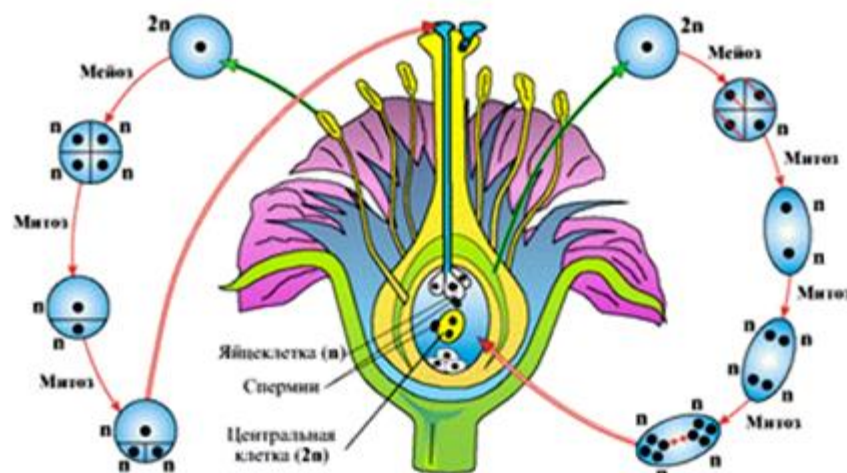


Рис. 47. Двойное оплодотворение (схема).

Апомиксис и его значение. Разнообразие форм апомиксиса. Полиэмбриония и партенокарпия.

Амфимиксис – развитие зародыша и семени после двойного оплодотворения.

Апомиксис – развитие зародыша и семени без двойного оплодотворения.

Типы апомиксиса:

1. партеногенез;
2. апогамия;
3. апоспория.

Партенокарпия – образование бессемянных плодов.

ТЕМА 25. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТЕНИЙ КЛАССОВ ОДНОДОЛЬНЫЕ И ДВУДОЛЬНЫЕ. ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ

Основные системы Покрытосеменных.

I. ИСКУССТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ:

1. А. Чезальпино, 1583 г.
2. К. Линней – «Половая система» 1753 г.
3. А. Жюсье, 1789 г. «Роды растений, расположенные согласно естественному порядку»
4. О. де Кандолль (1813, 1819 г.),
Д. Бетман и Д. Хукер – «Роды растений» 1862-1863 г.

II. ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ:

1. А. Энглер «Естественная система семейств растений» (1887-1915)
2. Ч. Бесси (1915 г.) и Х. Халлир (1912 г.).
3. Х. Гоби (1916 г.),
Д. Хатчинсон (1926, 1934 гг.),
А. Кронквист (1968 г.),
А. Л. Тахтаджян (1966...1978, 1987, 1997г.) (рис. 48) и другие.

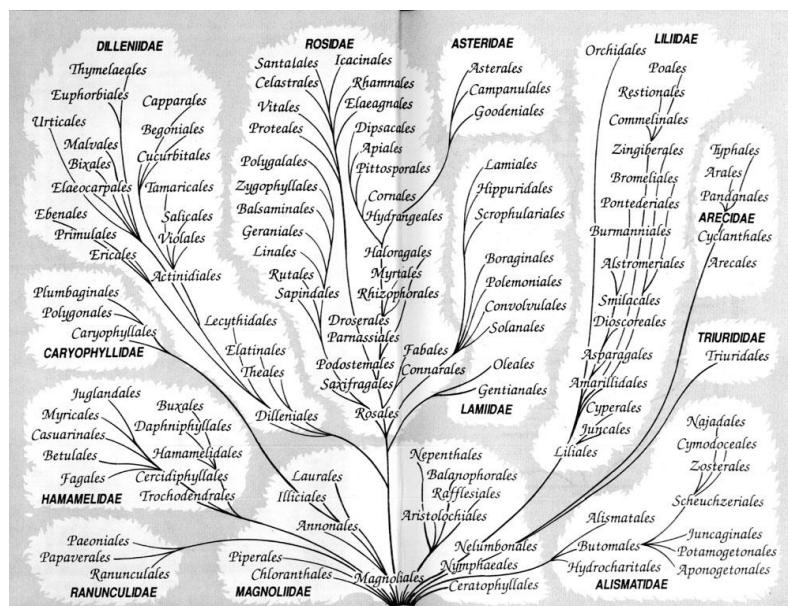


Рис. 48. Система Покрытосеменных А.Л. Тахтаджана

III. ANGIOSPERM PHYLOGENETIC GROUP (Группа филлогении Покрытосеменных)

Консенсусная система классификации Покрытосеменных, построенная на основе молекулярного анализа ДНК

(два хлоропластных и один рибосомальный гены).

1. APG I 1998 3. APG III 2009

2. APG II 2003 4. APG III 2016*

Линнеевское общество (Лондон, Ботанический журнал)

Основные разработчики Системы APG

1. Уппсальский университет, Швеция Факультет систематики растений.
2. Королевские ботанические сады в Кью, Великобритания.
3. Гарвардский университет, США.
4. Шведская королевская академия наук.
5. Университет Мэриленда, США.
6. Биологический факультет Флоридского университета, США.
7. Биологический факультет Университета Missouri—St. Louis, Ботанический сад Миссури, США.
8. Факультет биологии растений Корнелльского университета, США.

Сравнительная характеристика классов Двудольных и Однодольных

1. ВИДОВОЕ МНОГООБРАЗИЕ:

Класс Двудольные: ~280 семейств, ~ 190 тыс. видов: Лютиковые, Розовые, Капустные, Бобовые, Сельдерейные, Пасленовые, Льновые, Гречишные, Тыквенные, Яснотковые, Астровые и др.

Класс Однодольные: ~50 семейств, ~63 тыс. видов: Лилейные, Осоковые, Мятликовые

2. ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ

Класс Двудольные

• Деревья



• Кустарники



• Травы



Класс Однодольные

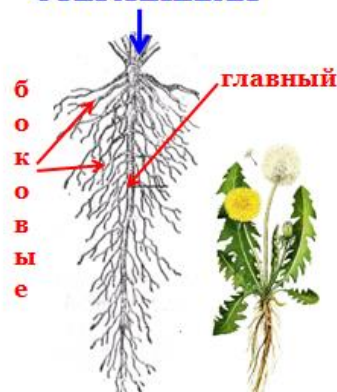
• Травы



3. КОРНЕВЫЕ СИСТЕМЫ

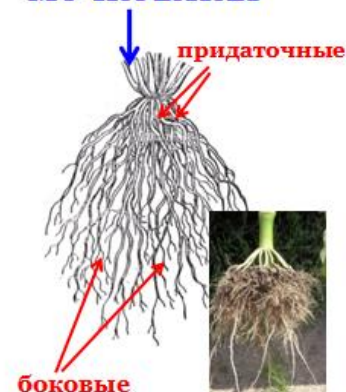
Класс Двудольные

СТЕРЖНЕВАЯ



Класс Однодольные

МОЧКОВАТАЯ



4. КОРЕНЬ: наличие камбия

5. СТЕБЕЛЬ: наличие камбия

6. ЛИСТ: форма листа

7. ЛИСТ: жилкование: класс Двудольные (перистое, пальчатое), класс Однодольные (дугое, параллельное)

8. ЦВЕТОК: морфологическое строение

Класс Двудольные



лепесток

чашелистик

пестик

тычинка

Герань лесная * $Ca_5 Co_5 A_{10} G_{(5)}$

9. Строение СЕМЯН

Класс Двудольные

Класс Однодольные



тычинки

пестик

лепестки

Tulipa gréigii * $P_{3+3} A_{3+3} G_{(3)}$

Класс Однодольные



Характеристика растений семейства Тыквенные (*Cucurbitaceae*)

Характеристика растений семейства Пасленовые (*Solanaceae*)

Характеристика растений семейства Гречишные (*Polygonaceae*)

Характеристика растений семейства Льновые (*Linaceae*)

Характеристика растений семейства Яснотковые (*Lamiaceae*)

Характеристика растений семейства Лилейные (*Liliaceae*)

ТЕМА 26. ФИТОЦЕНОЛОГИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ И СТРОЕНИЕ ФИТОЦЕНОЗОВ

Фитоценоз (растительное сообщество) – это совокупность растений, произрастающих совместно на относительно однородной территории, характеризующихся определенным видовым составом, определенным строением, взаимоотношениями растений как друг с другом, так и с условиями окружающей среды.

Фитоценоз представляет собой не случайный набор растений, а конкретное их сочетание, исторически сложившееся сообщество, отличающееся различными отношениями к экологическим факторам. Примером фитоценозов могут служить такие понятия, как лес, луг, степь, болото. В данном случае лес представляет собой фитоценоз, состоящий из древесных пород, под пологом которых произрастают травянистые растения.

Формирование фитоценозов обычно продолжается длительный отрезок времени. Различие фитоценозов в значительной степени зависит от характера места их произрастания, которое называется *экотопом*. Для каждого фитоценоза характерны определенные признаки, совокупность которых дает конкретное представление о фитоценозе, его строении, структуре:

1. **Видовой состав** – каждый фитоценоз характеризуется определенным составом, количеством видов растений и их соотношением. В видовой состав включаются высшие и низшие растения. Но из-за трудности определения у низших растений отмечаются отдельные типы и семейства. Одновидовых фитоценозов в природе не существует.

Видовая насыщенность фитоценоза – это количество видов растений на единицу площади;

2. **Ярусность** – вертикальное разделение растительного сообщества на ярусы или горизонты. В фитоценозе растения имеют неодинаковую высоту, поэтому образуют ярусы. В лесных фитоценозах обычно насчитывают 4–5 ярусов. За первый принимается самый верхний ярус. Один или два верхних яруса – это деревья, за ними ярус из кустарников, затем ярус травянистой растительности, последний ярус образуют мхи.

В травянистых фитоценозах (луг, болото) чаще всего выделяют три яруса. Первый ярус (верхний) представлен высокорослыми злаками (тимopheевка луговая, ежа сборная, кострец безостый), второй ярус (средний) – низкорослыми злаками (лисохвост луговой и др.), бобовыми (клевер луговой, гибридный, средний) и разнотравьем. Третий ярус включает пастбищные или низовые злаки (овсяница красная, овсяница овечья, полевица). Часто на лугах есть 4-й ярус – мхи.

Подземную ярусность различают в почве по расположению корневой системы на различной глубине;

3. **Обилие (число особей)** – это количество особей отдельных видов, населяющих данное сообщество. Обилие обуславливается благоприятным сочетанием условий среды, окружающих растений (почвы, рельефа, климата), а также способностью отдельных видов расти группами или отдельными особями. Для каждого вида в фитоценозе обилие указывается отдельно.

Обилие можно определять несколькими методами:

– *весовой метод* позволяет установить, какую зеленую массу дает данный вид (в % по отношению к общей массе фитоценоза и к массе отдельных его видов), весовой метод интересен при установлении продуктивности естественных сенокосов и пастбищ как в количественном, так и в качественном отношении;

– *метод пересчета* – на выделенных учетных площадках производят подсчет растений каждого вида;

– *глазомерный метод* – обилие определяется по специальным шкалам, чаще всего по шкале Друде (табл. 3);

4. **Количественное и качественное соотношение видов** – в фитоценозе устанавливают, какие виды имеют главенствующее значение, а какие второстепенное. Поэтому после определения количества видов фитоценоза их разделяют на 3 основные группы:

– *доминанты*, или *доминирующие виды фитоценоза*, – это виды, которые встречаются в большем количестве, господствуют над другими видами. Доминанты создают фон фитоценоза и определяют основной характер сообщества (независимо от их положения по ярусам);

– *субдоминанты* – встречаются в меньшем количестве, чем доминанты, но имеются в достаточном количестве и играют в фитоценозе заметную роль;

– *второстепенные и третьестепенные виды* встречаются в меньшем количестве или даже очень редко (например, в сосново-брусничном фитоценозе: доминант – сосна, субдоминант – брусника, а остальные виды – второстепенные).

Часто господствующий вид называют **эдификатором** – строителем сообщества, который обуславливает особенность фитоценоза (в лесу – деревья, например в еловом лесу – ель).

Таблица 1. Шкала оценок по Друде

По-латыни	Критерий оценки	Балл	Покрытие особями данного вида, %	По-русски
Socialis (suc)	Растения образуют фон, надземные части их смыкаются	6	90	Обильно (очень много)
Copiosus	Растения в фитоценозе представлены в большом количестве	(cop ³) 5	90–70	Рассеяно (много)
		(cop ²) 4	70–50	Разбросано (довольно много)
		(cop ¹) 3	50–30	Изредка
Sparcus (sp)	Растения встречаются в единичном, небольшом количестве	2	30–10	Редко (мало)
Solitariae (sol)	Растения встречаются в единичных экземплярах	1	Менее 10	Единично (очень мало)
Unicum (um)	Единственный экземпляр на пробной площадке			

5. **Встречаемость видов** – характеризует роль того или иного вида в пределах определенного фитоценоза. При определении видового состава заметно, что одни виды встречаются равномерно по всему сообществу, а другие – неравномерно, отдельными группами на отдельных участках фитоценоза. Встречаемость видов определяется коэффициентом встречаемости (R), который был предложен Раункиером.

Он вычисляется по формуле: $R=100 \cdot a/n$, где a – число площадок, в которых данный вид зарегистрирован; n – общее число площадок;

6. **Покрытие** – площадь проекции надземных частей растений на поверхности почвы. Значение вида в формировании фитоценоза также зависит от характера и степени развития надземных органов растений, в результате чего растения вида могут покрывать площадь фитоценоза в большей или меньшей степени. Оценка покрытия делается глазомерно в процентах ко всей территории. Например, если голая поверхность почвы на 1 м² составляет 0,1 м², то общее покрытие растений составит 90 %. Полное покрытие площади принимают за 100 %;

7. **Жизненность** – уровень жизненного состояния растения. На уровне особей жизненность определяется интенсивностью размножения, размерами фитомассы, приспособленностью к условиям абиотической среды. Не все виды развиваются в одинаковой степени, одни из них проходят полный цикл своего развития (цветут, образуют семена и плоды), другие заканчивают свое развитие фазой цветения, а третьи могут совсем не цвести, размножаться вегетативно. Жизненность вида характеризует приспособленность его к данному фитоценозу и оценивается в баллах от 1 до 4:

1 балл – хорошо развитые растения, нормально проходят весь жизненный цикл;

2 балла – растения могут быть хорошо развиты, но размножаются только вегетативно;

3 балла – растения с ослабленным вегетативным размножением;

4 балла – рано погибающие растения (слабые проростки).

8. **Аспект** (внешний вид) – физиономичность в каждый период развития растения. Название аспекта дается по названию видов их определяющих. Например, при цветении лютика – аспект лютика;

9. **Характер местообитания** – под местообитанием понимается совокупность условий среды обитания, которые необходимы для нормальной жизнедеятельности фитоценоза. Каждый фитоценоз занимает определенную площадь, географический участок Земли, который характеризуется комплексом биотических и абиотических факторов среды. Между местообитанием и фитоценозом существует постоянная взаимосвязь: местообитание обеспечивает фитоценоз элементами его жизнедеятельности, а фитоценоз оказывает влияние на формирование местообитания.

Обычно у фитоценоза отмечают сезонные (или фенологические) изменения, а также многогодичную изменчивость (изменчивость в различные годы).

В природе существует большое разнообразие фитоценозов, которые имеют различную степень сходства друг с другом. Принятая **классификация фитоценозов** состоит из следующих соподчиненных систематических единиц:

1. **Ассоциация** – основная наиболее мелкая систематическая единица, которая объединяет фитоценозы, сходные по комплексу признаков: физиономичности (внешнему виду), видовому составу, ярусности надземных и подземных частей, условиям среды местообитания фитоценозов (климату, почве, рельефу).

На практике при выделении и наименовании ассоциаций основное внимание уделяется растениям – доминантам и субдоминантам. Существует несколько способов составления **названия ассоциации**:

– *по доминантам* – это название строится по правилам бинарной номенклатуры; первое слово образуется от названия доминанта первого яруса (родовое название), второе – от названия субдоминанта нижнего яруса (видовое название). Например, дубовый лес, в котором сныть обыкновенная является субдоминантом – дубняк снытьевый или еловый лес с кислицей (кислица покрывает почву), называют ельником-кисличником;

– *латинское название ассоциации* – к родовому названию доминанта прибавляют окончание **etum** без суффикса, а к субдоминанту – окончание **osum** без суффикса. Например, дубняк снытьевый будет называться *Quercetum aegopodiosum*, а ельник-кисличник – *Pinetum oxalidosum*. Или луговая ассоциация с преобладанием белоуса и лапчатки гусиной будет называться *Nardetum poteniillosum*;

– *постановка доминанта в конце названия ассоциации в качестве прилагательного*. Например, ельник-кисличник будет именоваться как ассоциация кислицево-еловая;

– *методом перечисления 2–3 доминантов по ярусам*. Тогда ассоциация ельник-кисличник будет именоваться елью обыкновенной и кислицей обыкновенной, или *Picea excels – Oxalis acetosella*;

– *по групповому составу растительности* – используется в случае недостаточной выраженности ярусности и доминирующих видов. Групповой состав устанавливается в зависимости от преобладания в травостое той или иной хозяйственной группы трав (злаков, бобовых, осок, разнотравья). Если в травостое преобладают виды 2–3 групп, то в наименовании группового состава на последнем месте ставится название той группы, представители которой более обильно представлены в травостое. Так, например, если в травостое преобладают осоки, но в то же время обильно встречаются и злаки, то групповой состав травостоя будет **злаково-осоковый**;

2. **Группа ассоциаций** – включает все ассоциации, которые отличаются между собой только одним из второстепенных ярусов. Например, в группе ассоциаций, состоящей из ели в первом ярусе, напочвенный покров образован одними и теми же видами зеленых мхов, кустарниковый ярус отсутствует. Отличия есть только в травяно-кустарниковом ярусе. В одних ассоциациях он отсутствует, в других есть брусника, в третьих – кислица, в четвертых – черника. Поэтому к группе ассоциаций ельников зеленомошных относятся следующие ассоциации: ельник зеленомошный чистый, ельник зеленомошный брусничный, ельник зеленомошный кисличный, ельник зеленомошный черничный;

3. **Формация** – объединяет группы ассоциаций, доминирующие растения которых относятся к одному ботаническому виду. Например, формация *лес из сосны обыкновенной*, которая объединяет группы ассоциаций: 1) лес из сосны обыкновенной с покровом из зеленых мхов и 2) лес из сосны обыкновенной с включением широколиственных деревьев и кустарников;

4. **Группа формаций** – объединяет формации, доминирующие растения которых относятся к одному ботаническому роду. Например, группа формаций сосновые леса или еловые леса;

5. **Класс формаций** – объединяет группы формаций, доминирующие растения которых относятся к одной ботанической группе, т.е. эдификаторы характеризуются близкими жизненными формами. Например, класс формаций хвойные леса;

6. **Тип растительности** – это высшая таксономическая единица в классификации фитоценозов, которая объединяет классы формаций, характеризующиеся общими биологическими и экологическими особенностями растений. Всю растительность земного шара разделяют на 4 основных типа: древесный (древесно-кустарниковый), травянистый, пустынный и блуждающий. Для Беларуси основными типами растительности являются лесная, луговая, болотная, водная и синатропная.

Все смешанные посевы культурных растений и посадки леса представляют собой растительные сообщества, но только искусственно созданные человеком. Искусственно созданные человеком растительные сообщества растений называются **агрофитоценозами**. Они не могут быть одинаковыми в различных климатических и агрономических условиях. В зависимости от числа высеваемых компонентов агрофитоценозы делят на: 1) *простые*, состоящие из 2–3 компонентов (ове + горох, клевер луговой + тимopheевка луговая + овсяница красная); 2) *сложные* из 4–6 компонентов (клевер луговой + клевер гибридный + клевер ползучий + лисохвост + мятлик луговой).

ТЕМА 27. ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ. АРЕАЛ И ЕГО ТИПЫ

География растений – это наука о географическом распространении и размещении сообществ организмов и их компонентов. Изучает растительный покров, законы географического распространения видов растений.

Ареал и его типы. Слово *ареал* произошло от латинского *area* – *площадь, пространство*.

Ареалом называется площадь земной поверхности, занятая какой-либо систематической единицей (вид, род, семейство) или растительным сообществом.

Растения, которые имеют широкое распространение на всех континентах, называются *космополитами*.

Эндемичные растения – это те, которым свойственна только определенная небольшая географическая область, и имеют узкий и ограниченный ареал (н-р эвкалипты – в диком состоянии только в Австралии).

Ареал м.б.:

- *сплошным* – занимают непрерывную территорию, все его участки доступны для особей вида, которые занимают ареал. Они характеризуются обязательным заселением особей вида, свойственных условий обитания.

- *разорванным* – если перенос вида с одного участка на другой осуществляется при помощи факторов расселения, т.е. в этом ареале есть непреодолимые преграды, разделяющие его на участки (море, океан, горные массивы).

Различают ареалы природные и искусственные. *Природные* ареалы сформировались естественным путем. *Искусственные* ареалы – это те, которые созданы под влиянием хозяйственной деятельности человека.

Встречаются реликтовые виды. Реликты – это организмы, организация которых не соответствует современным условиям окружающей среды. Предполагается, что реликты являются останками флоры и фауны минувших геологических периодов. Им свойственно общее снижение жизнедеятельности, что приводит к численному снижению особей и редукции ареала. Реликтовые виды вытеснены в места обитания, где снижена конкуренция между видами. Ими м.б. не только деревья, но и целые ассоциации.

Викарирующие виды – это виды, которые заменяют друг друга в разных эколого-географических ситуациях. Н-р, в зап. Сибири распространена ель сибирская, в зап и вост. Европе – ель обыкновенная.

Границы ареалов м.б. прогрессивными (расширяющиеся) и регрессивными (сужающиеся) и стабильными (постоянными). Прогрессивные границы – это когда ареал не дошел до естественных границ ареала. Регрессивные – когда под влиянием каких-либо факторов площади ареала сокращаются. Стабильные – когда вид достиг границ своего естественного ареала.

Зональная растительность – это естественная растительность, которая характеризует естественные природные пояса и зоны. В природных зонах с севера на юг выделяют подзоны (в степной зоне выделяют подзоны луговых, настоящих и опустыненных степей). Зональная растительность изменяется с запада на восток и встречается за пределами основных зон.

Неоднородность рельефа, изменение условий увлажнения вызывают появление интразональной растительности (внутризональной). Эта зональность никогда не образует самостоятельных зон, эта растительность встречается внутри различных географических растительных зон (растительные ассоциации болот, растительные группировки засоленных почв).

Основными зональными сообществами являются холодные пустыни, тундра, лесотундра, хвойные леса умеренного пояса, зона лесостепей, степей, полупустынь и пустынь, зона субтропических лесов и кустарников.

Зональная смена растительности тесно связана с зональным распределением на земной поверхности климата, почв и животных.

Флористические царства Земли. Академиком А.Л.Тахтаджяном было подразделено все разнообразие растительного мира на 6 флористических царств. Каждое флор. царство характеризуется определенным географическим положением и наличием свойственных ему естественноисторических условий: климата, почвы, рельефа и других экологических факторов (каждое из них отличается своей флорой, определенным составом видов, родов и семейств):

1. **Голарктическое флористическое царство** занимает большую часть северного полушария, от Арктики до субтропиков, т.е. всю Европу, почти всю Азию, Сев. Африку, Сев. Америку и Гренландию (1/2 всей суши), приуроченные семейства растений: сосновые, березовые

и т.д. Данное царство делят на 3 подцарства – бореальное (северное), древнесредиземноморское и мандреанское (сонорское).

2. **Палеотропическое флористическое царство** охватывает тропические страны восточного и западного полушарий; благоприятные климатические условия – от 2000 до 14000 мм в год и температура 25-27⁰ С; характерно наличие тропической флоры: пальмы, ароидные, мимозовые, саговники, орхидные, миртовые и др.; делится на 3 подцарства: индо-африканское, малезийское, новозеландское.

3. **Неотропическое флористическое царство** занимает тропики Нового Света: центр. и южн. тропическую Америку, Антильские и Галапагосские острова; здесь представлено большое разнообразие эндемичных (встречаемых только в этом царстве семейств): кактусовые, бромелиевые, настурциевые, канновые и др. Подразделяется на 3 подцарства: центральноамериканское, тропическое и андийское.

4. **Капское флористическое царство** – это только юг Африки, характеризуется своеобразной капской флорой: много эндемов, господствуют травянистые многолетние виды, жестколистные вечнозеленые кустарники, здесь произрастают древовидные папоротники. Южные африканские пустыни препятствуют смешению флоры Капского флористического царства с палеотропической флорой Африки. Это царство бедно пищевыми растениями, но богато декоративной флорой – родина садовых и комнатных декоративных растений семейств лилейные, гераниевые, маковые.

5. **Австралийское флористическое царство** – охватывает Австралию и Тасманию, большая часть растений являются эндемиками: эвкалипты, казуарины, акации, травяные деревья, цикадовые и др., которые не встречаются за пределами Австралии.

6. **Голантарктическое флористическое царство** – это южная оконечность Южной Америки, Огненная Земля, Фолклендские острова, Антарктида и примыкающие к ней острова: большая часть растительности этого царства являются эндемиками, н-р виды древовидных папоротников, трава туссок, виды южного бука и др. Господствующие семейства Астровые (сложноцветные) и злаки.

1.5 Темы реферативных работ

1. Этапы становления ботаники как науки.
2. Кариокинез, деление ядра.
3. Онтогенез растительной клетки.
4. Апикальные меристемы.
5. Выделительные ткани.
6. Прорастание семян. Строение проростков.
7. Специализация и метаморфоз корней.
8. Онтогенез листа.
9. Эволюция стелы.
10. Строение стебля древесных растений.
11. Надземные метаморфозы побегов.
12. Подземные метаморфозы побегов
13. Насекомоядные растения.
14. Микрклональное размножение растений.
15. Сравнительный анализ спорового и семенного размножения растений.
16. Цикл воспроизведения и семенное размножение голосеменных.
17. Теория происхождения цветка покрытосеменных.
18. Онтогенез цветка.
19. Происхождение и эволюция андроеца и гинецея.
20. Микроспорогенез и микрогаметогенез.
21. Мегаспорогенез и мегагаметогенез.
22. Оплодотворение и развитие семени у семенных растений.
23. Эволюция соцветий. Экологические типы соцветий.
24. Апокарпные, паракарпные, лизикарпные и синкарпные плоды.
25. История становления систем растений.
26. Происхождение и эволюция растений.
27. Характеристика растений класса Антоцеротовые мхи.
28. Характеристика растений подкласса Андреевые мхи.
29. Характеристика растений отделов Проптеридофиты и Псилотофиты
30. Характеристика ископаемых Хвощевидных.
31. Особенности вегетативного размножения папоротников. Спороношение у папоротников.
32. Характеристика ископаемых Папоротниковидных.
33. Характеристика растений классов Ужовниковые и Мараттиевые
34. Характеристика растений класса Полиподиевые
35. Характеристика ископаемых голосеменных.
36. Характеристика растений класса Хвойные: порядок Сосновые.
37. Характеристика растений класса Хвойные: порядок Кипарисовые.
38. Характеристика растений класса Гнетовые.
39. Характеристика растений семейства Березовые.
40. Характеристика растений семейства Буковые.
41. Характеристика растений семейства Норичниковые.
42. Характеристика растений порядка Бурачниковые.
43. Характеристика растений семейства Вересковые.
44. Характеристика растений семейства Гвоздичные.
45. Характеристика растений семейства Маревые.
46. Характеристика растений семейства Ивовые.
47. Характеристика растений семейства Камнеломковые.
48. Характеристика растений семейства Бурачниковые.

49. Характеристика растений семейства Мальвовые.
50. Характеристика растений семейства Жимолостные.
51. Характеристика растений семейства Первоцветные
52. Характеристика растений семейства Кирказоновые.
53. Возрастные и сезонные изменения у растений.
54. Признаки фитоценозов. Классификация фитоценозов.
55. Влияние экологических факторов на фитоценоз.
56. Особенности флоры и растительности Беларуси.
57. Характеристика, распространение и значение зерновых культур (пшеница, рожь, тритикале, ячмень).
58. Характеристика, распространение и значение крупяных культур (просо, гречиха, кукуруза, ячмень).
59. Характеристика, распространение и значение зернобобовых культур (соя, горох, фасоль, чечевица, нут, люпин).
60. Характеристика, распространение и значение бобовых трав (клевер, люцерна, донник, эспарцет, сераделла).
61. Характеристика, распространение и значение однолетних злаковых трав (райграс однолетний, сорго, пайза).
62. Характеристика, распространение и значение многолетних злаковых трав (овсяница, двукосточник, лисохвост, ежа, тимopheевка, фестулолиум).
63. Характеристика, распространение и значение корнеплодных растений (свекла, морковь, редька).
64. Характеристика, распространение и значение технических культур (подсолнечник, лен, рапс, хмель, табак).
65. Характеристика, распространение и значение рода Картофель (*Solanum*).
66. Характеристика, распространение и значение овощных культур (томат, перец, баклажан, огурец, капуста, лук).
67. Характеристика, распространение и значение родов Сельдерей, Кориандр, Анис, Петрушка.
68. Характеристика, распространение и значение плодовых культур (айва, алыча, абрикос, яблоня, груша, слива).
69. Характеристика, распространение и значение ягодных культур (барбарис, крыжовник, хурма, ирга, рябина).
70. Экзотические плодово-ягодные растения (восковница, личи, гуава, джекфрут, сантол).
71. Экзотические плодово-ягодные растения (дуриан, мангустин, рамбутан, питайя, кафир-лайм).
72. Характеристика, распространение и значение декоративных Голосеменных растений (туя, можжевельник, тисс, пихта, ель, саговники, гинкго).
73. Характеристика, распространение и значение декоративных цветочных культур класса двудольные (роза, астра, хризантема и др.).
74. Характеристика, распространение и значение декоративных цветочных культур класса однодольные (гладиолус, тюльпан, лилия, ирис и др.).
75. Характеристика, распространение и значение лилидендрона (тюльпанное дерево).
76. Характеристика, распространение и значение скумпии кожевенной (париковое дерево).
77. Характеристика, распространение и значение гинкго двулопастного (дерево деда и внука).
78. Характеристика, распространение и значение красивоплодника (поликарпа).
79. Характеристика, распространение и значение павлонии войлочной.
80. Характеристика, распространение и значение дерезы обыкновенной (ягоды годжи).

81. Характеристика, распространение и значение луизеании трехлопастной (сакура).
82. Характеристика, распространение и значение казуарины (железное дерево).
83. Характеристика, распространение и значение бархата амурского (пробковое дерево).
84. Характеристика, распространение и значение катальпы (дерево слоновых ушей и обезьяньих хвостов).
85. Характеристика, распространение и значение аралии маньчжурской (чертово дерево).
86. Характеристика, распространение и значение можжевельника виргинского (карандашное дерево).
87. Использование декоративных комнатных растений в озеленении городских территорий (эхиверия, традесканция, пеларгония, бегония, хлорофитум, альтернантера).
88. Красивоцветущие декоративные кустарники.
89. Биоэнергетические растения (мискантус, ива, тополь, двукисточник, сальфия, тарвия, ольха серая).
90. Редкие и исчезающие растения Беларуси (Красная книга Республики Беларусь).
91. Черная книга инвазионных видов в Республике Беларусь.
92. Национальный парк «Нарочанский» (аптекарский сад, музей леса).
93. Биологические заповедники и заказник Брестской области (Споровский, Ольшанские болота, Званец, Ельня, Средняя Припять).

1.6. Перечень демонстрационного материала, используемого при изучении теоретического курса

Презентации для визуализации лекционного материала на темы:

1. Растительная клетка. Протопласт и производные протопласта.
2. Образовательные и постоянные ткани растений.
3. Корень. Видоизменения корней.
4. Побег. Стебель. Лист.
5. Видоизменения побега и листа.
6. Размножение растений.
7. Систематика растений.
8. Характеристика отделов царства Растений.
9. Репродуктивные органы Покрытосеменных.
10. Характеристика классов и семейств отдела Покрытосеменные.

Наглядный демонстрационный материал:

1. Живые растения.
2. Вегетативные органы растений:
 - корни двудольных и однодольных растений;
 - корнеплоды;
 - побеги древесных и кустарниковых пород;
 - подземные видоизменения побега;
 - листья двудольных и однодольных растений;
 - гербарная коллекция листьев, побегов.
3. Репродуктивные органы растений:
 - цветки, пестики, соцветия, плоды (свежесобранные и заспиртованные);
 - гербарная коллекция плодов;
 - семена двудольных и однодольных растений;
4. Гербарная коллекция споровых и семенных растений.
5. Учебный гербарий видов 12 семейств Покрытосеменных.
6. Микроскопы и микропрепараты:

- растительной клетки;
 - образовательных и постоянных тканей растений;
 - анатомического строения вегетативных органов Покрытосеменных;
 - анатомического строения спорофитов и гаметофитов споровых и семенных растений;
 - анатомического строения репродуктивных органов Покрытосеменных.
7. Таблицы по изучаемым разделам ботаники.
8. Растения естественных фитоценозов.
9. Коллекционные посевы сельскохозяйственных культур опытного поля кафедры селекции и генетики УО БГСХА.

II. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Практикум

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ
УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

В. Г. ХРЖАНОВСКИЙ
С. Ф. ПОНОМАРЕНКО

Практикум по курсу общей ботаники

Издание второе, переработанное
и дополненное

Допущено Управлением высшего и среднего
специального образования Государственного
агропромышленного комитета СССР в качестве
учебного пособия для студентов высших учебных
заведений по агрономическим специальностям

МОСКВА ВО «АГРОПРОМИЗДАТ» • 1989



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

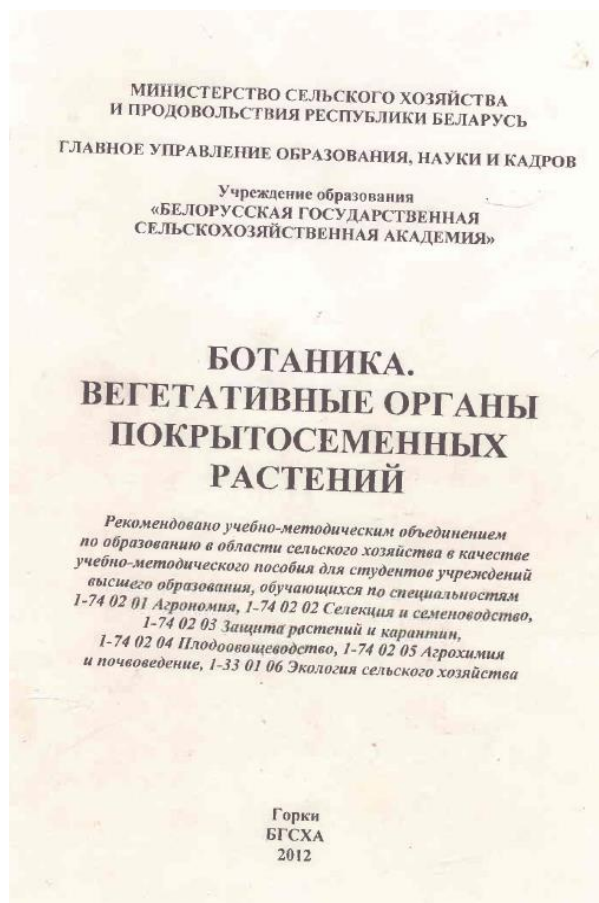
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

О. А. Порхунцова, Н. А. Дуктова, О. А. Цыркунова

БОТАНИКА РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОРГАНЫ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства в качестве
учебно-методического пособия для студентов учреждений
высшего образования, обучающихся по специальностям
1-74 02 01 Агрономия, 1-74 02 02 Селекция и семеноводство,
1-74 02 03 Защита растений и карантин,
1-74 02 04 Плодовое хозяйство, 1-74 02 05 Агрохимия
и почвоведение, 1-33 01 06 Экология сельского хозяйства

Горки
БГСХА
2013



Литература

1. Андреева, И. И. Ботаника: учебник / И. И. Андреева, Л. С. Родман. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: КолосС, 2007. – 528 с. 31
2. Родман, Л.С. Ботаника с основами географии растений: учеб. пособие / Л. С. Родман. – М.: КолосС, 2006. – 397 с. 10
3. Лазаревич, С. В. Цитология: курс лекций / С. В. Лазаревич. – Горки: БГСХА, 2010. – 66 с. 50
4. Ботаника. Вегетативные органы покрытосеменных растений: учебно-методическое пособие / О. А. Порхунцова [и др.]. – Горки: БГСХА, 2012. – 90 с. 90
5. Порхунцова, О. А. Ботаника. Репродуктивные органы покрытосеменных растений: учебно-методическое пособие / О. А. Порхунцова, Н.А. Дуктова, О.А. Цыркунова – Горки: БГСХА, 2013. – 72 с. 47
6. Определитель высших растений Беларуси: учебное пособие / Т.А. Сауткина, Д.И. Третьяков, Г.И. Зубкевич. – Минск: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с 48

2.2. Тематический план лабораторных занятий

Модуль 1: Структурная ботаника. Блок 1. Цитология

1. Устройство микроскопа, правила работы с ним. Изучение строения растительной клетки.

2. Пластиды: хлоропласты, лейкопласты, хромопласты (строение, функции, размещение).

3. Запасные питательные вещества: углеводы, белки, жиры.

Модуль 1, блок Цитология

Блок 2. Гистология

4. Покровные ткани. Эпидерма, строение устьица. Эпиблема. Пробка, комплекс перидермы. Корка.

5. Основные ткани: ассимиляционная и ее типы, запасающая, водозапасающая, воздухоносная.

6. Механические ткани: колленхима и ее типы, склеренхима (типы волокон), склереиды.

7. Проводящие ткани: трахеиды, сосуды, ситовидные трубки. Проводящие пучки.

Модуль 1, блок Гистология

Блок 3. Органография

8. Корень. Зоны корня. Первичное анатомическое строение корня.

9. Корень. Переход ко вторичному строению и вторичное анатомическое строение корня.

10. Морфологическое и анатомическое строение корнеплодов.

11. Стебель. Типы ветвления побегов. Кущение злаков. Первичное анатомическое строение стеблей однодольных растений.

12. Стебель. Вторичное анатомическое строение стеблей травянистых двудольных растений (пучковый, непучковый, переходный).

13. Стебель. Строение стеблей древесных растений.

14. Лист. Морфологические части листа. Типы жилкования. Классификации простых и сложных листьев.

15. Анатомическое строение листа.

Модуль 1, блок Органография и размножение растений.

Модуль 2: Систематика растений. Блок 1: Архегониальные растения.

16. Отдел Моховидные: мох лен кукушкин лен, мох сфагнум

17. Отдел Плауновидные: плаун булавовидный, селлагинелла

18. Отдел Хвощевидные: хвощ полевой

19. Отдел Папоротниковидные: щитовник мужской, сальвиния плавающая.

20. Отдел Голосеменные: сосна обыкновенная

Модуль 2, блок Систематика растений. Архегониальные растения.

Блок 2. Репродуктивные органы Цветковых.

21. Цветок и его морфологическое строение. Формула цветка.

22. Андроцей. Строение тычинки и пыльника. Типы андрогцея.

23. Гинецей, строение пестика. Типы завязи. Типы гинецея.

24. Соцветия и их классификация.

25. Строение семян Цветковых. Типы семян.

26. Плод. Строение и классификация плодов.

Модуль 2, блок Репродуктивные органы Цветковых.

Блок 3. Систематика Цветковых.

27. Методика определения растений. Семейство Лютиковые.

28. Семейство Розовые.

29. Семейство Бобовые.

- 30. Семейство Капустные.
 - 31. Семейство Сельдерейные.
 - 32. Семейство Яснотковые.
 - 33. Семейство Астровые
 - 34. Семейство Пасленовые
 - 35. Семейство Гречишные
 - 36. Семейства класса Двудольные.
 - 37. Семейство Лилейные
 - 38. Семейство Мятликовые
- Модуль 2. Блок Систематика Цветковых.
- Модуль 3. Фитоценология и география растений.

2.3 Методические указания

Тема 1. УСТРОЙСТВО МИКРОСКОПА, ПРАВИЛА РАБОТЫ С НИМ. ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Микроскоп – это оптический прибор, при помощи которого можно получить увеличенное обратное изображение изучаемого объекта и рассмотреть мелкие детали его строения. Различают *полезное* и *бесполезное увеличения*. Под полезным понимают такое увеличение наблюдаемого объекта, при котором можно выявить новые детали его строения. При бесполезном увеличении, увеличивая объект в сотни раз и более, нельзя обнаружить новые детали строения.

В учебных целях обычно используют *световые микроскопы*, на которых микропрепараты рассматриваются с использованием естественного или искусственного света. Наиболее распространенными являются *микроскопы*: Биолам, Микромед, МБР (микроскоп биологический рабочий) и МБИ (микроскоп биологический исследовательский) (рис. 1). Они дают увеличение в пределах от 56 до 1350 раз. В микроскопе различают механическую и оптическую части.

Механическая часть микроскопа включает: 1) штатив, состоящий из основания с тубусодержателем, и укрепленный на нем тубус с револьвером для крепления и смены объективов; 2) предметный столик для препарата; 3) приспособления для крепления конденсора и светофильтров; 4) встроенные в штатив механизмы для грубого (макровинт) и тонкого (микровинт) перемещения предметного столика или тубусодержателя.

Основание (подставка) служит опорой микроскопа и несет всю конструкцию штатива. В основании микроскопа встроен микрометрический механизм, также находится гнездо для зеркала.

Микрометрический механизм встроен в подставку неподвижно. Микровинт (винт тонкой наводки) служит для незначительного перемещения тубусодержателя, а, следовательно, и объектива при фокусировке объекта на большом увеличении. Полный оборот микровинта составляет 100 мкм, а поворот на одно деление опускает или поднимает тубусодержатель на 2 мкм. Во избежание порчи данного механизма разрешается крутить микровинт в одну сторону *не более чем на половину оборота*.

Тубус – это цилиндр, в который сверху вставляют окуляры. Он подвижно соединен с головкой тубусодержателя и фиксируется стопорным винтом в определенном положении.

Револьвер предназначен для быстрой смены объективов, ввинченных в его гнезда. Центрированное положение объектива обеспечивает защелка, расположенная внутри револьвера.

Тубусодержатель несет тубус и револьвер микроскопа, он подвижно соединен с механизмами грубой и тонкой наводки.

Макровинт (винт грубой наводки) используют для значительного перемещения тубусодержателя, а, следовательно, и объектива с целью фокусировки объекта при малом увеличении.

Предметный столик служит для размещения препаратов и горизонтального их перемещения. В середине столика имеется круглое отверстие, в которое входит фронтальная линза конденсора. На столике имеются два зажима, закрепляющих препарат.

Кронштейн конденсора подвижно присоединен к коробке микрометрического механизма. Его можно поднять или опустить при помощи винта, вращающего зубчатое колесо, входящее в пазы рейки с гребенчатой нарезкой.

Оптическая часть представлена объективами, окулярами и осветительной системой, которая состоит из расположенных под предметным столиком конденсора с ирисовой диафрагмой и светофильтром, зеркала или электроосветителя.

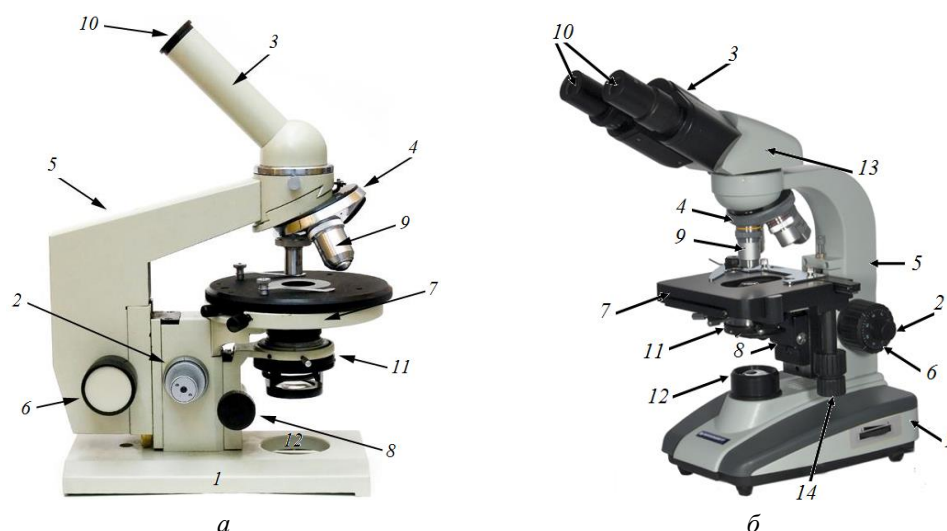


Рис. 1. Устройство биологического микроскопа:

а – Биолам; *б* – Микромед; 1 – подставка; 2 – микровинт; 3 – тубус; 4 – револьвер; 5 – штатив; 6 – макровинт; 7 – предметный столик; 8 – кронштейн конденсора; 9 – объектив; 10 – окуляр(ы); 11 – конденсор; 12 – осветительный прибор (зеркало, лампочка); 13 – бинокулярная насадка; 14 – винты для перемещения предметного столика в горизонтальной плоскости

Объектив – одна из важнейших частей микроскопа, так как он определяет *полезное увеличение объекта*. При помощи него получают увеличенное действительное, но обратное изображение объекта и выявляют тонкие детали его структуры. Объектив состоит из металлического цилиндра и вмонтированных в него линз, число которых зависит от степени увеличения. Первую линзу, обращенную к препарату, называют фронтальной. В учебных целях используют объективы $\times 8$, $\times 40$. Объективы ввинчиваются в гнездо револьвера.

Окуляр подобно лупе дает прямое, мнимое, увеличенное изображение наблюдаемого объекта, построенное объективом. Он состоит из двух-трех линз, вмонтированных в металлический цилиндр. Увеличение окуляров обозначено на них цифрами $\times 7$, $\times 10$, $\times 15$. Для определения общего увеличения микроскопа следует умножить увеличение объектива на увеличение окуляра. Окуляр, через который наблюдают изображение, устанавливают с противоположной стороны тубуса. Для определения *общего увеличения микроскопа* следует умножить увеличение объектива на увеличение окуляра.

Зеркало служит для направления света через конденсор и отверстие предметного столика на объект. Оно имеет две поверхности: плоскую и вогнутую. В учебных лабораториях с рассеянным светом обычно используют вогнутую поверхность зеркала. Зеркало закреплено на штативе так, что оно может вращаться в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. *Электроосветитель* устанавливается под конденсором в гнездо подставки.

Конденсор состоит из двух-трех линз, вставленных в металлический цилиндр. При подъеме или опускании его при помощи специального винта соответственно конденсируется или рассеивается свет, падающий от зеркала на объект.

Ирисовая диафрагма расположена между зеркалом и конденсором. Она служит для изменения диаметра светового потока, направляемого зеркалом через конденсор на объект в соответствии с диаметром фронтальной линзы объектива. Состоит из тонких металлических пластинок. При помощи рычажка их можно соединять, полностью закрывая нижнюю линзу конденсора, или разводить, увеличивая поток света.

Кольцо с матовым стеклом или *светофильтром* уменьшает освещенность объекта. Оно расположено под диафрагмой и передвигается в горизонтальной плоскости.

Основными правилами работы с микроскопом и ухода за ним являются:

– работать с микроскопом надо сидя, прямо, не сгибаясь и не вытягиваясь;

– микроскоп помещают перед собой немного слева на 2–3 см от края стола; микроскоп при работе не передвигают; необходимый для работы инвентарь располагают справа от микроскопа;

– далее открывают полностью диафрагму, поднимают конденсор в крайнее верхнее положение;

– работу с микроскопом всегда *начинают с малого увеличения*: ставят объектив $\times 8$ в рабочее положение на расстояние 1 см от предметного столика;

– освещение в поле зрения микроскопа устанавливают, используя зеркало: глядя в окуляр и пользуясь вогнутым зеркалом, направляют свет в объектив и максимально равномерно освещают поле зрения; если микроскоп снабжен осветителем, то подсоединить микроскоп к источнику питания, включить лампу и установить необходимую яркость горения;

– препарат помещают на предметный столик так, чтобы изучаемый объект находился под объективом, и, глядя сбоку, опускают объектив при помощи макровинта до тех пор, пока расстояние между фронтальной линзой объектива и препаратом не станет 4–5 мм;

– глядя в окуляр и вращая макровинт на себя, плавно поднимают объектив до положения, при котором хорошо видно изображение объекта; перемещая микропрепарат по предметному столику, находят нужное место, располагают его в центре поля зрения;

– *нельзя смотреть в окуляр и опускать объектив, вращая макровинт от себя*, так как при этом фронтальная линза может раздавить покровное стекло и на ней появятся царапины;

– если изображение не появилось, то повторяют операции по обнаружению изображения объекта; при слишком сильном освещении увеличивают контрастность изображения, опуская конденсор;

– для изучения объекта при большом увеличении ставят его в центр поля зрения; поворачивая револьвер, устанавливают объектив $\times 40$ в рабочее положение. *Объектив не поднимать!* При помощи микровинта добиваются четкого изображения объекта;

– по окончании работы с большим увеличением поворачивают револьвер, устанавливают малое увеличение и снимают препарат. Нельзя вынимать препарат из-под объектива $\times 40$, так как его рабочее расстояние составляет 0,6 мм; при перемещении препарата можно испортить фронтальную линзу.

Микроскоп является точным оптическим прибором, требующим бережного обращения с ним. При работе с микроскопом нельзя применять большие усилия. Ни в коем случае нельзя касаться пальцами поверхности линз, зеркал и светофильтров.

Чтобы предохранить внутренние поверхности объективов, а также призмы тубуса от попадания пыли, необходимо всегда оставлять окуляр в тубусе. При чистке внешних поверхностей линз нужно удалить с них пыль мягкой (беличьей) кисточкой, промытой в эфире, или сдуть резиновой грушей. Нельзя также самостоятельно развинчивать и разбирать объективы, что неизбежно приведет к их порче.

После окончания работы необходимо накрыть микроскоп чехлом. Переносят микроскоп двумя руками: одной держат за тубусодержатель, а другой – за подставку.

Микропрепараты позволяют проводить лабораторные опыты для детального изучения гистологических и анатомических структур с помощью микроскопа. Микропрепараты, не предназначенные для длительного хранения, называются *временными*. Изучаемый объект помещают на предметное стекло в каплю воды, глицерина, раствора, реактива или красителя и накрывают покровным стеклом. Такие препараты можно хранить в течение нескольких дней, поместив во влажную атмосферу.

Если объекты помещают в бальзам или целлоидин, препараты сохраняются годами и называются *постоянными*. Некоторые растения или их органы (водоросли, споры, пыльца и т. д.) можно рассматривать под микроскопом целиком, без предварительного изготовления срезов. Такие препараты называются *тотальными*.

Срезы изготавливают из свежих или фиксированных частей растений. Обычно для фиксации употребляют растворы спирта или формалина. Сделанные срезы должны быть

очень тонкими и прозрачными. Различают поперечный и продольный виды срезов. *Поперечный срез* проходит перпендикулярно оси органа и позволяет изучить строение органа в поперечном сечении. *Продольный радиальный срез* проходит по радиусу оси органа и дает возможность изучить строение органа в продольном сечении.

Техника изготовления временных препаратов:

- вымыть и тщательно вытереть предметное и покровное стекла; чтобы не сломать очень хрупкое покровное стекло, надо поместить его в складку салфетки между большим и указательным пальцами правой руки и осторожно вытереть круговыми движениями пальцев;
- нанести на предметное стекло пипеткой каплю жидкости (воды, глицерина, раствора, реактива или красителя) (рис. 2);

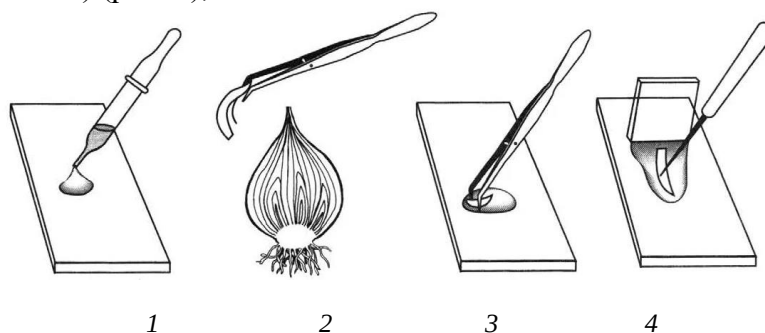


Рис. 2. Изготовление временного препарата:

1 – предметное стекло с каплей жидкости; 2 – изготовление среза изучаемого объекта; 3 – срез на предметном стекле в капле жидкости; 4 – покровное стекло сверху на срез изучаемого объекта

- мелкие объекты поместить между кусочками из сердцевины бузины или пенопласта и выровнять острым лезвием верхнюю поверхность объекта вместе с пенопластом;
- сделать тонкий срез изучаемого органа, ведя лезвием к себе наискось одним плавным и быстрым движением; при этом объект необходимо держать строго вертикально, а лезвие – строго горизонтально; обе руки должны быть совершенно свободны, не следует ими опираться на стол или прижимать к груди;
- сделать сразу несколько срезов, лезвие и объект все время смачивать;
- выбрать самый тонкий срез, перенести его с помощью препаровальной иглы или тонкой кисточки в центр предметного стекла в каплю жидкости;
- закрыть срез покровным стеклом так, чтобы под него не попал воздух: покровное стекло взять двумя пальцами за грани и подвести под углом нижнюю грань к краю капли жидкости и плавно его опустить;
- если жидкости много, вытекает из-под покровного стекла, удалить ее необходимо при помощи фильтровальной бумаги; если под покровным стеклом остались места, заполненные воздухом, то следует добавить жидкость, поместив ее каплю рядом с краем покровного стекла, а с противоположной стороны фильтровальную бумагу.

Изучение строения растительной клетки. Клетка – это наименьшая биологическая и структурная единица живого организма.

Материал: луковица лука (*Allium cepa* L.), раствор йода в йодистом калии.

Задание: приготовить временный препарат эпидермы сочной чешуи луковицы лука и рассмотреть при малом увеличении микроскопа, определить форму клеток эпидермы; изучить строение клетки при большом увеличении; зарисовать несколько клеток и обозначить основные части их строения.

Эпидерма сочной чешуи луковицы является удобным объектом для изучения строения растительной клетки. На предметное стекло помещают каплю воды. Препаровальной иглой снимают эпидерму с выпуклой поверхности чешуи. Эту чешую наружной стороной кверху помещают в каплю воды на предметное стекло и накрывают покровным стеклом (рис. 3).

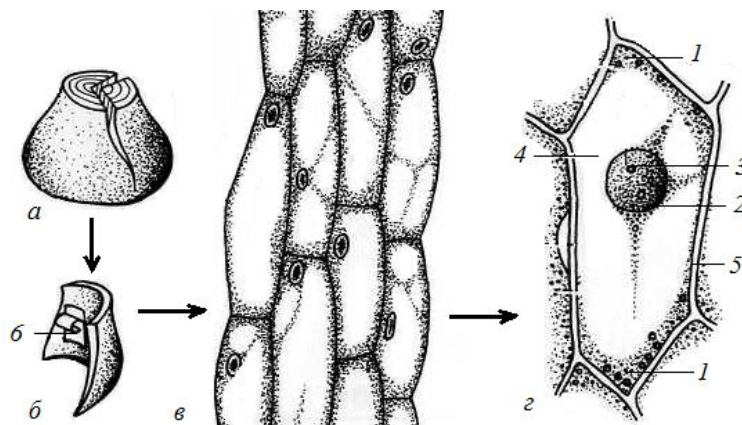


Рис. 3. Эпидерма сочной чешуи луковицы лука:

а – луковица без сухих чешуй; *б* – сочная чешуя луковицы; *в* – эпидерма сочной чешуи; *г* – строение одной клетки сочной чешуи; 1 – цитоплазма; 2 – ядро; 3 – ядрышко; 4 – вакуоль; 5 – клеточная стенка; 6 – эпидерма

При малом увеличении объектива микроскопа находят участок из одного слоя клеток с ядрами и цитоплазмой. Затем в рабочее положение ставят объектив большого увеличения и изучают строение клеток растений. На временном препарате, приготовленном в капле воды, хорошо различимы светлые клеточные стенки, которые придают клетке определенную форму. Внутри каждой клетки достаточно хорошо видно ядро с 1–2 ядрышками. В молодых клетках ядро находится в центральной части и окружено цитоплазмой. В более старых клетках ядро лежит в постенном слое цитоплазмы, а центральную часть занимает вакуоль. Значительно лучше будет видна граница между цитоплазмой и вакуолями, если на клетки подействовать раствором йода в йодистом калии (реактив на белок). Реакцию можно провести, не снимая препарата с предметного столика микроскопа. Для этого сухой стеклянной палочкой наносят на предметное стекло небольшую каплю раствора йода в йодистом калии, а с левой стороны кладут фильтровальную бумагу. Бумага будет впитывать воду из-под покровного стекла, а на ее место будет проникать реактив. В результате действия йодистого калия белки цитоплазмы окрашиваются в желтый цвет, а белки ядра – в темно-желтый. Вакуоли выделяются в виде более светлых мест. Клеточные стенки остаются бесцветными.

Затем необходимо рассмотреть строение клеток эпидермы сочной чешуи луковицы лука на постоянном окрашенном препарате. Сравнить клеточное строение эпидермы на временном и постоянном препаратах.

Изучив строение клеток, зарисовывают несколько клеток сочной чешуи луковицы с хорошо различимыми структурами: клеточные стенки, ядро с ядрышками, цитоплазма, вакуоли. Делают необходимые обозначения.

Тема 2. ПЛАСТИДЫ: ХЛОРОПЛАСТЫ, ЛЕЙКОПЛАСТЫ, ХРОМОПЛАСТЫ (СТРОЕНИЕ, ФУНКЦИИ, РАЗМЕЩЕНИЕ).

Пластиды – это органоиды только растительных клеток. Форма, размеры, строение и функции пластид различны. По наличию или отсутствию пигментов (по окраске) различают три типа пластид: *хлоропласты* – зеленые, *хромoplastы* – желто-оранжевые и красные, *лейкопласты* – бесцветные. Пластиды развиваются из пропластид – сферических недифференцированных телец, которые есть в клетках зародыша, образовательной ткани. Из пропластид на свету (в листьях, незрелых плодах, наружных частях стебля) формируются хлоропласты, в глубине стебля и в подземных органах – лейкопласты. Из хлоропластов и иногда лейкопластов образуются хромопласты.

Хлоропласты – это зеленые пластиды, в которых осуществляется фотосинтез: из углекислого газа и воды с использованием энергии света образуется органическое вещество и

выделяется кислород (суммарное уравнение фотосинтеза: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2\uparrow$). Они имеют форму двояковыпуклой линзы. Число хлоропластов в одной клетке растений составляет 15–50 шт. В клетках они расположены в постенном слое цитоплазмы так, что одна из плоских сторон хлоропласта обращена к освещенной стенке клетки. Положение хлоропластов меняется в зависимости от освещенности (рис. 4).

Основными пигментами хлоропласта является *хлорофиллы a* и *b* (5–10 % сухой массы). Дополнительными пигментами хлоропласта являются каротиноиды (1–2 %): оранжевый *каротин* $\text{C}_{40}\text{H}_{56}$ и желтый *ксантофилл* $\text{C}_{40}\text{H}_{56}\text{O}_2$. Хлорофилл может поглощать солнечную энергию, запасать ее или передавать другим молекулам. Энергия, поглощенная каротиноидами, может передаваться на хлорофилл.

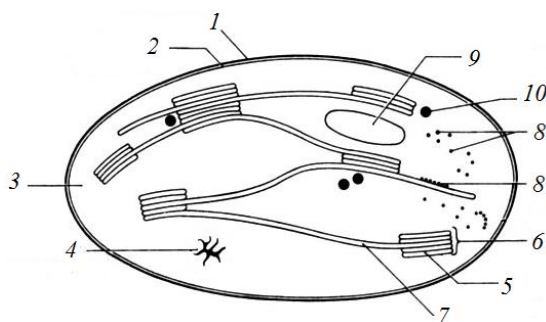


Рис. 4. Строение хлоропласта (схема):

1 – наружная мембрана; 2 – внутренняя мембрана; 3 – строма хлоропласта; 4 – ДНК;
5 – тилакоид граны; 6 – грана; 7 – тилакоид стромы; 8 – рибосомы; 9 – крахмальное зерно; 10 – капля жира

В онтогенезе хлоропласты формируются из пропластид. В строении хлоропласта различают наружную и внутреннюю мембраны, собственную кольцевую ДНК, рибосомы. Внутренняя мембрана хлоропластов образует протяженные складки – *тилакоиды стромы*. На них располагаются плоские мембранные тилакоиды дисковидной формы – *тилакоиды граны*. Они собраны в комплексы, похожие на стопки монет, которые называются *гранами*. В гранах локализованы пигменты хлоропласта. Тилакоиды в форме канальцев соединяют граны между собой.

Материал: зеленые листья элодеи (*Elodea Canadensis*), выдержанные на ярком свете в воде при температуре 20–25 °С.

Задание: приготовить временный препарат листа элодеи и рассмотреть строение клеток, определить расположение хлоропластов в клетке; изучить строение клеток листа элодеи при большом увеличении и обнаружить вращательное движение цитоплазмы.

Лист элодеи достаточно прозрачен, так как состоит всего из двух слоев клеток. Отделив лист от стебля, следует положить его в каплю воды на предметное стекло морфологически верхней стороной вверх и накрыть покровным стеклом.

При малом увеличении микроскопа видно, что клетки верхнего слоя листа крупнее, чем клетки нижнего, что все они вытянуты и по краю листа более прозрачны. При большом увеличении микроскопа в клетках хорошо видны оболочка, зернистая цитоплазма, ядро и хлоропласты (рис. 5).

Большую часть клеток заполняет вакуоль с бесцветным клеточным соком. В более крупных клетках ядра часто не видно из-за обилия хлоропластов. Они располагаются в постенном слое цитоплазмы. Хлоропласты имеют линзовидную форму, поэтому при рассмотрении сверху они кажутся округлыми, а сбоку – сплюснутыми. При большом увеличении микроскопа у основания листа элодеи находят клетки с движущейся вдоль клеточной стенки цитоплазмой. Такое движение цитоплазмы называется вращательным. Движение хорошо различимо потому, что цитоплазма увлекает за собой хлоропласты, т. е. движение самих хлоропластов пассивно.

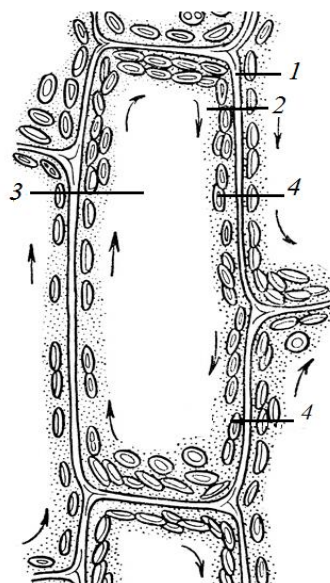


Рис. 5. Хлоропласты в клетках листа элодеи. Движение цитоплазмы.
1 – клеточная стенка; 2 – цитоплазма (вращательное движение); 3 – вакуоль; 4 – хлоропласты

Лейкопласты – наиболее мелкие бесцветные пластиды чаще всего округлой формы. Они имеют две мембраны, которые окружают бесструктурную строму. Тилакоидная система лейкопласта слабо развита, формируются лишь немногочисленные тилакоидами стромы. В лейкопластах имеются ДНК, рибосомы, а также ферменты, осуществляющие синтез и гидролиз запасных веществ (рис. 6).

Лейкопласты встречаются в бесцветных клетках корневищ, клубней, корней, также в семенах и в других органах растений. Основной функцией лейкопластов является накопление запасных питательных веществ.

В зависимости от типа вещества лейкопласты подразделяют на:

- **амилопласты**, в которых синтезируется и накапливается запасной крахмал (в клетках клубней картофеля, зерновок ржи, пшеницы и других органах растений);
- **протеинопласты** – запасной белок (в семенах многих растений);
- **элайопласты** – запасные жиры.

Материал: живые побеги традесканции пурпурной (*Tradescantia pallida* D. R. Hunt).

Задание: приготовить временный препарат нижней эпидермы листа традесканции и рассмотреть строение клеток; при большом увеличении микроскопа найти ядро и лейкопласты.

С побега традесканции срывают лист и обвертывают его вокруг указательного пальца левой руки так, чтобы нижняя поверхность была обращена наружу. При помощи иглы надрывают нижнюю эпидерму над средней жилкой ближе к основанию листа и пинцетом ее снимают. Сорванный участок нижней эпидермы наружной стороной вверх помещают на предметное стекло в каплю воды и накрывают покровным стеклом. В таком препарате на его периферийной части необходимо найти тонкий участок эпидермы, состоящий из одного ряда клеток (рис. 7).

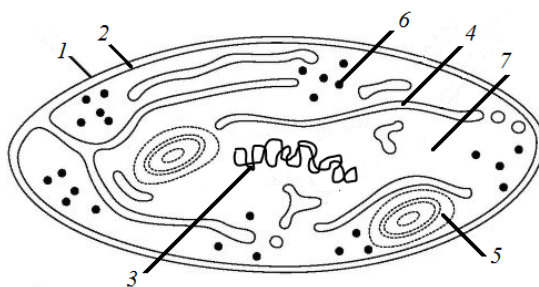


Рис. 6. Строение лейкопласта:

1 – наружная мембрана; 2 – внутренняя мембрана; 3 – ДНК; 4 – тилакоиды; 5 – крахмальное зерно; 6 – рибосомы; 7 – строма лейкопласта

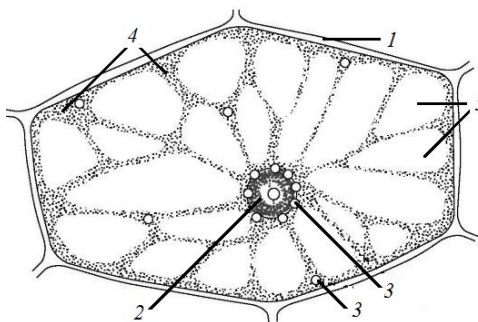


Рис. 7. Строение клетки эпидермы листа традесканции:

1 – клеточная стенка; 2 – ядро; 3 – лейкопласты; 4 – цитоплазма; 5 – вакуоль

Необходимо найти клетки с хорошо заметным ядром и настроить микроскоп на большое увеличение. При большом увеличении в этих клетках видно, что ядро окружено лейкопластами – мелкими бесцветными структурами шаровидной формы. Лейкопласты также находятся в постенном слое цитоплазмы и в тяжах, направленных к ядру (хорошо различимы при прикрытой диафрагме микроскопа).

Изучив строение клеток нижней эпидермы листа традесканции, зарисовывают ее одну или две клетки с хорошо различимыми структурами: клеточные стенки, ядро, цитоплазма, вакуоли и лейкопласты. Делают необходимые обозначения.

Хромопласты – пластиды оранжево-красного и желтого цвета. Их окраска обусловлена присутствием пигментов: оранжевый *каротин* ($C_{40}H_{56}$), желтый *ксантофилл* ($C_{40}H_{56}O_2$) и красный *липин* ($C_{40}H_{56}$). Для хромопласта характерна разнообразная форма (шаровидная, палочковидная, треугольная и др.), которая в основном определяется формой кристаллизующегося пигмента (рис. 8).

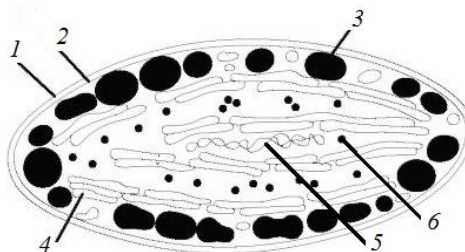


Рис. 8. Строение хромопласта:

1 – наружная мембрана; 2 – внутренняя мембрана; 3 – жировые капли; 4 – тилакоиды; 5 – ДНК; 6 – рибосомы

Хромопласты образуются из хлоропластов в результате разрушения в них хлорофилла или из бесцветных лейкопластов. Они встречаются в клетках лепестков (лютик, тюльпан, одуванчик), зрелых плодов (томат, тыква, арбуз, апельсин), редко – корнеплодов (морковь), а

также в осенних листьях. Косвенное биологическое значение хромопластов состоит в том, что ярко окрашенные плоды успешно распространяются птицами и животными, а яркая желто-красная окраска цветков привлекает насекомых-опылителей. Хромопласты являются конечным этапом в развитии пластид.

В филогенезе исходным типом пластид являются хлоропласты, из которых произошли лейкопласты и хромопласты. При взаимопревращениях пластид наиболее часто хлоропласты превращаются в хромопласты при осеннем пожелтении листьев или созревании плодов. Лейкопласты могут превращаться в хлоропласты (позеленение верхней части корнеплода моркови) или хромопласты. При помещении растения в темноту хлоропласты могут также превратиться в лейкопласты, и этот процесс обратим.

Материал: свежие плоды шиповника (*Rosa canina*), рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*), боярышника кроваво-красного (*Crataegus sanguinea*) и других растений.

Задание: изготовить временные препараты из клеток мякоти зрелых плодов 2–3 растений и изучить строение клеток; при большом увеличении микроскопа рассмотреть различные формы хлоропластов мякоти плодов.

Рассмотреть форму хромопластов легко в клетках сочных зрелых плодов, так как в таких плодах проходит естественная мацерация и клетки мякоти легко разъединяются.

С помощью препаровальной иглы надрывают эпидерму зрелого плода и достают немного мякоти. Мякоть плода переносят на предметное стекло в каплю воды, разрыхляют ее и покрывают покровным стеклом.

В изготовленном препарате находят участок, в котором клетки лежат свободно, в один ряд не накладываясь друг на друга.

При большом увеличении микроскопа видно, что клетки имеют преимущественно округлую форму с тонкими клеточными стенками. Внутри клеток много хромопластов. По окраске выделяются светлые оранжево окрашенные хромопласты плодов рябины (рис. 9).

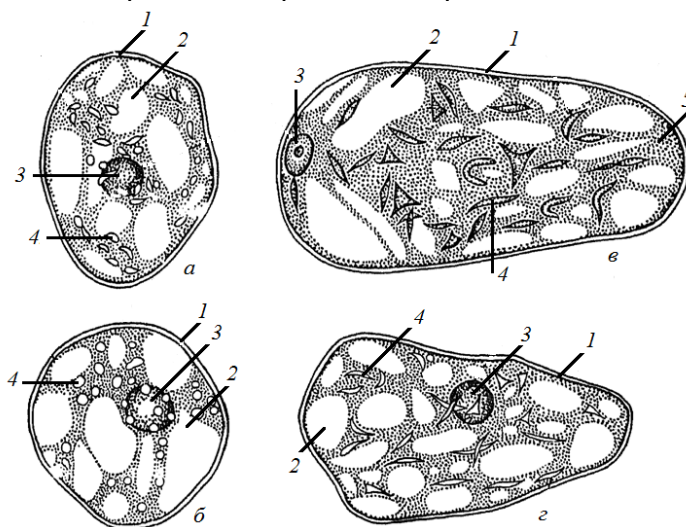


Рис. 9. Строение клеток мякоти зрелых плодов:
а – шиповник; б – ландыш; в – боярышник; г – рябина; 1 – клеточная стенка; 2 – вакуоль; 3 – ядро;
4 – хромопласты; 5 – цитоплазма

В плодах рябины и боярышника хромопласты имеют вытянутую, заостренную, изогнутую форму. Хромопласты плодов шиповника имеют овальную форму, а ландыша – более округлую, шаровидную. В клетках мякоти зрелых плодов ядра плохо различимы, их можно рассмотреть только после специальной окраски.

Тема 3. ЗАПАСНЫЕ ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА: УГЛЕВОДЫ, БЕЛКИ, ЖИРЫ.

Накопление большого количества запасных питательных веществ является особенностью растительной клетки. Это временно выведенные соединения из обмена веществ клетки. Запасные питательные вещества накапливаются в клетках растений в течение вегетационного периода и используются в период активного роста и развития растения. У многолетних травянистых растений запасные питательные вещества концентрируются в зимующих органах (корневище, клубни, луковицы, корнеплоды), а у однолетних – в семенах и плодах. Запасные питательные вещества в клетках растений накапливаются в виде углеводов, белков и жиров.

Углеводы в клетках растений присутствуют в виде моносахаридов, дисахаридов и полисахаридов. *Моносахариды* ($C_6H_{12}O_6$) представлены виноградным (глюкоза) и плодовым (фруктоза) сахарами, которые являются водорастворимыми веществами и накапливаются в клеточном соке. Эти сахара преимущественно накапливаются в плодах (яблоня, виноград, груша), а также в стеблях (кукуруза, сорго), листьях (лук) и других органах растений. *Дисахариды* ($C_{12}H_{22}O_{11}$), как резервные вещества, представлены в клетках растений водорастворимым веществом сахарозой, которая накапливается в корнеплодах сахарной свеклы, в стеблях сахарного тростника. Из *полисахаридов* самым распространенным запасным питательным веществом растительной клетки является крахмал, также встречаются инулин, гликоген, гемицеллюлоза.

Крахмал по происхождению подразделяют на ассимиляционный (первичный), транзитный (переходный) и запасной (вторичный). *Первичный* крахмал возникает в процессе фотосинтеза в хлоропластах из глюкозы и имеет вид мелких крупинок. Однако в хлоропластах он не накапливается. Под действием фермента амилазы первичный крахмал переводится в растворимую форму (гидролиз до глюкозы) и транспортируется в органы запаса растений. *Вторичное* превращение крахмала происходит в лейкопластах, в которых он накапливается в форме крахмальных зерен различного строения.

Запасной крахмал накапливается в клубнях, корневищах, корнях, семенах и других органах растений. Особенно много крахмала содержится в зерновках риса (60–70 %), кукурузы (50–55 %), пшеницы (45–50 %), а также в клубнях картофеля (18–22 %).

Крахмальные зерна по строению подразделяются на простые, сложные и полусложные. *Простые* крахмальные зерна имеют один центр крахмалообразования, вокруг которого формируются слои крахмала. Простые зерна крахмала могут иметь эксцентрическую (искривленная форма со смещенным центром крахмалообразования) и концентрическую форму. Если слои крахмала равномерно откладываются вокруг центра крахмалообразования, то формируются крахмальные зерна концентрической формы (Мятликовые, Бобовые). Когда слои крахмала откладываются неравномерно, то образуется крахмальное зерно эксцентрической формы (картофель). *Полусложные* крахмальные зерна имеют несколько центров (2–3 и более), окруженных общими слоями крахмала. *Сложные* крахмальные зерна состоят из множества мелких простых крахмальных зерен, каждое из которых имеет свой центр крахмалообразования и слои крахмала.

Видимая слоистость крахмальных зерен обусловлена неодинаковым обводнением слоев крахмала.

Простые крахмальные зерна имеют пшеница, рожь, кукуруза, сложные – рис, овес, гречиха. В клубнях картофеля встречаются все три типа крахмальных зерен. Форма, размер, строение крахмальных зерен специфичны для вида растения. Анализ муки, основную массу которой составляет крахмал, позволяет установить, из какого растения она получена и нет ли в ней примесей.

Материал: клубни картофеля (*Solanum tuberosum* L.), семена гороха (*Pisum sativa* L.), зерновка кукурузы (*Zea mays* L.), овса (*Avena sativa* L.), пшеницы (*Triticum aestivum* Vill.)

Задание: приготовить временные препараты из клубня картофеля, семени гороха, зерновки кукурузы, пшеницы, овса и рассмотреть строение крахмальных зерен

Клубень картофеля разрезают на небольшие кубики. Свежесрезанной стороной кубика картофеля делают мазок по предметному стеклу в капле воды. Из разрушенных клеток в воду вымываются крахмальные зерна, в результате чего вода на предметном стекле мутнеет. Эту каплю накрывают покровным стеклом и рассматривают при малом, а затем при большом увеличении микроскопа. При большом увеличении хорошо видны крупные бесцветные овальные крахмальные зерна с эксцентрической слоистостью. При рассмотрении слоистости крахмальных зерен картофеля необходимо слегка вращать микровинт. Среди множества простых крахмальных зерен картофеля также встречаются полусложные и сложные формы (рис. 10).

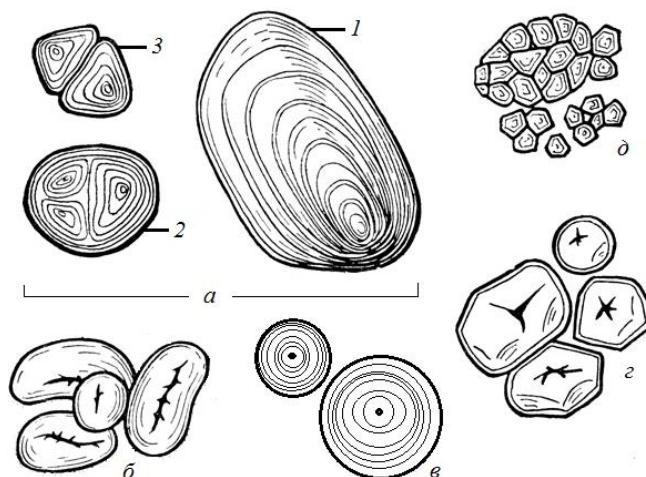


Рис. 10. Крахмальные зерна различных культурных растений:

а – картофель; б – горох; в – пшеница; г – кукуруза; д – овес; 1 – простое крахмальное зерно; 2 – полусложное крахмальное зерно; 3 – сложное крахмальное зерно

С семени гороха снять семенную оболочку. С поверхности семядоли гороха с помощью лезвия или иглы необходимо наскоблить крахмала на предметное стекло. Сделать временный препарат, используя воду. В поле микроскопа видны простые крахмальные зерна гороха эллиптической формы. В центре крахмального зерна хорошо различима трещина в виде ломаной кривой.

Методика изготовления препарата из зерновки пшеницы, кукурузы и овса идентична. Зерновку разрезают продольно. С помощью иглы извлекают немного эндосперма и переносят его в каплю воды на предметное стекло. Затем покрывают покровным стеклом и рассматривают при малом, а затем при большом увеличении микроскопа.

Крахмальные зерна пшеницы простые округлой формы. Более крупные крахмальные зерна пшеницы имеют концентрическую слоистость.

Крупные овальные сложные крахмальные зерна овса состоят из большого числа многогранных простых зерен. В крахмальных зернах овса слоистость отсутствует.

Крахмальные зерна овса простые многогранные со сглаженными углами. В центре крахмального зерна хорошо различима трещина в виде штриха, галочки или звездочки.

Запасные белки (протеины) являются простыми белками, которые состоят только из аминокислот. Для запасных белков характерна инертность, поэтому они трудно вступают в различные реакции. Запасные белки откладываются чаще всего в форме *алеироновых зерен* (бобовые, зерновые, гречишные). Иногда запасные белки откладываются в виде кристаллоидов, которые способны к набуханию и окрашиванию (клубни картофеля).

Алейроновые зерна образуются из вакуолей в результате их обезвоживания, что наблюдается при созревании семян. В прорастающих семенах происходит обратный процесс – набу-

хание алейроновых зерен и их превращение снова в вакуоли. Алейроновые зерна бывают простые и сложные. Простые зерна имеют только аморфный белок альбумин (бобовые, рис, кукуруза, гречиха). В сложных алейроновых зернах кроме аморфного белка также содержатся кристаллоиды глобулина и глобиды фитина с запасным фосфором (лен, тыква, подсолнечник).

Размеры (0,2–20 мкм) и строение алейроновых зерен специфично для каждого вида растений. Содержание запасного белка в сельскохозяйственных культурах также различно: картофель – 8–10 %; пшеница, кукуруза, ячмень, гречиха – 11–12; горох, фасоль – 22–25; соя 50–52 %.

Запасные жиры широко распространены в растительных клетках в цитоплазме, а также в пластидах (элайопласты) и митохондриях. Жирные масла представляют собой соединения жирных кислот и глицерина (сложные эфиры). Они нерастворимы в воде, но хорошо растворяются в бензине, хлороформе.

Запасные жиры самые высокоэнергетические запасные питательные вещества. У большинства растений запасные жиры являются жидкими и накапливаются в виде липидных капель различного размера. Запасные твердые жиры содержат семена шоколадного дерева и кокосовой пальмы. Много запасных жиров содержится в семенах масличных культур: подсолнечник – 50–52 %; лен масличный – 37–40; рапс – 40–45; арахис, клещевина – 55–60 %.

Материал: зерновки пшеницы (*Triticum aestivum* Vill.), семена фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.).

Задание: используя фиксированные препараты, найти алейроновый слой зерновки пшеницы, рассмотреть строение клеток семян фасоли.

Для рассмотрения строения алейронового слоя делают несколько продольных срезов зерновки пшеницы. На предметное стекло капают реактив и при помощи пинцета или кисточки в него переносят срез зерновки, накрывают покровным стеклом. Для ускорения работы можно использовать фиксированный препарат.

При малом увеличении микроскопа находят тонкий участок среза, на котором хорошо виден золотисто-коричневый ряд клеток алейронового слоя. В зерновке запасные белки локализованы в отдельном алейроновом слое, который расположен сразу под семенной и плодовой оболочками (рис. 11).

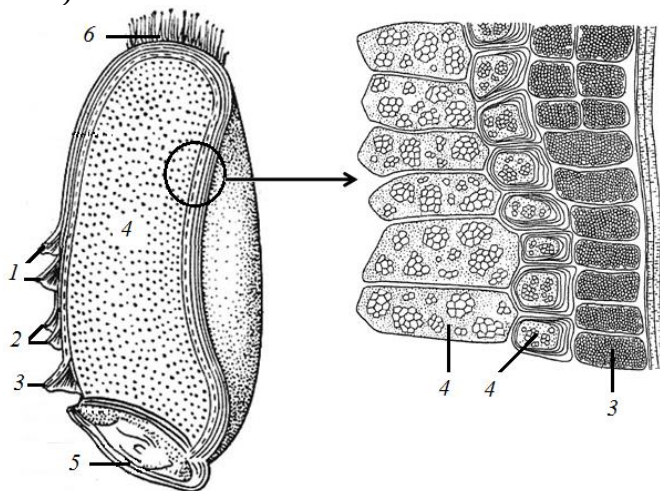


Рис. 11. Строение зерновки пшеницы:

1 – плодовая оболочка; 2 – семенная оболочка; 3 – алейроновый слой; 4 – запасной крахмал; 5 – зародыш; 6 – хохолок

При большом увеличении микроскопа видно, что клетки алейронового слоя имеют кубическую форму, плотно сомкнуты и заполнены мелкими округлыми алейроновыми зёрнами. Алейроновые зёрна пшеницы сложные, так как в них есть включения. Наибольшее коли-

чество запасного белка содержат зерновки твердой пшеницы, чем объясняются их технологические качества.

Запасные белки бобовых рассматривают на примере среза семядоли фасоли (рис. 12). Тонкий срез семядоли фасоли помещают в реактив на предметное стекло с небольшим добавлением глицерина. При малом увеличении микроскопа находят тонкий участок среза.

При большом увеличении микроскопа видно, что семядоли фасоли состоят из крупных паренхимных клеток. Внутри этих клеток хорошо заметны крупные овальные крахмальные зерна, между которыми находятся золотисто-желтые алейроновые зерна. В каждой клетке семядолей фасоли находятся как запасные углеводы (крахмальные зерна), так и запасные белки (алеироновые зерна).

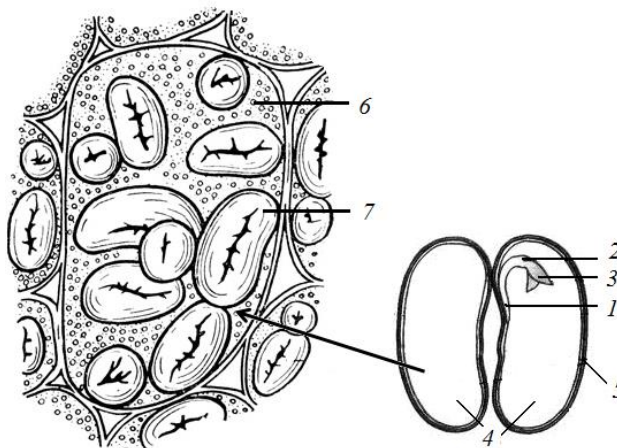


Рис. 12. Строение семядолей фасоли:

1 – зародышевый корешок; 2 – зародышевый стебелек; 3 – почечка; 4 – семядоли;
5 – семенная оболочка; 6 – алейроновые зерна; 7 – крахмальные зерна

Тема 4. ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ. ЭПИДЕРМА, СТРОЕНИЕ УСТЬИЦА. ЭПИБЛЕМА. ПРОБКА, КОМПЛЕКС ПЕРИДЕРМЫ. КОРКА.

Покровные ткани находятся на поверхности всех органов растений и выполняют функцию защиты внутренних тканей от неблагоприятных внешних воздействий (излишнее испарение, температура окружающей среды, проникновение микроорганизмов, механические повреждения), а также осуществляют связь растений с окружающей средой. Для покровных тканей характерны следующие особенности клеточного строения:

- клетки плотно сомкнуты, без межклетников;
- клеточные оболочки часто утолщены и имеют различные химические изменения (кутинизация, опробковение);
- для сообщения с внешней средой в покровных тканях есть специализированные структуры (устьице, чечевички, корневые волоски).

По происхождению покровные ткани классифицируют на первичные (эпидерма, эпиблема) и вторичные (пробка, корка).

Эпиблема – это первичная покровная ткань корня в зоне всасывания. Она образуется из наружного слоя клеток апикальной меристемы корня. Эпиблема обеспечивает всасывание и избирательное поглощение из почвы воды с растворенными в ней элементами минерального питания, а также выделение в почву различных веществ.

Клетки эпіблемы тонкостенные, лишенные кутикулы, расположенные в один слой. Эпиблема не имеет устьиц. Поглощающая поверхность эпіблемы увеличивается за счет образования корневых волосков.

Корневой волосок представляет собой вырост одной клетки эпіблемы (длиной 1–2 мм) и имеет форму замкнутой на конце трубки. Функционируют корневые волоски недолго (в среднем 10–20 дней) и затем отмирают. Количество корневых волосков на 1 мм² зоны всасы-

вания корня у разных растений различно и в среднем составляет: кукуруза – 425 шт., яблоня – 300, горох – 230 шт.

Эпидерма – первичная покровная ткань листьев, цветков, травянистых стеблей, а также сочных плодов и семян. Она образуется из наружного слоя клеток апикальных меристем конуса нарастания побега. Эпидерма защищает внутренние ткани от высыхания, повреждения, препятствует проникновению микроорганизмов, а также обеспечивает взаимодействие с окружающей средой (транспирация и газообмен).

В структуре эпидермы различают ее основные клетки, устьица и трихомы.

Основные клетки эпидермы состоят из живых клеток паренхимной или слегка вытянутой формы, плотно примыкающих друг к другу. Клеточные стенки имеют извилистую форму, что обеспечивает прочное соединение клеток. В центре клеток находится крупная вакуоль, вокруг ядра группируются многочисленные лейкопласты. В основных клетках эпидермы хлоропластов или хромопластов нет. Внешние участки клеточных стенок утолщаются и пропитываются кутикулой, что приводит к формированию на поверхности органов сплошного слоя – кутикулы. Часто на поверхности кутикулы образуется восковой налет, который еще больше снижает проницаемость кутикулы для воды и газов. Этот сизый, легко стирающийся налет хорошо заметен на листьях капусты, плодах сливы, винограда. Если его удалить, то плоды будут быстрее портиться. Мощность кутикулы и ее состав во многом определяют химическую стойкость и проницаемость эпидермы. В условиях засушливого климата у растений развивается более толстая кутикула. У растений, погруженных в воду, кутикулы нет.

Устьице – это специализированные структуры эпидермы, которые регулируют газообмен и транспирацию. Каждое устьице состоит из двух замыкающих клеток и устьичной щели между ними. Под устьищем находится воздушная полость, которая способствует лучшему газообмену между внутренними органами и внешней средой. Замыкающие клетки и примыкающие к ним основные клетки эпидермы составляют *устьичный аппарат*.

В зависимости от условий внешней среды (в первую очередь от обеспеченности растений водой) происходит открывание и закрывание устьиц, в результате чего регулируется интенсивность транспирации. Механизм этого процесса определяется строением замыкающих клеток: своеобразная форма, наличие хлоропластов, неравномерно утолщенные участки клеточной стенки. Внешние участки клеточной стенки более тонкие, а внутренние, обращенные к устьичной щели, – наиболее утолщены. Движение замыкающих клеток устьиц основано на явлениях тургора и плазмолиза. Устьица преимущественно расположены в эпидерме листа, при этом большая их часть сосредоточена на нижней поверхности листа, что способствует менее интенсивной транспирации. Количество устьиц сильно варьирует в зависимости от вида растений (250–550 устьиц и более на 1 мм²) и условий произрастания.

Материал: свежие листья (традесканция пурпурная *Tradescantia pallida*).

Задание: приготовить временный препарат эпидермы листа традесканции и ознакомиться с характерными особенностями ее строения.

С нижней поверхности листа традесканции снимают кусочек эпидермы, захватив его пинцетом у края надреза. Кусочек эпидермы кладут неповрежденной поверхностью вверх в каплю воды на предметное стекло и накрывают покровным стеклом.

На самом тонком месте препарата (клетки расположены в один слой) при малом увеличении микроскопа видны удлиненные клетки эпидермы, между которыми расположены округлые более мелкие замыкающие клетки устьиц (рис. 13).

Детальное строение эпидермы изучают при большом увеличении микроскопа. Основные клетки эпидермы имеют утолщенные клеточные стенки с простыми порами, а также крупные вакуоли, цитоплазмы, ядро, из пластид лейкопласты. Хлоропластов в клетках эпидермы нет. Между замыкающими клетками устьиц находится устьичная щель. Стенки замыкающих клеток со стороны основных клеток эпидермы более тонкие, чем со стороны щели. В замыкающих клетках есть хлоропласты.

Поперечный срез листа дает более подробную картину строения устьичного аппарата. На постоянном препарате поперечного среза листа ириса находят устьичный аппарат и рассматривают его при большом увеличении микроскопа. Среди крупных клеток основной эпидермы расположены углубления с двумя маленькими яйцевидными замыкающими клетками. Между ними есть щель, а под ними всегда находится воздушная полость.

На препарате хорошо заметна кутикула в виде блестящей прозрачной полоски на наружной поверхности клеток эпидермы. Наружная клеточная стенка клеток эпидермы значительно толще, чем боковые и внутренняя.

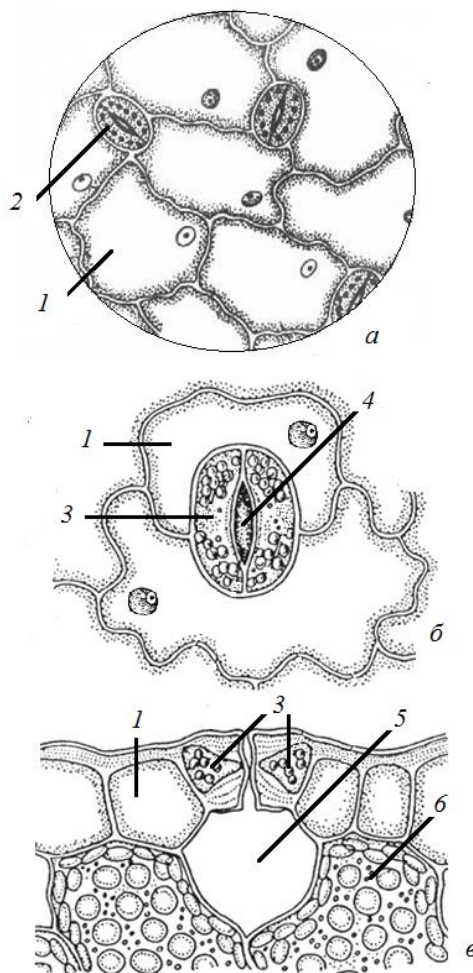


Рис. 13. Строение эпидермы листа:

а – вид с поверхности; *б* – устьичный аппарат; *в* – поперечный срез; 1 – клетки эпидермы; 2 – устьице; 3 – замыкающие клетки с хлоропластами; 4 – устьичная щель; 5 – воздушная полость; 6 – клетки мезофилла листа

Защитная функция эпидермы усиливается выростами ее клеток.

Трихомы – это различные по форме, строению и функции выросты клеток эпидермы (волоски, чешуйки, щетинки, бугорки). Они могут быть одноклеточными (яблоня) и многоклеточными (картофель), простыми и ветвистыми (коровяк, лох), живыми (крапива) и мертвыми, заполненными воздухом. Если клетки волосков одревесневают, то образуются шипы (малина, роза, шиповник).

Трихомы подразделяются на кроющие и железистые волоски.

Кроющие волоски образуются из покровных тканей и служат для защиты растения от неблагоприятных факторов внешней среды. Мертвые кроющие волоски, заполненные воздухом, образуют на поверхности органов растений шерстистый, войлочный покров беловатого или сероватого цвета. Такие трихомы являются приспособлением растения, обеспечивающе-

го защиту от перенагревания листьев и стеблей, а также снижения испарения с их поверхности.

Некоторые кроющие волоски могут служить растению защитой от поедания животными; плотно расположенные жесткие, острые щетинки и войлочный покров предохраняют листья и стебли от объедания слизняками и отчасти от поедания травоядными млекопитающими.

Морфологическое разнообразие кроющих волосков очень велико, что позволяет использовать этот признак для целей систематики.

Железистые волоски часто рассматривают в составе выделительных тканей наружной секреции, так как они имеют секреторные клетки с продуктом вторичного обмена: алкалоидами, эфирными маслами и т. д. Железистые волоски также могут быть одноклеточными или многоклеточными, обычно они долговечнее кроющих.

Жгучие одноклеточные волоски крапивы образованы живыми клетками с ядовитым клеточным соком. Прикосновение кожи человека к жгучим волоскам крапивы вызывает ее болезненное воспаление.

Многоклеточные волоски обычно имеют одноклеточную или многоклеточную ножку, заканчивающуюся шаровидной головкой, покрытой кутикулой (пеларгония, лопух, марь белая). Железистые волоски с многоклеточной головкой называют железками.

Железистые волоски с эфирными маслами выполняют у разных видов различные функции. Эфирные масла защищают растения от поедания животными и препятствуют заражению патогенными грибами и бактериями; служат для привлечения опылителей-насекомых, что способствует опылению цветков.

К трихомам также относятся и цепкие волоски, способствующие закреплению растения на опоре. Такие волоски есть на листьях хмеля, подмаренника цепкого, фасоли многоцветковой (рис. 18).

Материал: сухие листья яблони (*Malus domestica* L.), крапивы (*Urtica dioica* L.), лоха (*Elaeagnus argentea* L.) или облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.), картофеля (*Solanum tuberosum* L.), коровяка (*Verbascum thapsus* L.), подмаренника (*Galium*), хмеля (*Humulus lupulus* L.) и других растений.

Задание: приготовить временные препараты выростов эпидермы различных растений и рассмотреть их строение при малом увеличении микроскопа и зарисовать.

С нижней стороны листа бритвой или иголкой на предметное стекло соскабливают волоски, добавляют каплю воды и закрывают покровным стеклом. Изготовленный препарат рассматривают при малом увеличении микроскопа.

В препарате листа яблони при малом увеличении микроскопа видны длинные изогнутые клетки с толстыми клеточными стенками и без протопластов. Трихомы листа яблони являются одноклеточными мертвыми волосками. Лист коровяка с обеих сторон густо покрыт волосками. Они мертвые, имеющие сложное многоклеточное строение. Ось первого порядка волоска образована 2–5 клетками. От нее отходят несколько ярусов одноклеточных разветвлений, расположенных в виде мутовок (рис. 14).

Трихомы листа лоха представлены многоклеточными мертвыми чешуйками. Каждая чешуйка имеет форму плоской звездочки, в которой каждый луч представлен отдельной клеткой.

Листья картофеля покрыты многоклеточными мертвыми волосками. Отдельный волосок состоит из ряда линейно расположенных клеток. В целом волосок изогнут и суживается от основания к вершине.

Для приготовления препарата листа крапивы используют бритву, с помощью которой с жилки нижней стороны листа срезают тонкую полоску эпидермы. При рассмотрении препарата хорошо различимы как простые мелкие, так и крупные железистые волоски крапивы. Крупные железистые волоски крапивы имеют особое строение. На многоклеточном зеленом основании крепится одна крупная клетка, которая вытянута в острие и заканчивается ма-

ленькой круглой головкой. Клеточная стенка этой клетки пропитана кремнеземом. При соприкосновении с этим крупным волоском ее головка легко отламывается. Острым изломом волосок легко прокалывает кожу и в рану попадает жгучий клеточный сок.

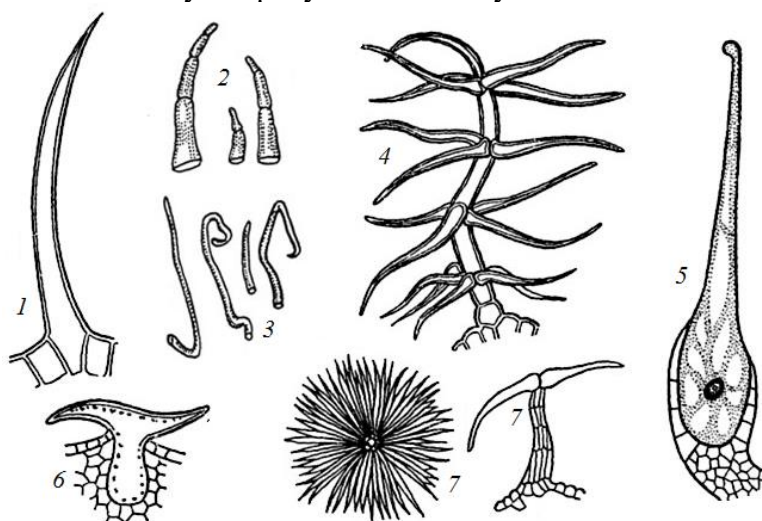


Рис. 14. Выросты (трихомы) эпидермы листа:

1 – подмаренник; 2 – картофель; 3 – яблоня; 4 – корвяк; 5 – крапива; 6 – хмель; 7 – лох

Покровные комплексы: перидерма. Корка. У многолетних растений по мере роста стебля эпидерма сменяется вторичной покровной тканью пробкой, которая более надежно защищает зимующие органы растений, не препятствуя их росту в толщину.

Формированию пробки предшествует появление вторичной меристемы – *пробкового камбия (феллогена)*. Пробковый камбий возникает из основной паренхимы, лежащей под эпидермой (смородина, малина, черемуха), или из клеток самой эпидермы (вишня, слива, груша, ива). Пробковый камбий работает двухсторонне: его клетки делятся параллельно поверхности органа (тангентально) и дифференцируются в две различные ткани. Наружу откладываются клетки пробки, а внутрь – пробковой паренхимы. В результате формируется единый покровный комплекс *перидерма*, который включает: *пробку (феллема)*, *пробковый камбий (феллоген)* и *пробковую паренхиму (феллодерма)*. Перидерма включает вторичные покровные (пробка), образовательные (пробковый камбий) и основные (пробковая паренхима) ткани (рис. 15).

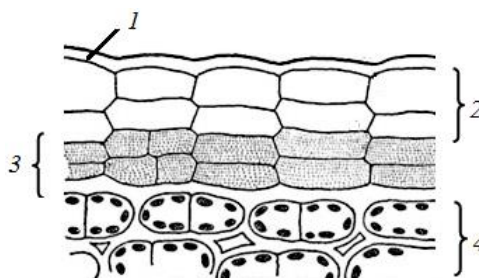


Рис. 15. Участок перидермы:

1 – остатки эпидермы; 2 – пробка; 3 – пробковый камбий; 4 – пробковая паренхима

Пробка (феллема) состоит из нескольких слоев плотно сомкнутых (без межклетников) клеток прямоугольной формы. Их клеточная оболочка пропитывается *суберином* (опробковение). В результате опробковения клетка становится непроницаемой для воды и газов, что вызывает отмирание протопласта. Полости клеток заполняются воздухом, дубильными или смолистыми веществами. У березы в клетках пробки находится бетулин, который придает ей белый цвет.

Пробка является мертвой вторичной покровной тканью, которая образуется как на стеблях и корнях кустарников и деревьев, так и на подземных органах многолетних трав (корнях, корневищах, клубнях). Пробка защищает органы растений от излишней потери во-

ды, проникновения микроорганизмов, резких колебаний температуры (обладает малой теплопроводностью), а также выполняет функцию механической защиты, так как обладает значительной толщиной (до 7–8 см).

Для сообщения с внешней средой (газообмен, транспирация) в пробке закладываются *чечевички*. На поверхности органа она выглядит как сероватый или буроватый бугорок. Чечевичка представляет собой разрыв пробки, в котором клетки очень рыхло расположены. По межклетникам этого участка ткани циркулируют газы и водяные пары. С наступлением холодов чечевичка закрывается замыкающим слоем (состоит из плотно соединенных клеток), который весной вновь разрывается.

Пробковая паренхима (феллодерма) состоит из живых рыхло расположенных клеток, в которых часто есть хлоропласты.

У большинства древесных растений по мере утолщения стволов пробка заменяется *коркой*. Она представляет собой совокупность отмерших комплексов перидермы. Формирование корки происходит в результате многократного последовательного функционирования пробкового камбия. Происходит это следующим образом. Первый пробковый камбий функционирует недолго. На смену ему в более глубоких слоях закладывается второй пробковый камбий, который формирует новый комплекс перидермы и через некоторое время прекращает свою деятельность. Живые ткани, лежащие между слоями пробки, изолированы от внутренней части стебля и отмирают. Многократное заложение пробкового камбия происходит в течение всей жизни растения. Так формируется единый покровный комплекс – корка.

Изнутри корка ежегодно получает прирост, а с поверхности она постепенно разрушается, периодически отделяется и спадает. Корка не способна к растяжению, поэтому по мере утолщения ствола в ней образуются трещины, на дне которых в самом нижнем слое перидермы имеются чечевички, необходимые для газообмена.

В зависимости от способа заложения пробкового камбия образуются различные виды корки (рис. 16):

1) кольчатая (кольцевая) корка формируется при круговом заложении феллогена, по мере разрастания расщепляется вдоль и сбрасывается на всем протяжении стебля в виде длинных полос, что снижает его массу (виноград, лимонник, жимолость, кипарис, эвкалипт);

2) чешуйчатая корка – феллоген закладывается отдельными участками, поэтому корка формируется неправильными кусками и отличается наличием глубоких трещин (дуб, липа, клен и другие растения).

Формирование корки у древесных растений происходит в различном возрасте: у яблони, груши, сосны – на 5–8-й год жизни, у дуба, ели, березы – на 25–35-й год жизни, у граба, пихты – после 50 лет. У некоторых древесных пород (бук, лещина, рябина, черемуха) корка не образуется, на их стволах защитную функцию выполняет первоначальный комплекс перидермы.

Материал: стебли бузины (*Sambucus racemosa* L.), клубни картофеля (*Solanum tuberosum* L.), постоянный микропрепарат ветки бузины.

Задание: рассмотреть пробку и чечевички на гербарных образцах ветвей бузины, на клубнях картофеля; изучить микроскопическое строение перидермы.

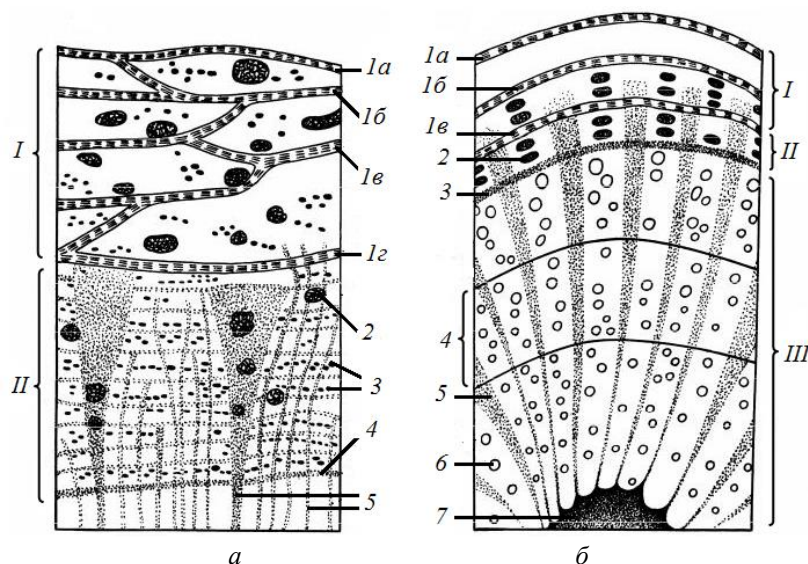


Рис. 16. Схемы строения корки разных растений:

а – чешуйчатая корка дуба: I – корка; II – луб; 1*а*, 1*б*, 1*в*, 1*з* – слои пробки нескольких перидерм; 2 – каменные клетки; 3 – лубяные волокна; 4 – камбий; 5 – сердцевинные лучи; *б* – кольчатая корка винограда: I – корка; II – луб; III – древесина; 1*а*, 1*б*, 1*в* – слои пробки нескольких перидерм; 2 – каменные клетки; 3 – камбий; 4 – годовичное кольцо; 5 – сердцевинные лучи; 6 – сосуды; 7 – сердцевина

При внешнем рассмотрении ветвей растений и клубня картофеля хорошо различимы чечевички, которые похожи на бугорки, отличающиеся от пробки по цвету.

На постоянном микропрепарате ветки *бузины* хорошо различимы правильные радиальные ряды клеток *пробки*. Протопласты этих клеток отмерли. Под пробкой лежит слой плоских тонкостенных клеток с густым содержимым (рис. 17). Это пробковый камбий (вторичная меристема). Глубже от него располагается пробковая паренхима (хлорофиллоносная ткань). Расположение клеток пробковой паренхимы совпадает с клетками пробкового камбия, из которого она образовалась.

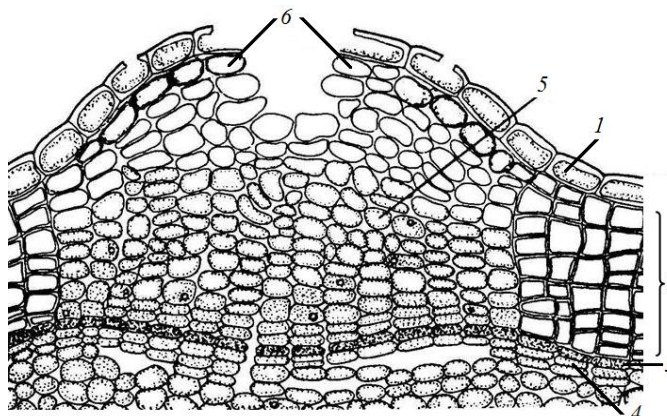


Рис. 17. Перидерма с чечевичкой стебля бузины:

1 – остатки эпидермы; 2 – пробка; 3 – пробковый камбий; 4 – пробковая паренхима; 5 – выполняющая ткань; 6 – разрыв

Только по признаку расположения можно отличить клетки пробковой паренхимы от клеток первичной коры, которые лежат глубже. Три ткани (пробка, пробковый камбий и пробковая паренхима) составляют комплекс перидермы. Их строение также рассматривают при большом увеличении микроскопа.

Рассматривая чечевичку при малом увеличении микроскопа, видно, что она имеет двояковыпуклое очертание. Чечевичка почти полностью заполнена округлыми рыхло расположенными клетками выполняющей ткани. Наружный более плотный слой представлен клет-

ками пробки и имеет трещины. Пробковый камбий под чечевичкой также усиленно делится. Это видно из того, что к пробковому камбию под чечевичкой примыкает несколько слоев недифференцированных тканей.

Перидерма покрывает также зрелые клубни картофеля. На тонком поперечном срезе клубня хорошо различима пробка. Она представлена правильными радиальными рядами очень плоских, сплюснутых клеток с утолщенными клеточными стенками (рис. 18).

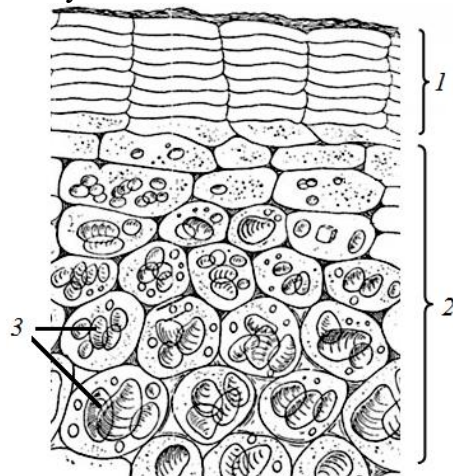


Рис. 18. Пробка клубня картофеля:
1 – пробка; 2 – запасаящая паренхима; 3 – крахмальные зерна

Строение *корки дуба* можно рассмотреть на микропрепарате тонкого поперечного среза. При малом увеличении хорошо различимы слои пробки, в которых клетки располагаются правильными радиальными столбиками. Между слоями пробки расположены потемневшие участки отмерших тканей (паренхимы). В более глубоких слоях корки можно различить участки механических и проводящих тканей. Кора представляет собой комплекс тканей, наружные слои которой постепенно разрушаются и сбрасываются (рис. 19).

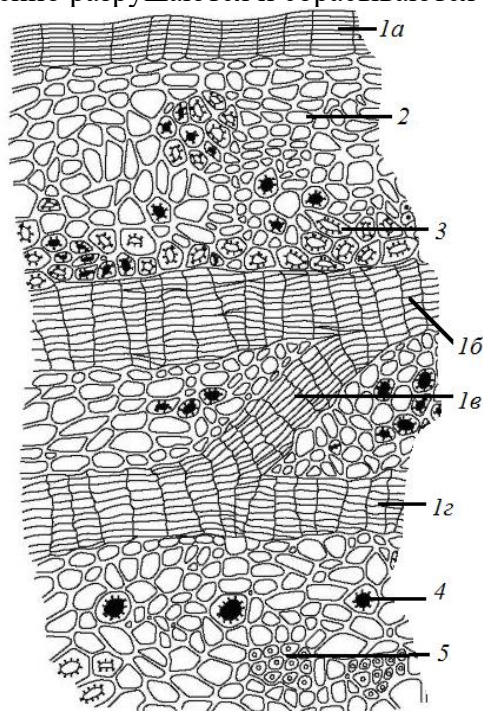


Рис. 19. Строение корки дуба:
1а, 1б, 1в, 1г – слои пробки нескольких перидерм; 2 – мертвая паренхима; 3 – каменные клетки; 4 – клетки с друзами; 5 – склеренхимные волокна

Тема 5. ОСНОВНЫЕ ТКАНИ: АССИМИЛЯЦИОННАЯ И ЕЕ ТИПЫ, ЗАПАСАЮЩАЯ, ВОДОЗАПАСАЮЩАЯ, ВОЗДУХОНОСНАЯ.

Основные ткани занимают в органах растения наибольший объем. По функциональному назначению эти ткани связаны, прежде всего, с синтезом, накоплением и использованием органических веществ, но могут выполнять и другие функции. Основные ткани состоят из живых, тонкостенных, с простыми порами клеток паренхимной формы. Благодаря такому клеточному строению основные ткани очень часто называют паренхимами.

По происхождению основные ткани чаще всего бывают первичными, образованными из апикальных меристем, реже вторичными. Особенностью основных тканей является свойство их клеток приобретать способность к делению и таким образом давать начало вторичным меристемам. Меристематическая активность паренхим проявляется при заживлении ран, образовании придаточных корней и побегов.

В зависимости от выполняемой функции различают ассимиляционную, запасную, водоносную, воздухоносную и типичную паренхимы.

Типичная паренхима не имеет специфических, строго определенных функций. Она располагается внутри тела растения достаточно крупными массивами. Типичная паренхима заполняет сердцевину стебля, промежутки между механическими и проводящими тканями, формирует внутренние слои коры стебля и корня. Ее клетки образуют радиальные лучи в корне и сердцевинные лучи в стебле, по которым в горизонтальном направлении происходит перемещение вещества (рис. 20). Клетки типичной паренхимы могут давать начало вторичным меристемам.

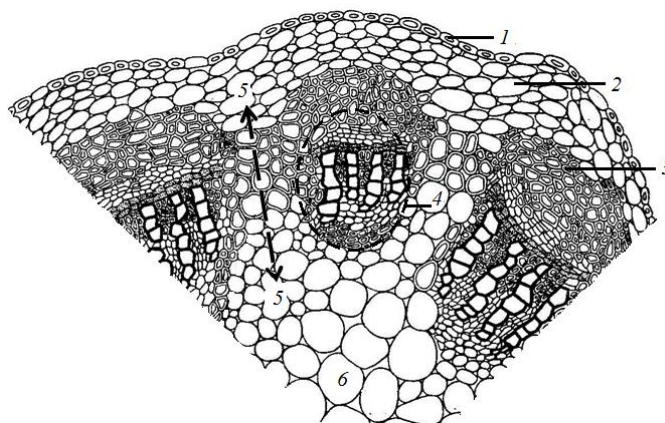


Рис. 20. Типичная паренхима в стебле клевера:

1 – эпидерма; 2 – ткани первичной коры; 3 – склеренхима; 4 – проводящий пучок; 5 – сердцевинный луч (типичная паренхима); 6 – сердцевина

Ассимиляционная паренхима (*фотосинтезирующая паренхима, хлоренхима*) – это ткани, главной функцией которых является фотосинтез. Они состоят из живых паренхимной формы клеток, имеющих *хлоропласты*. Общий объем хлоропластов в клетке может составлять до 70–80 % ее протопласта. Хлоренхима располагается непосредственно под эпидермой главным образом листьев и корней. В ней хорошо развита система межклетников, облегчающих газообмен. В мезофилле листа двудольных растений ассимилирующая паренхима дифференцирована на столбчатую (палисадную) и губчатую типы (рис. 21).

Столбчатая хлоренхима примыкает к эпидерме верхней стороны листа и наиболее приспособлена к выполнению функции фотосинтеза. Она состоит обычно из удлиненных клеток цилиндрической формы, которые располагаются перпендикулярно поверхности листа преимущественно в 1–3 ряда. Клетки плотно расположены, с узкими межклетниками, содержат большое количество хлоропластов.

К нижней эпидерме листа примыкает **губчатая** хлоренхима. Она представлена округлыми (реже другой неправильной формы) рыхло расположенными клетками, в которых в 2–5

раз меньше хлоропластов, чем в клетках столбчатой паренхимы. Эта хлоренхима имеет крупные межклетники, которые подходят к устьицам эпидермы нижней стороны листа. Поэтому она более специализирована на выполнении функций газообмена и транспирации, но в то же время участвует и в фотосинтезе.

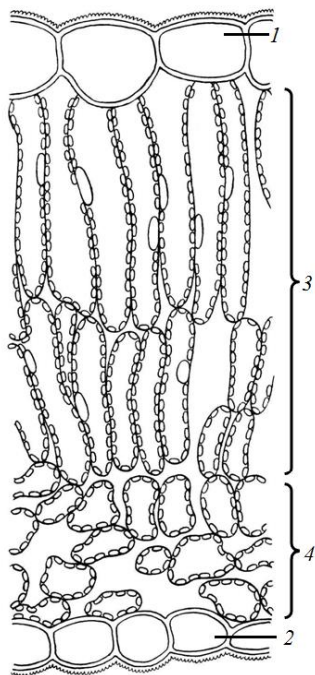


Рис. 21. Типы хлоренхимы двустороннего листа:

1 – верхняя эпидерма; 2 – нижняя эпидерма; 3 – столбчатая хлоренхима; 4 – губчатая хлоренхима

У хвойных растений мезофилл листа состоит из складчатой хлоренхимы. Она представлена клетками, оболочки которых образуют складки (выступы), заходящие в полость клетки. Так как хлоропласты располагаются в один ряд в постенном слое цитоплазмы, то образование выступов значительно увеличивает фотосинтезирующую поверхность мезофилла хвой (рис. 22).

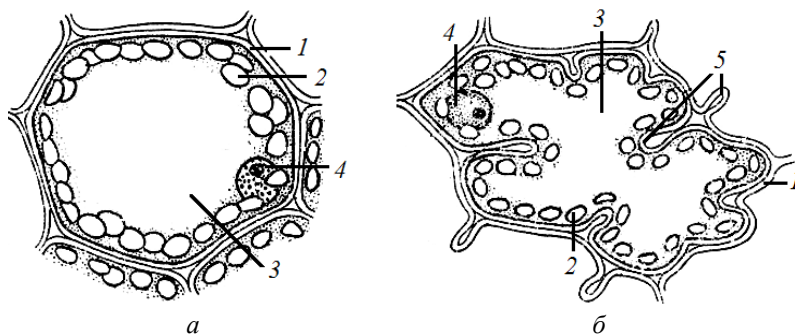


Рис. 22. Строение клеток губчатой и складчатой хлоренхим:

а – клетки губчатой хлоренхимы листа хлорофитума; б – клетки складчатой хлоренхимы хвой сосны; 1 – клеточная оболочка; 2 – хлоропласты; 3 – вакуоль; 4 – ядро; 5 – выступы клеточной оболочки

Запасающая паренхима приспособлена для накопления, хранения питательных веществ. Она главным образом представлена в клубнях, корневищах, луковицах, плодах, семенах, реже в листьях. Запасающая паренхима состоит из живых тонкостенных клеток, особенности строения которых будут зависеть от типа запасного вещества. Если запасным веществом является крахмал, то в клетках будет много лейкопластов с крахмальными зёрнами. Крупные вакуоли будут характерны для клеток, запасующих глюкозу, сахарозу или инулин. В тканях, запасующих белок, клетки будут иметь много мелких вакуолей, из которых обра-

зуются алейроновые зерна. У культурных пищевых растений обычно гипертрофировано развитие запасавшей паренхимы.

Водоносная (водозапасающая) паренхима хорошо развита в листьях и стеблях растений-суккулентов (агавы, алоэ, кактусы, молочай). Специфичность этой паренхимы выражается в разрастании ее клеток при одновременном увеличении вакуолей и сильном сокращении межклетников. В клетках этой ткани запасается вода, а в вакуолях содержатся слизистые вещества, обладающие высокой водоудерживающей способностью.

Водоносная паренхима формируется также у растений засушливых местообитаний (солеросы, солянки) и умеренной зоны, произрастающих на песчаных почвах (молодило, очиток).

Воздухоносная паренхима (**аэренхима**) развивается у растений, произрастающих в условиях избыточного увлажнения, выполняет функцию накопления и циркуляции воздуха. Эта паренхима состоит из клеток различной формы с большими межклеточными пространствами. Аэренхима формируется во всех органах водных и болотных растений (кувшинка, белокрыльник, рдест, пушица, камыш). У погруженных в воду растений аэренхима уменьшает их плотность, способствует их плавучести.

Материал: клубни картофеля (*Solanum tuberosum* L.), листья алоэ (*Aloe arborescens* L.), постоянные микропрепараты стебля рдеста (*Potamogeton natans* L.).

Задание: приготовить микропрепарат поперечного клубня картофеля и изучить строение запасавшей паренхимы; изучить микроскопическое строение поперечного среза листа алоэ, особенности расположения ассимиляционной и водозапасающей паренхим; рассмотреть аэренхиму на постоянном микропрепарате стебля рдеста.

Тонкий срез клубня картофеля промывают водой и помещают на предметное стекло в каплю воды, закрывают покровным стеклом. При малом увеличении микроскопа хорошо видны крупные клетки округлой формы с тонкими клеточными стенками и межклетниками. В этих клетках находятся крахмальные зерна различного размера. Это *запасавшая* паренхима клубня картофеля (см. рис. 22).

При большом увеличении микроскопа хорошо различима эксцентрическая слоистость крахмальных зерен картофеля. Если под покровное стекло ввести каплю раствора йода в йодистом калии, то крахмальные зерна окрашиваются, что повышает контрастность рассмотрения их строения.

Зарисовывают несколько клеток запасавшей паренхимы клубня картофеля, обозначают крахмальные зерна.

Суккулентные растения обладают развитой в стеблях (кактусы, молочай) и листьях (алоэ, агавы) водозапасающей паренхимой. Строение *водозапасающей паренхимы* рассмотрим с использованием микропрепарата листа алоэ (рис. 23).

Сверху лист покрыт эпидермой с развитой кутикулой. В строении эпидермы хорошо различимы устьица. Под покровной тканью находятся клетки с большим количеством хлоропластов. Это *фотосинтезирующая паренхима* столбчатого типа, так как клетки ее прямоугольной формы и располагаются перпендикулярно поверхности листа. Значительную часть поперечного среза листа алоэ составляют крупные прозрачные тонкостенные клетки, плотно прилегающие друг к другу. Это клетки водозапасающей паренхимы. При механическом разрезе листа алоэ из этих клеток выделяются слизистые вещества.

Особенности строения *аэренхимы* рассмотрим на примере стебля рдеста, используя микропрепарат его поперечного среза. Рассматривая постоянный препарат при малом увеличении микроскопа видно, что непосредственно под эпидермой находится ткань с очень крупными полостями. Между собой эти межклеточные пространства разделены одним рядом мелких клеток. Такие крупные межклетники у водных растений часто называют воздухоносными ходами (рис. 24).

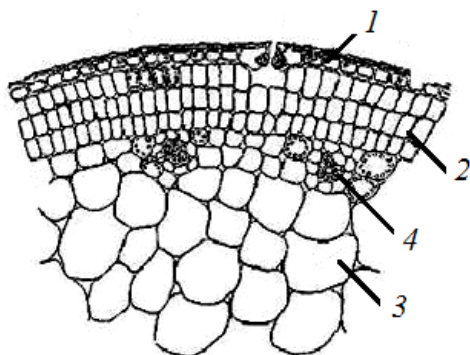


Рис. 23. Срез листа алоэ:
1 – эпидерма; 2 – столбчатая хлоренхима;
3 – водозапасующая паренхима; 4 – проводящий пучок;

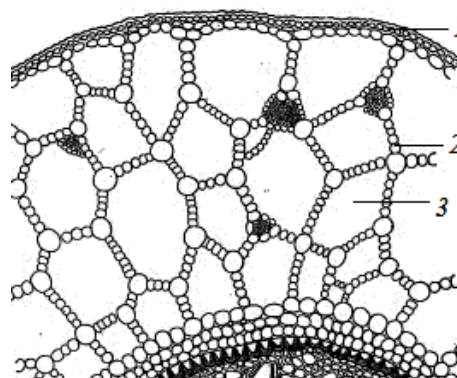


Рис. 24. Срез стебля рдеста:
1 – эпидерма; 2 – клетки аэренхимы;
3 – межклетник (воздухоносный ход)

Тема 6. МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ: КОЛЛЕНХИМА И ЕЕ ТИПЫ, СКЛЕРЕНХИМА (ТИПЫ ВОЛОКОН), СКЛЕРЕИДЫ.

Механические (опорные, арматурные) ткани формируют скелет растения и обеспечивают его прочность, вследствие чего растение способно противостоять нагрузкам на растяжение, сжатие и изгиб. Характерной особенностью механических тканей является мощное утолщение клеточных стенок, часто пропитанных лигнином, плотное сложение клеток. В зависимости от происхождения, расположения в органах растений и признаков анатомического строения механические ткани подразделяют на колленхиму, склеренхиму и склереиды.

Колленхима – это первичная по происхождению механическая ткань, имеющая живые клетки паренхимной формы, часто с хлоропластами. В стеблях и черешках листьев двудольных растений колленхима располагается непосредственно под эпидермой. У однодольных растений встречается редко (может развиваться в стеблевых узлах). В корнях колленхимы нет. Клеточные стенки целлюлозные с неравномерными утолщениями. Клетки колленхимы долго сохраняют способность к росту, поэтому не задерживают рост органа. Главным условием выполнения опорной функции для колленхимы является наличие тургора в ее клетках. В зависимости от характера утолщения различают угловую, пластинчатую и рыхлую колленхимы.

В клетках *угловой колленхимы* оболочка сильно утолщается в углах, где смыкаются несколько соседних клеток, образуя многоугольники (от 3 до 5 клеток). Угловая колленхима хорошо развита в стеблях травянистых растений, в черешках листьев, а также под эпидермой над главной жилкой листьев (рис. 25).

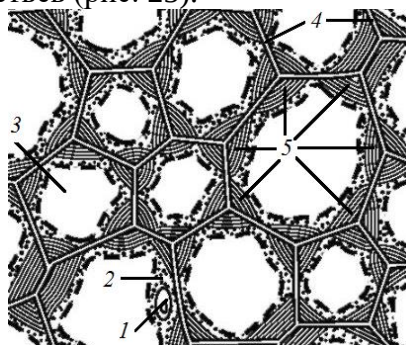


Рис. 25. Угловая колленхима:
1 – ядро; 2 – цитоплазма; 3 – вакуоль; 4 – клеточная стенка; 5 – целлюлозные утолщения

Пластинчатая колленхима встречается в стеблях древесных растений, среди травянистых растений менее распространена (стебель подсолнечника, баклажана, черешки листьев

копытенья). В ее клетках, которые на поперечном срезе имеют прямоугольную форму, сильно утолщаются тангентальные участки клеточных стенок, а радиальные остаются тонкими. В результате утолщенные участки смежных рядов клеток имеют вид пластинок (рис. 26).

Клетки уголкового и пластинчатой колленхимы расположены плотно друг к другу, не образуя межклетников. *Рыхлая колленхима* выделяется наличием хорошо развитых межклетников. Значительно утолщаются те участки клеточных стенок, которые примыкают к межклетникам, – черешок листа лопуха большого, подбела лечебного, стебель ваточника.

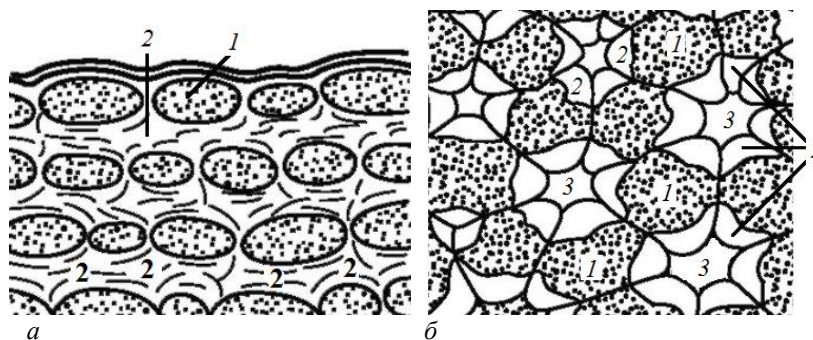


Рис. 26. Пластинчатая (а) и рыхлая (б) колленхимы:
1 – протопласт клетки; 2 – целлюлозные утолщения; 3 – межклетник

Склеренхима является наиболее важной и часто встречающейся механической тканью в органах наземных растений. Клетки склеренхимы имеют прозенхимную форму с заостренными концами и располагаются очень плотно. Клеточные стенки равномерно утолщенные с простыми порами, часто одревесневшие. Клетки склеренхимы обладают высокой степенью прочности и упругости. По происхождению склеренхима может быть первичной и вторичной. Склеренхима является мертвой механической тканью, так как в сформированных клетках протопласт отмирает. Из-за формы клеток и особенностей их строения склеренхиму подразделяют на лубяные и древесинные волокна.

Длина *древесинных волокон* (либриформ) не превышает 2–3 мм, их утолщенные оболочки всегда одревесневают.

Лубяные волокна отличаются значительной длиной (у льна – до 120 мм, крапивы – 80, рами – 500 мм). Клеточные стенки сильно утолщаются, но часто сохраняют целлюлозное строение (лен, рами). Элементарные лубяные волокна очень плотно соединяются между собой, формируя лубяной пучок, который в практике называют техническим волокном.

Склерейды представляют собой мертвые клетки паренхимной формы с сильно одревесневшими клеточными стенками и простыми порами. Они имеют первичное происхождение. По строению склерейды подразделяют на *каменистые* (брахисклерейды) и *ветвистые* (астеросклерейды) клетки. Каменистые клетки имеют округлую, овальную форму и обычно располагаются группами (сочные плоды груши, айвы, рябины, косточки вишни, сливы, персика и скорлупа ореха, корни хрена). Ветвистые клетки имеют разветвленную форму, располагаются одиночно и выполняют опорную функцию в листьях чая, камелии, маслины, в стеблях водных растений.

Материал: постоянные микропрепараты стебля тыквы (*Cucurbita pepo* L.), лубяных волокон льна (*Linum*), кенафа (*Hibiscus cannabinus*), кусочки мякоти плодов груши (*Pyrus communis* L.), хлор-цинк-йод (Cl-Zn-I), флороглюцин, соляная кислота.

Задание: изучить микроскопическое строение поперечного среза стебля тыквы, особенности строения и расположения колленхимы и склеренхимы; рассмотреть строение лубяных волокон льна (кенафа, канатника, конопли) на постоянных микропрепаратах; сделать препарат из мякоти плода груши и изучить строение склерейд.

Наиболее удобно рассмотреть строение механических тканей на постоянном микропрепарате поперечного среза стебля тыквы. Опорные функции стебля тыквы выражаются в

наличии колленхимы и склеренхимы. Непосредственно под эпидермой располагаются ткани первичной коры. При малом увеличении микроскопа заметно, что к эпидерме примыкают мелкие клетки с утолщенными клеточными стенками. Это колленхима (рис. 27).

При большом увеличении микроскопа видно, что клеточная стенка значительно утолщена по углам, где сходятся несколько клеток. Утолщения не только заполняют углы клеток, но и вдаются в ее полость округлыми выступами. Поэтому полость клетки принимает форму неправильного ромба или многоугольника с вогнутыми сторонами.

С помощью микрометрического винта можно рассмотреть срединную пластинку внутри утолщений и восстановить исходную форму клеток с несколькими углами. Сразу под эпидермой стебля тыквы располагается уголковая колленхима (рис. 28).

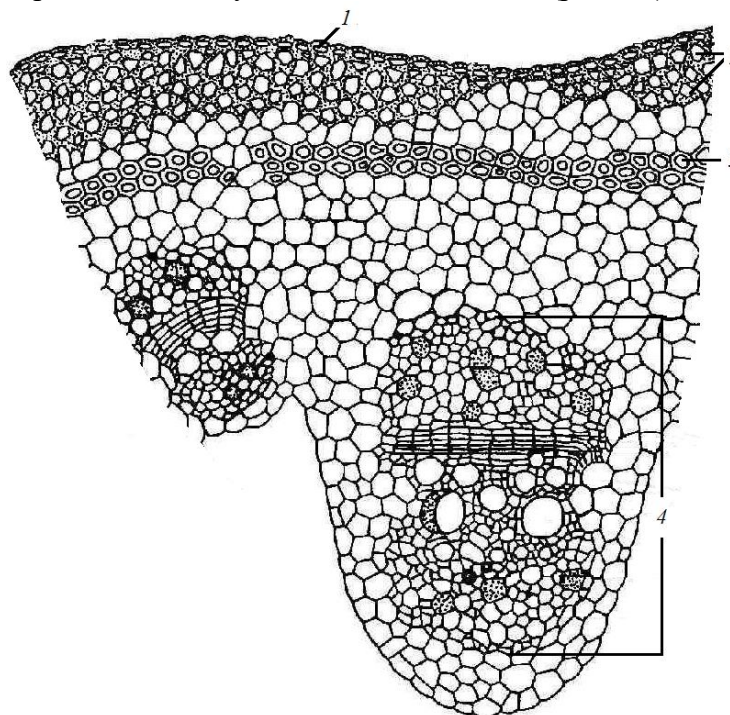


Рис. 27. Фрагмент поперечного среза стебля тыквы:
1 – эпидерма; 2 – уголковая колленхима; 3 – склеренхима (древесинные волокна); 4 – биколлатеральный проводящий пучок

Если для изготовления микропрепарата был использован живой материал, то в клетках колленхимы хорошо различим живой протопласт с хлоропластами. Если из препарата удалить воду и подействовать на срез Cl-Zn-I , то целлюлозные клеточные стенки колленхимы примут фиолетовую окраску.

Зарисовывают несколько клеток колленхимы, обозначают ее утолщенную клеточную стенку и полость клетки.

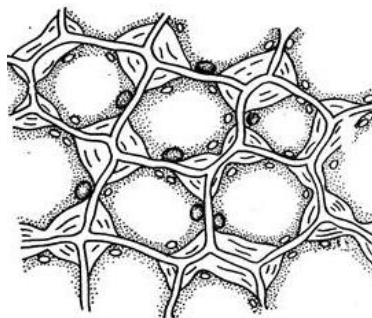


Рис. 28. Уголковая колленхима

На постоянном микропрепарате поперечного среза стебля льна ниже от эпидермы и тканей первичной коры расположены плотные группы толстостенных, сравнительно круп-

ных клеток, округлой или многогранной формы. Под действием Cl-Zn-I эти клетки имеют фиолетовую окраску. Это и есть лубяные волокна перициклического (первичного) происхождения. На поперечном срезе лубяные волокна имеют очень толстые целлюлозные стенки и малые полости. В производстве отдельная клетка лубяного волокна называется элементарным волокном. Лубяные волокна соединяются группами, формируя лубяной пучок, называемый в производстве техническим волокном (рис. 29, а).

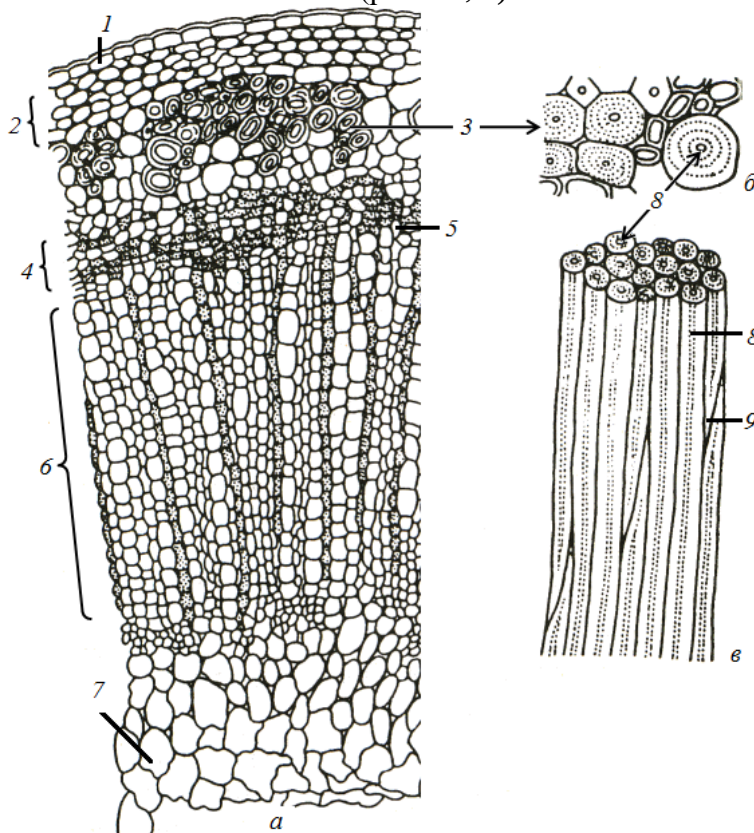


Рис. 29. Лубяные волокна стебля льна:

а – фрагмент поперечного среза стебля льна; б и в – лубяные волокна в поперечном (б) и продольном (в) срезах; 1 – эпидерма; 2 – первичная кора; 3 – склеренхима (лубяные волокна); 4 – флоэма; 5 – камбий; 6 – ксилема; 7 – паренхима сердцевины; 8 – полость клетки; 9 – заостренные концы прозенхимных клеток лубяных волокон

Анализ микроскопического строения лубяных волокон на поперечном срезе стебля используется в селекции льна на качество льноволокна. Лубяные волокна с толстыми стенками и малыми полостями, формируя плотно расположенные лубяные пучки, представляют собой техническое волокно хорошего качества. Если лубяные волокна имеют более тонкие клеточные стенки и крупные полости, а также рыхло расположенные в виде отдельных волокон или групп, то представляют собой техническое волокно плохого качества.

На постоянном препарате лубяных волокон различимы длинные толстостенные клетки с узким просветом в центре (рис. 29, б, в). Клеточные оболочки целлюлозные с небольшим количеством простых пор (их практически нет). Длина лубяных волокон в среднем составляет 40–60 мм с диаметром 10–40 мкм (коэффициент прозенхимности около 1000).

Лубяные волокна в составе пучка очень плотно сцеплены между собой, так как каждое волокно вклинивается своими острыми концами между другими волокнами, а также благодаря большой площади сцепления.

Необходимо зарисовать фрагментарно строение лубяных волокон в поперечном и продольном сечении.

Для рассмотрения склереид используют мякоть околоплодной части плода груши. С помощью иглки необходимо взять кусочек мякоти, размять его и подействовать на клетки реактивом (флороглюцин + соляная кислота). Из полученного материала делают микропре-

парат и рассматривают его при малом увеличении микроскопа. В результате среди бесцветных крупных клеток паренхимы хорошо различимы группы клеток с красными клеточными стенками (рис. 30).

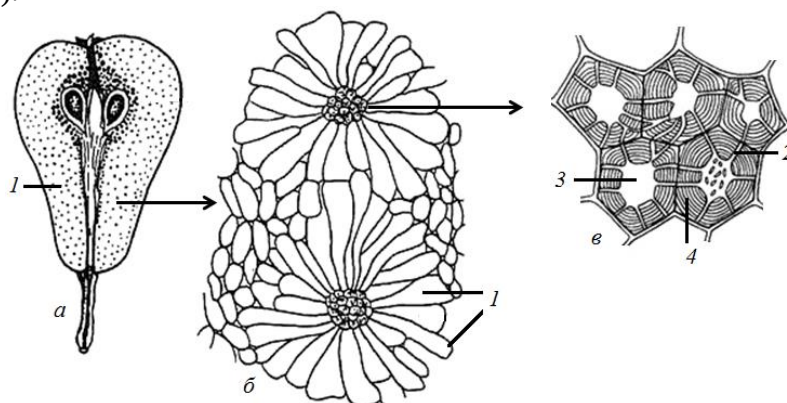


Рис. 30. Склерейды плода груши:

a – плод груши в продольном срезе; *б* – склерейды среди клеток мякоти груши; *в* – строение склерейды; 1 – паренхимные клетки околоплодника плода груши; 2 – простые поры в склерейдах; 3 – полости клетки; 4 – одревесневшая клеточная стенка

Среди полей зрения необходимо отыскивать наиболее прозрачное с минимальной слоистостью клеток и склерейдами, состоящими из небольшого количества клеток (2–5 шт.). Выбранный участок рассматривают при большом увеличении микроскопа. В строении утолщенной клеточной стенки склерейды хорошо различима слоистость и узкие разветвленные поровые каналы. Протопласт клеток склерейд отмирает.

Тема 7. ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ: ТРАХЕИДЫ, СОСУДЫ, СИТОВИДНЫЕ ТРУБКИ. ПРОВОДЯЩИЕ ПУЧКИ.

Проводящие ткани обеспечивают передвижение в растениях растворенных в воде необходимых питательных веществ. Проведение веществ осуществляется по двум основным направлениям:

1) *восходящий ток* – растворенные в воде минеральные вещества передвигаются от корней к листьям по трахеальным элементам (*трахеиды и сосуды*);

2) *нисходящий ток* – продукты фотосинтеза перемещаются от листьев в направлении подземных органов по ситовидным элементам (*ситовидные клетки, ситовидные трубки*).

Трахеиды представляют собой отдельные замкнутые клетки прозенхимной формы с заостренными концами. Протопласт внутри трахеид постепенно отмирает, клеточные стенки утолщенные и одревесневшие. Трахеиды располагаются вертикальными рядами одна над другой. Передвижение веществ осуществляется только через окаймленные поры, поэтому вещества передвигаются медленно за счет фильтрации через них. Средняя длина трахеид составляет 1–4 мм при ширине в несколько сотых долей миллиметров (трахеиды длиной до 10–12 мм есть у лотоса, банана, саговников). Трахеиды присущи всем растениям, но у плаунов, хвощей, папоротников и голосеменных являются единственной проводящей тканью.

Сосуды представляют собой полые трубки, сформированные из вертикально расположенных одна над другой клеток (*члеников сосуда*). Составляющих члеников сосуда очень много, поэтому у большинства растений длина сосудов составляет 10–15 см, однако может достигать нескольких метров (белая акация – 1 м, дуб – 2 м, лианы – 3–5 м). Поперечные перегородки между члениками растворяются и возникают *перфорации* (сквозные отверстия), поэтому вещества по сосудам передвигаются значительно быстрее, чем по трахеидам. По мере формирования сосуда в нем протопласты его члеников разрушаются, клеточные стенки утолщаются и одревесневают. В сосудах вещества передвигаются так же в горизонтальных направлениях через неутолщенные участки боковых стенок.

В зависимости от характера утолщения и степени одревеснения боковых стенок различают *кольчатые, спиральные, сетчатые, лестничные и пористые* сосуды. У кольчатых и спиральных сосудов на внутренней поверхности формируются утолщения в виде отдельных колец или в виде узкой спирально извитой ленты. Сетчатые, лестничные и пористые сосуды обладают значительно утолщенными оболочками, в которых неутолщенные места имеют вид неправильной сетки, ступенек лестницы или точек.

Сосуды функционируют ограниченное время. При старении сосудов их полость часто закупоривается тиллами, представляющими собой выросты соседних паренхимных клеток в виде пузыря. Внутри сосуда тиллы разрастаются, одревесневают, накапливают смолы, камеди, танины. Такие сосуды перестают функционировать и заменяются новыми. Сосуды и трахеиды благодаря утолщению и одревеснению клеточных стенок также выполняют опорную функцию, придавая прочность органам растений.

Ситовидные элементы нисходящего тока сохраняют живой протопласт клеток, по которому и происходит движение продуктов фотосинтеза (нити плазмодесм). Сообщение между клетками происходит через группы мелких перфораций (ситовидные поля).

Сильно вытянутая в длину *ситовидная клетка* с заостренными концами имеет на боковой поверхности ситовидные поля, через которые с помощью нитей плазмодесм происходит сообщение протопластов соседних ситовидных клеток. Ситовидные клетки характерны для споровых и голосеменных растений.

Ситовидные трубки состоят из большого количества удлинённых живых клеток, расположенных одна над другой (членики ситовидной трубки) (рис. 31).

Стенки ситовидных трубок не утолщаются, остаются целлюлозными и тонкими. Поперечные перегородки между клетками ситовидных трубок пронизаны многочисленными ситовидными полями, которые называются *ситовидными пластинками*. К каждому членику ситовидной трубки примыкает клетка-спутница, в которой есть цитоплазма и ядро. Благодаря структурному и функциональному взаимодействию клеток ситовидной трубки и клеток-спутниц происходит нисходящий транспорт продуктов ассимиляции у всех покрытосеменных растений.

Длина ситовидных трубок составляет не более 2 мм. Ситовидные трубки обычно функционируют один вегетационный период: ситовидные поля осенью закупориваются мозолистым телом (каллеза).

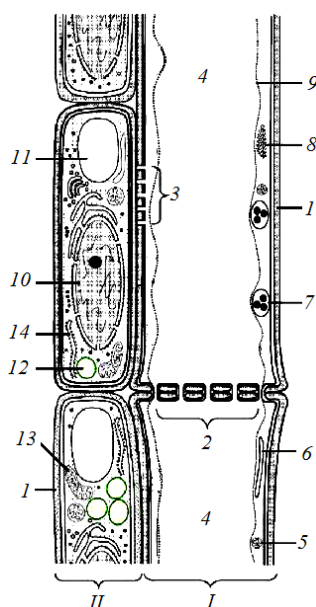


Рис. 31. Строение ситовидной трубки с клеткой-спутницей:

I – клетки (членики) ситовидной трубки; II – клетка-спутница; 1 – клеточная стенка; 2 – ситовидная пластинка с ситовидными полями; 3 – ситовидные поля на боковой поверхности клетки; 4 – нити плазмодесмы; дегенерирующие органоиды (5 – митохондрии; 6 – ЭПС); 7 – лейкопласты; 8 – запасной белок; 9 – цитоплазматическая мембрана; органоиды клетки спутницы (10 – ядро; 11 – вакуоль; 12 – пластиды; 13 – митохондрии; 14 – ЭПС)

Материал: постоянные микропрепараты стебля древесины сосны (*Pinus sylvestris* L.), продольного среза стебля кукурузы обыкновенной (*Zea mays* L.), подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.), корневища папоротника орляка (*Pteridium aquilinum* L.).

Задание: на препарате продольного среза древесины сосны рассмотреть трахеиды с окаймленными порами; стебля кукурузы и подсолнечника различные типы сосудов; среза корневища орляка рассмотреть лестничные сосуды.

Для рассмотрения строения трахеид используют микропрепарат продольного (радиального) среза древесины сосны. При малом увеличении микроскопа хорошо различимы длинные прозенхимной формы клетки. Древесина у сосны представлена только клетками трахеид, которые различаются по величине (рис. 32).

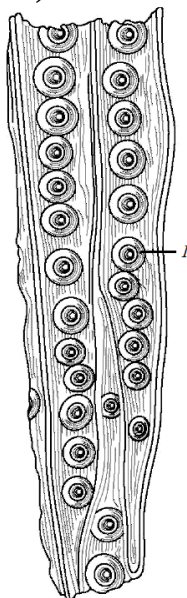


Рис. 32. Трахеиды древесины сосны: 1 – окаймленные поры

Детальное рассмотрение трахеид сосны необходимо проводить при большом увеличении микроскопа. В тонкостенных трахеидах с большой полостью хорошо различимы окаймленные поры. Такие трахеиды формируют весеннюю древесину сосны и выполняют проводящую функцию. Светлая часть древесины с тонкостенными трахеидами чередуется с темными участками, образованными толстостенными трахеидами (летне-осенняя древесина сосны). Такие трахеиды выполняют главным образом опорную функцию.

Для рассмотрения строения сосудов используют микропрепарат продольного среза сосудистых элементов стебля подсолнечника. Ближе к поверхности среза можно увидеть сосуды большого диаметра, у которых поверхность покрыта плотной сетью утолщений. Это сосуды сетчатого типа. За ними располагаются сосуды меньшего диаметра: пористые, спиральные и кольчатые. Между сосудами находятся клетки паренхимной формы – древесинная паренхима (рис. 33, а).

Кольчатые и спиральные сосуды хорошо различимы, так как имеют одревесневшие участки в виде колец и спиральной ленты (большая часть поверхности сосудов тонкостенная, лишенная одревеснения). Поэтому эти типы сосудов самые тонкие со слабой степенью одревеснения боковой поверхности.

Самыми первыми в растении образуются кольчатые, а затем спиральные сосуды. Эти сосуды могут быть сильно растянутыми в длину вследствие роста стебля уже после их возникновения (одревесневшие кольчатые и спиральные участки сильно искривлены).

Для рассмотрения лестничных типов сосудов используют микропрепарат продольного среза папоротника орляка (рис. 33, б). При малом увеличении микроскопа хорошо различимы сосуды, у которых утолщения имеют вид лестницы с частыми перекладинами. Горизон-

тальные промежутки между перекладинами – это щелевидные поры. Членики сосудов разделены наклонными перегородками со щелевидными перфорациями.

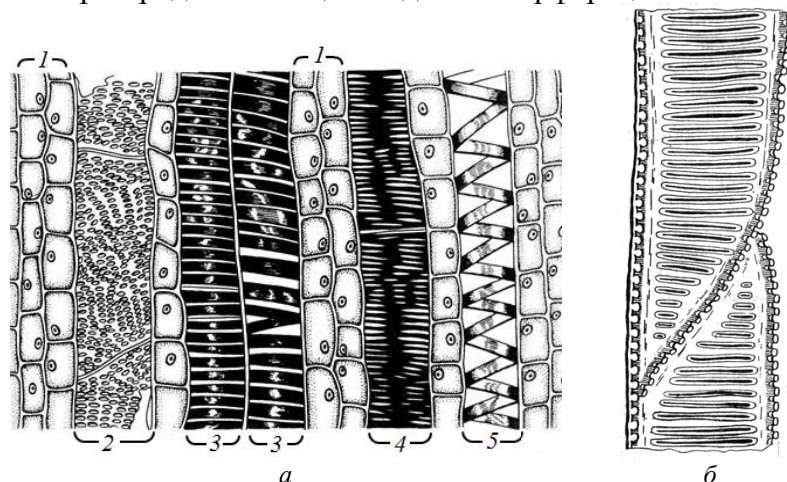


Рис. 33. Сосуды:

а – сосуды стебля тыквы: 1 – древесинная паренхима; 2 – пористый сосуд; 3 – кольчатый сосуд; 4 – сетчатый сосуд; 5 – спиральный сосуд; б – лестничный сосуд корневища папоротника орляка со щелевидными порами

Зарисовывают все типы сосудов и делают соответствующие обозначения.

Строение ситовидных трубок с клетками-спутницами рассматривают на препаратах, изготовленных из продольного среза стебля тыквы. Для этого стебель в продольном сечении разрезают так, чтобы срез прошел через середину крупного проводящего пучка, а затем с помощью бритвы делают несколько тонких срезов. На изготовленные срезы действуют флороглюцином и соляной кислотой. Микропрепараты делают с использованием воды и рассматривают при большом увеличении микроскопа (рис. 34).

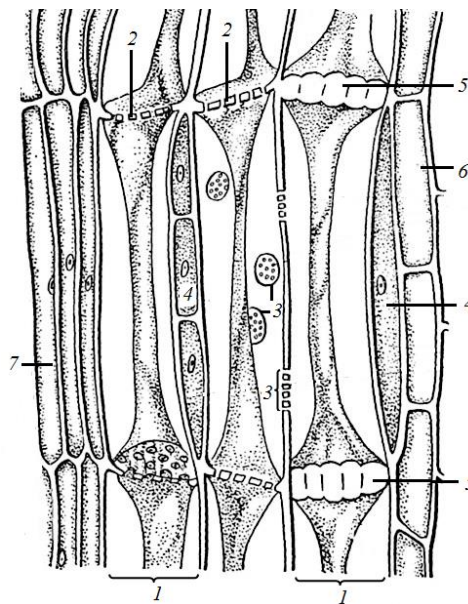


Рис. 34. Ситовидные трубки с клетками-спутницами стебля тыквы:

1 – ситовидные трубки; 2 – ситовидные пластинки; 3 – ситовидные пластинки на боковой поверхности клеточных стенок; 4 – клетки-спутницы; 5 – мозолистое тело; 6 – лубяная паренхима; 7 – камбий

Если рассматривать ткани в порядке от поверхности стебля тыквы к сердцевине, то ситовидные трубки расположены за древесинными волокнами перициклического происхождения. Они хорошо различимы по особенному строению ситовидных пластинок: утолщены, с блестящим желтоватым оттенком, имеют сквозные отверстия (ситовидные поля). Если для

изготовления микропрепаратов использовать фиксированные отрезки стебля тыквы, то в ситовидных трубках будут видны плазмодесмы, расширяющиеся у ситовидных пластинок. Рядом к ситовидным трубкам примыкают сопровождающие клетки – это клетки-спутницы с активным полноценным протопластом. Каждому членику ситовидной трубки соответствуют 1–2 клетки-спутницы, расположенные в один вертикальный ряд.

Проводящие пучки. Очень часто в органах растений ткани располагаются сложными комплексами. Такими комплексами являются сосудисто-волокнистые проводящие пучки, пронизывающие в виде тонких тяжей все органы растений. Каждый *проводящий пучок* представляет собой *совместные тяжи ксилемы и флоэмы*.

Проводящие комплексы ксилема и флоэма включают проводящие, механические и основные ткани, выполняющие определенную функцию. В состав **ксилемы**, или древесины, входят:

- 1) сосуды и трахеиды;
- 2) древесинная паренхима, в клетках которой происходит ближний радиальный транспорт водных растворов и накопление запасных веществ;
- 3) древесинные волокна (либриформ).

В состав **флоэмы**, или луба, входят:

- 1) ситовидные трубки с клетками-спутницами;
- 2) лубяная паренхима, участвующая в ближнем транспорте ассимилянтов и накоплении запасных веществ;
- 3) лубяные волокна (либриформ).

Проводящие пучки осуществляют двустороннее *передвижение* веществ в растении (водные растворы минеральных веществ, продукты ассимиляции), а также выполняют *опорную* функцию, придавая растениям прочность.

Формирование проводящих пучков осуществляется за счет деятельности *прокамбия*. Наружные клетки прокамбия, интенсивно делясь, дифференцируются в элементы флоэмы, внутренние – в элементы ксилемы. Если в проводящем пучке между ксилемой и флоэмой не остается клеток меристемы, то такой проводящий пучок является *закрытым* и включает только первичные элементы флоэмы и ксилемы. Закрытые проводящие пучки не способны к дальнейшему росту. Они характерны для однодольных покрытосеменных, а также для папоротников, очень редко встречаются у двудольных.

Когда между флоэмой и ксилемой из сохранившихся клеток прокамбия заново восстанавливается меристематическая активность (закладывается камбий), тогда проводящие пучки будут *открытыми*. Открытые проводящие пучки включают не только первичные, но и вторичные элементы флоэмы и ксилемы, между которыми располагается камбий. Такие проводящие пучки характерны для двудольных покрытосеменных и голосеменных, стебли и корни которых способны ко вторичному утолщению.

В зависимости от *расположения ксилемы и флоэмы* в составе проводящего пучка их подразделяют:

– на **коллатеральные**, в которых ксилема и флоэма расположены бок о бок, на одном радиусе; такой тип пучка характерен для корней, стеблей и листьев семенных растений. На поперечном срезе органа коллатеральные пучки чаще всего овально-округлой формы, в которых наружная часть представлена флоэмой, а внутренняя – ксилемой. Коллатеральные проводящие пучки могут быть как открытыми, так и закрытыми ;

– **биколлатеральные**, которые имеют дополнительный участок флоэмы, поэтому к ксилеме с двух сторон примыкает флоэма. Биколлатеральные пучки являются открытыми, они характерны для растений семейств Тыквенные, Пасленовые, Норичниковые;

– **концентрические** – ксилема и флоэма располагаются в виде окружностей, пучки только закрытые. Если в проводящем пучке ксилема окружает флоэму, такой проводящий пучок называется *амфиазальным* (характерен для корневищ однодольных растений, например

ландыш, ирис). Проводящий пучок, в котором флоэма окружает ксилему, называется *амфи-крибральным* (корневище папоротников);

– *радиальные* – характеризуются тем, что ксилема и флоэма располагаются на разных радиусах. Такие пучки являются закрытыми и характерны для зоны всасывания корней.

Материал: фиксированные участки стеблей кукурузы (*Zea mays* L.), подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) и тыквы (*Cucurbita pepo* L.), корневища ландыша (*Convallaria majalis* L.), папоротника орляка (*Pteridium aquilinum* L.), корня лютика (*Ranunculus acris* L.) или постоянные микропрепараты поперечных срезов стеблей, корневищ и корней данных растений, флороглюцин, соляная кислота.

Задание: На препарате поперечного среза стебля кукурузы рассмотреть строение закрытого коллатерального проводящего пучка; поперечного среза стебля подсолнечника – открытого коллатерального проводящего пучка; стебля тыквы – открытый биколлатеральный проводящий пучок; корневища ландыша найти – концентрический проводящий пучок; зарисовать рассмотренные типы проводящих пучков, привести обозначения всех гистологических элементов каждого проводящего пучка.

Закрытый коллатеральный проводящий пучок. Из стебля кукурузы делают тонкий строго поперечный срез, действуют на него флороглюцином и соляной кислотой, помещают в каплю воды на предметное стекло и закрывают покровным стеклом. При наличии постоянного препарата поперечного среза стебля кукурузы используют его для изучения закрытого коллатерального пучка (рис. 35).

При малом увеличении микроскопа в препарате видно большое число проводящих пучков, расположенных среди крупных клеток основной паренхимы стебля. Один из пучков, расположенных ближе к центру стебля, рассматривают при большом увеличении микроскопа. Вокруг пучка располагается склеренхимная обкладка (рис. 36). Она представлена однородными по строению клетками с утолщенными покрасневшими клеточными стенками (покраснение свидетельствует о наличии лигнина).

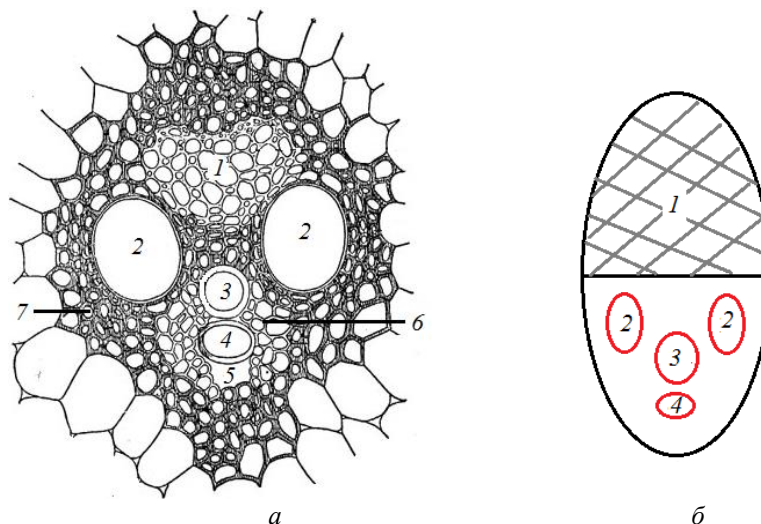


Рис. 35. Закрытый коллатеральный проводящий пучок:

а – рисунок; *б* – схема; 1 – флоэма первичная; 2–6 ксилема первичная; 2 – крупные сосуды (сетчатые или пористые); 3 – спиральный сосуд; 4 – кольчатый сосуд; 5 – воздушная полость; 6 – древесинная паренхима; 7 – склеренхимная обкладка проводящего пучка

Посредине пучка на одной поперечной линии расположены два крупных сосуда (сетчатых или пористых) и между ними – ряд крупных клеток древесинной паренхимы с одревесневшими стенками. Ближе к центру пучка находятся 1–3 сосуда меньшего диаметра (спиральные и кольчатые). Ниже их обычно видно большое межклеточное пространство (воздушная полость), образовавшееся благодаря разрушению первых сосудов. Вокруг меньших сосудов

и воздушной полости расположена древесинная паренхима, состоящая из мелких клеток с неодревесневшими стенками. Сосуды и древесинная паренхима образуют ксилему пучка.

Снаружи от крупных сосудов находится флоэма. У злаков она состоит из ситовидных трубок и сопровождающих клеток, расположенных в своеобразном шахматном порядке. Более крупные клетки – это ситовидные трубки. При поперечном срезе содержимое их обычно вытекает, поэтому при рассмотрении их под микроскопом они будут пустыми. Более мелкие клетки с густым содержимым – сопровождающие клетки. Лубяной паренхимы во флоэме нет. Это характерно для однодольных растений, к которым принадлежит кукуруза. Все ткани пучка первичные, так как они возникли из первичной меристемы – прокамбия. Обращают внимание на то, что ксилема как бы полукругом охватывает флоэму. Это тоже свойственно однодольным растениям.

Открытый коллатеральный проводящий пучок. Для рассмотрения такого типа проводящего пучка можно использовать фиксированный микропрепарат поперечного среза стебля подсолнечника. При малом увеличении микроскопа хорошо различима склеренхима, расположенная отдельными участками над проводящими пучками. Она представлена древесинными волокнами перициклического происхождения. Под склеренхимой находится флоэма, состоящая из ситовидных трубок с клетками-спутницами и лубяной паренхимы. Благодаря присутствию лубяной паренхимы ситовидные трубки и клетки-спутницы не имеют определенной закономерности в расположении (рис. 36).

Ниже флоэмы и ксилемой располагается тонкий слой живых тонкостенных клеток (имеют густую цитоплазму и ядро в центре клетки). Это камбий, деление клеток которого обеспечивает формирование к поверхности стебля вторичных элементов флоэмы, а к центру стебля – вторичных элементов ксилемы.

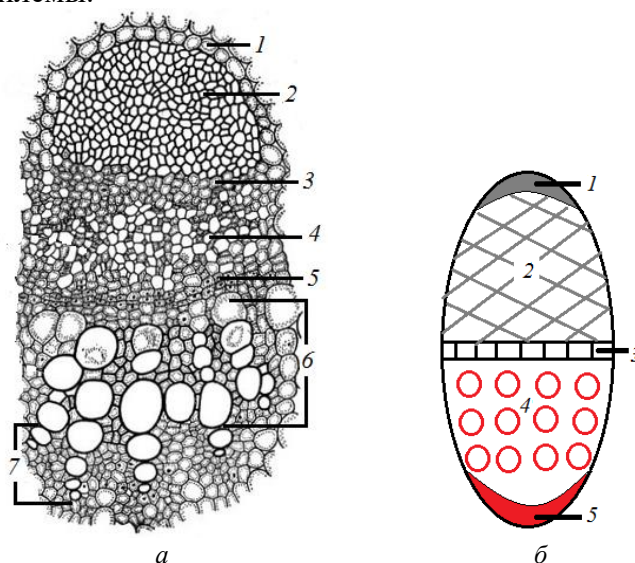


Рис. 36. Открытый коллатеральный проводящий пучок:

a – рисунок: 1 – типичная паренхима; 2 – склеренхима (древесинные волокна); 3–4 – флоэма (первичная и вторичная); 3 – лубяная паренхима; 4 – ситовидные трубки с клетками-спутницами; 5 – камбий; 6 – ксилема вторичная; 7 – ксилема первичная; *б* – схема: 1 – флоэма первичная; 2 – флоэма вторичная; 3 – камбий; 4 – ксилема вторичная; 5 – ксилема первичная

Внутри от камбия правильными радиальными рядами располагаются сосуды вторичной ксилемы. Между крупными сосудами вторичной ксилемы располагаются более мелкие живые клетки древесинной паренхимы. Стенки ее клеток постепенно одревесневают, но протопласт остается живым.

Самые мелкие первые сосуды, расположенные ближе к центру стебля, являются первичными, так как возникли из прокамбия. Камбий, делясь тангенциально, образует вторичные элементы ксилемы, которые отличаются расположением в виде правильных рядов.

Открытый биколлатеральный проводящий пучок. Для рассмотрения такого типа проводящего пучка можно использовать фиксированный микропрепарат поперечного среза стебля тыквы. На поперечном срезе стебля выбирают один из проводящих пучков и более подробно изучают его строение. Наружный участок проводящего пучка представлен флоэмой: хорошо различимы крупные полости ситовидных трубок, иногда попадаются их поперечные стенки с ситовидными пластинками. Рядом с ситовидными трубками лежат мелкие клетки-спутницы с густой цитоплазмой и клетки лубяной паренхимы. Ниже флоэмы располагается широкий слой камбия, представленный радиальными рядами мелких клеток.

Под камбием, занимая центральную часть в проводящем пучке, находится вторичная ксилема. Крупные сетчато-пористые сосуды и древесинная паренхима вторичной ксилемы расположены более или менее правильными радиальными рядами. По направлению к центру стебля находится первичная ксилема. Она представлена мелкими спиральными и кольчатыми сосудами, которые расположены без определенного порядка (рис. 37).

За сосудами первичной ксилемы снова располагаются ситовидные трубки с клетками-спутницами и лубяной паренхимой, формирующие внутренний участок флоэмы в строении проводящего пучка. Внутренний участок флоэмы по происхождению только первичный. Проводящие пучки с наружной и внутренней флоэмой называют *биколлатеральными*.

Закрытые концентрические проводящие пучки. Рассмотрим строение такого проводящего пучка, используя микропрепарат поперечного среза корневища ландыша. Наружный периферический слой проводящего пучка представлен крупными пустыми клетками с утолщенными клеточными стенками. Это ксилема (рис. 38). В центре проводящего пучка находятся крупные клетки ситовидных трубок, расположенные с мелкими клетками-спутницами. Концентрические проводящие пучки, в которых ксилема окружает флоэму, называют *амфиазальными*.

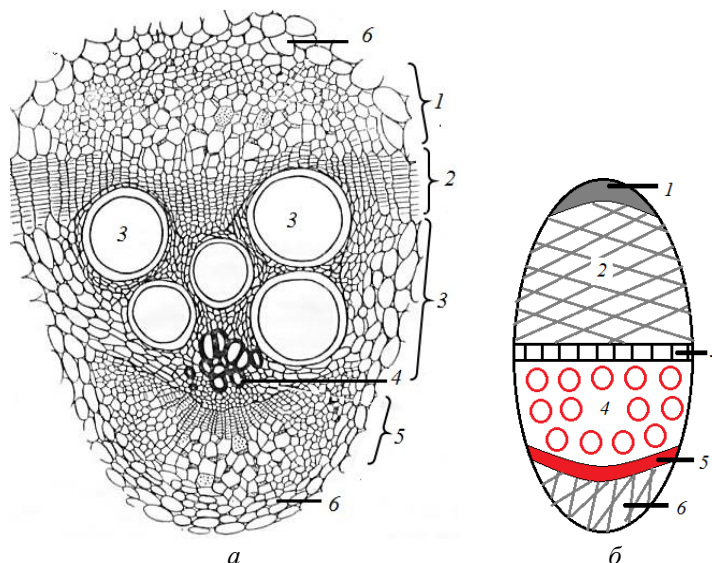


Рис. 37. Открытый биколлатеральный проводящий пучок:

а – рисунок: 1 – флоэма первичная и вторичная (наружный участок); 2 – камбий; 3 – ксилема вторичная; 4 – ксилема первичная; 5 – флоэма (внутренний участок); 6 – типичная паренхима; *б* – схема: 1 – первичная флоэма; 2 – вторичная флоэма (1–2 – наружная флоэма); 3 – камбий; 4 – ксилема вторичная; 5 – ксилема первичная; 6 – флоэма (внутренний участок)

В корневище папоротников есть также концентрические проводящие пучки. Рассмотрим микропрепарат корневища папоротника орляка. В нем хорошо различимы концентрические проводящие пучки, в которых наружный слой представлен ситовидными клетками, составляющими флоэму. Внутренний слой проводящего пучка представлен элементами ксилемы. Концентрические проводящие пучки, в которых флоэма окружает ксилему, называют *амфикрибральными* (рис. 39).

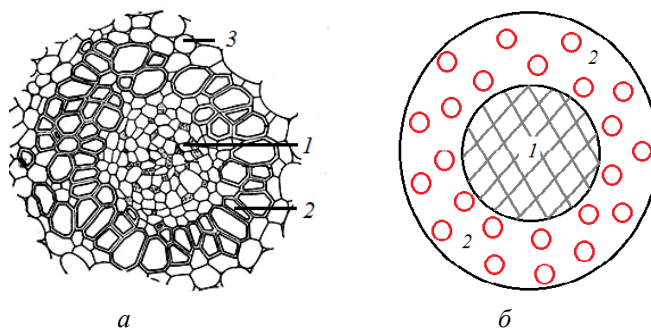


Рис. 38. Амфивазальный концентрический проводящий пучок корневища ландыша:
а – рисунок; б – схема; 1 – флоэма; 2 – ксилема; 3 – типичная паренхима

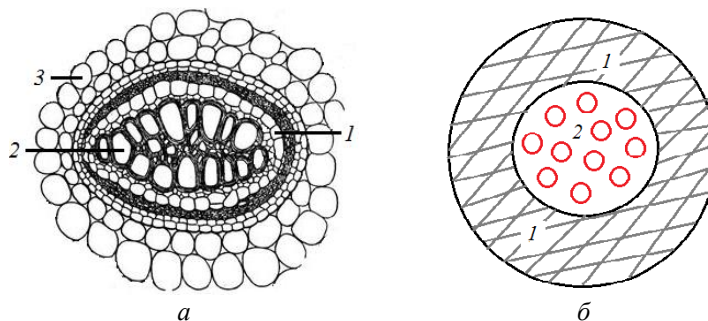


Рис. 39. Амфикрибральный концентрический проводящий пучок (корневище папоротника орляка):
а – рисунок; б – схема; 1 – флоэма; 2 – ксилема; 3 – типичная паренхима

Закрытый радиальный проводящий пучок. Для рассмотрения строения радиального проводящего пучка изготавливают препарат из поперечного среза корешка лютика в зоне всасывания. На тонкий срез корня лютика действуют флороглюцином и соляной кислотой, рассматривают его в капле воды.

При рассмотрении корня лютика выделяют центральный цилиндр, в котором находится проводящий пучок (рис. 40). Снаружи центральный цилиндр окружен клетками эндодермы с одревесневшими подковообразными участками (пояски Каспари). Центральный цилиндр начинается с тонкого слоя меристематически активных клеток перикакла. В самом центре центрального цилиндра расположен радиальный проводящий пучок. Ксилема образует четыре ряда острых выступов в виде лучей, заканчивающихся снаружи более мелкими сосудами. Лучи ксилемы имеют красный оттенок от действия реактива. Между выступами ксилемы располагаются участки флоэмы, которые отделены от ксилемы тонкостенными клетками типичной паренхимы.

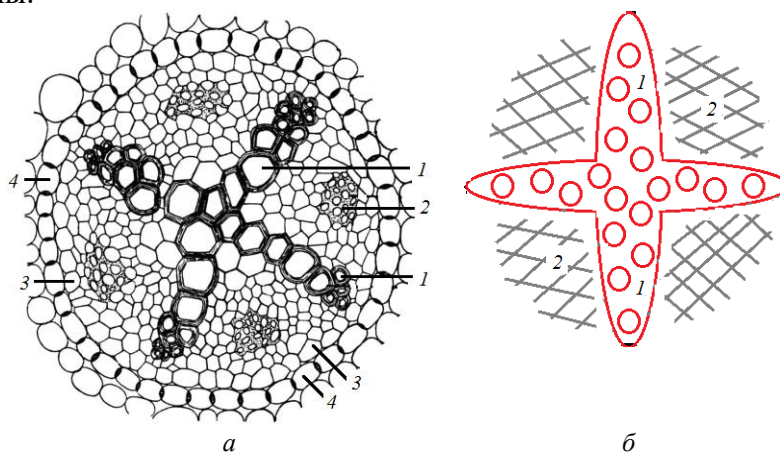


Рис. 40. Радиальный проводящий пучок (корень лютика):
а – рисунок; б – схема; 1 – ксилема; 2 – флоэма; 3 – периккл; 4 – эндодерма

Тема 8. КОРЕНЬ. ЗОНЫ КОРНЯ. ПЕРВИЧНОЕ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ

Корень (*Radix*) – это осевой вегетативный орган, который обладает радиальной симметрией и нарастает в длину, пока сохраняется апикальная меристема. На корне никогда не возникают листья, его апикальная меристема защищена корневым чехликом.

Корень служит для закрепления растения в почве, поглощения из почвы воды с растворенными в ней минеральными веществами. Он может быть органом запаса питательных веществ, участвовать в синтезе органических веществ, у корнеотпрысковых растений выполнять функцию вегетативного размножения.

По происхождению корни классифицируют на:

- 1) *главный* корень, развивается из зародышевого корешка семени;
- 2) *придаточные* корни, возникают на других органах растений (стебель, лист, цветок);
- 3) *боковые* корни, образуются на главном и придаточных корнях.

Совокупность всех корней одного растения называется **корневой системой**.

По происхождению корневые системы подразделяются следующим образом:

1) *система главного корня*, развивается из зародышевого корешка и представлена главным и боковыми корнями, развивается у многих деревьев, кустарников и однолетних травянистых двудольных растений;

2) *система придаточных корней*, состоит из корней, образованных стеблем или листом; характерна для высших споровых растений, у которых образуется только система придаточных корней;

3) *смешанная корневая система*, имеет главный и придаточные корни, характерна для двудольных и однодольных растений.

По форме корневые системы делят на стержневую и мочковатую. Корневая система называется **стержневой**, если главный корень заметно превышает по длине и толщине боковые. **Мочковатая** корневая система имеет сходные по величине главный и боковые корни. Необходимо рассмотреть корневые системы проростков фасоли и пшеницы (рис. 41).

У фасоли различим главный корень, от которого берут начало боковые корни. Это стержневая корневая система. У проростков пшеницы главный корень не выделяется среди других видов корней. Основная их масса состоит из придаточных корней, которые развиваются из нижней части стебля. Это мочковатая корневая система

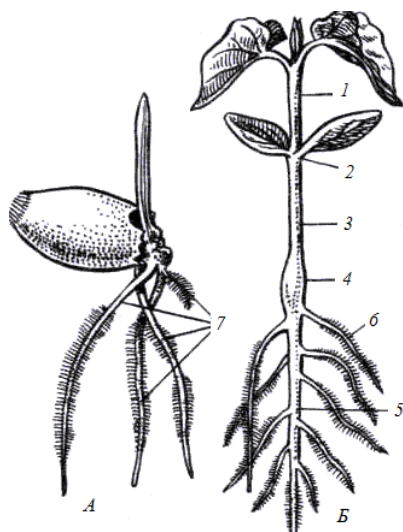


Рис. 41. Строение проростков пшеницы (А) и фасоли (Б):
1 – растущий эпикотиль (первое междоузлие главного побега);
2 – узел семядолей; 3 – растущий гипокотиль; 4 – корневая шейка;
5 – главный корень; 6 – боковые корни; 7 – придаточные корни

Зоны корня – это разные части корня по длине, которые выполняют различные функции и характеризуются определенными морфологическими особенностями.

Морфологическое строение кончика корня однодольных и двудольных растений одинаково. Рассматривая корень при малом увеличении микроскопа, можно увидеть, что кончик его

несет особое образование – **корневой чехлик** в виде колпачка, прикрывающий конус нарастания корня. Он присущ всем растениям, кроме некоторых водных растений и паразитов.

Корневой чехлик выполняет защитную функцию, предохраняя нежные клетки верхушечной меристемы от механических повреждений о частицы почвы. Он состоит из живых тонкостенных клеток разного размера. Наружные клетки – самые крупные, с хорошо заметным ядром. При продвижении корня в почве и трении о ее частицы эти клетки слущиваются и ослизняются, облегчая продвижение, а отслоившиеся клетки изнутри заменяются новыми.

Зона роста находится под прикрытием корневого чехлика и подразделяется на *подзоны деления и растяжения* (рис. 42).

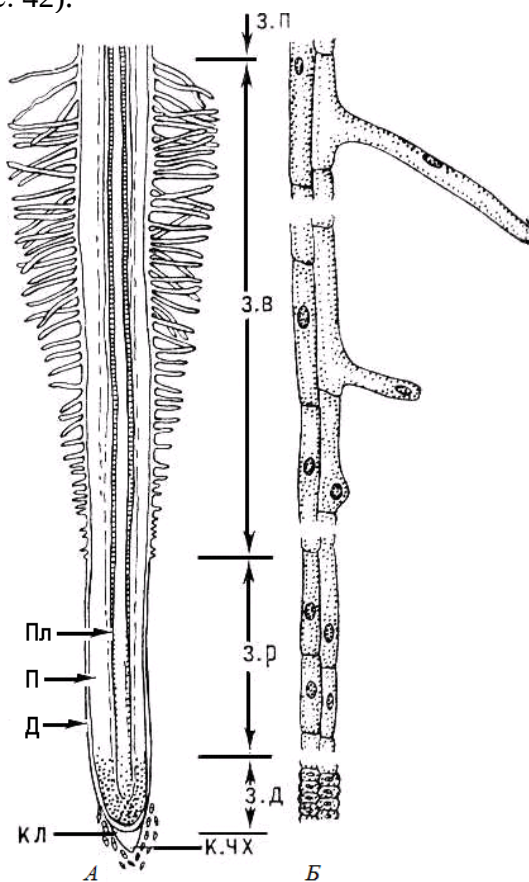


Рис. 42. Строение кончика корня (продольный срез):

А – схема строения; *Б* – периферические клетки при большом увеличении; к.чх – корневой чехлик; кл – калиптроген; з.д – подзона деления; з.р – подзона растяжения; з.в – зона всасывания; з.п – зона проведения

Подзона деления представлена апикальной меристемой, в результате работы которой формируются все остальные зоны корня. Она состоит из мелких, плотно сомкнутых клеток с тонкими оболочками и крупными ядрами. Здесь интенсивно происходит деление и увеличение количества клеток. Ее протяженность менее 1 мм. Верхушечная меристема откладывает клетки наружу и внутрь. Наружу формируются клетки корневого чехлика, а внутрь – ткани остальной части корня. У покрытосеменных в апексе находится несколько инициальных клеток. У двудольных растений они располагаются тремя слоями по 1–4 клетки в каждом. Наружный слой дает начало первичной меристеме – **дерматогену**, образующему клетки корневого чехлика и эпиблемы. Средний слой образует основную меристему – **периблему**, из которой образуется первичная кора. Внутренний слой инициалей формирует **плерому** (прокамбий), из которой развивается центральный цилиндр. У однодольных и голосеменных растений дерматоген формирует только корневой чехлик и называется **калиптрогеном**, а эпиблема формируется из самого наружного слоя периблемы.

Подзона растяжения располагается выше подзоны деления. В ней клетки почти не делятся, а растут (растягиваются) вдоль оси корня, проталкиваясь вглубь почвы. В цитоплазме появляются крупные вакуоли. Эта подзона является переходной между клетками зоны роста и постоянными тканями. Здесь наблюдается дифференциация клеток на наружный слой – **дерматоген**, центральную часть – **плерому** и промежуточную – **периблему**.

Первичное анатомическое строение корня. На уровне зоны всасывания корня происходит дифференциация тканей. По происхождению это первичные ткани, так как они образуются из первичной меристемы зоны роста. Поэтому анатомическое строение корня в зоне всасывания называют первичным.

Корень ириса. При первичном анатомическом строении корень состоит из наружной части – *эпibleмы*, промежуточной – *первичной коры*, внутренней части – *центрального цилиндра*. Клетки *эпibleмы* вытянуты по длине корня и способны образовывать корневые волоски, которые выполняют функцию всасывания из почвы воды и растворов минеральных солей. Благодаря этому значительно увеличивается общая поверхность всасывающей зоны. Корневые волоски недолговечны, продолжительность их жизни составляет 10–12 дней.

Первичная кора занимает большую часть поперечного сечения корня. Клетки коры снабжают *эпibleму* пластическими веществами и участвуют в поглощении и проведении веществ как по *симпласту* (системе протопластов), так и по *апопласту* (стенкам клеток). Основную массу первичной коры составляет паренхима. Несмотря на ее внешнее однообразие, различают три вида паренхим: экзодерма, мезодерма и эндодерма (рис. 43).

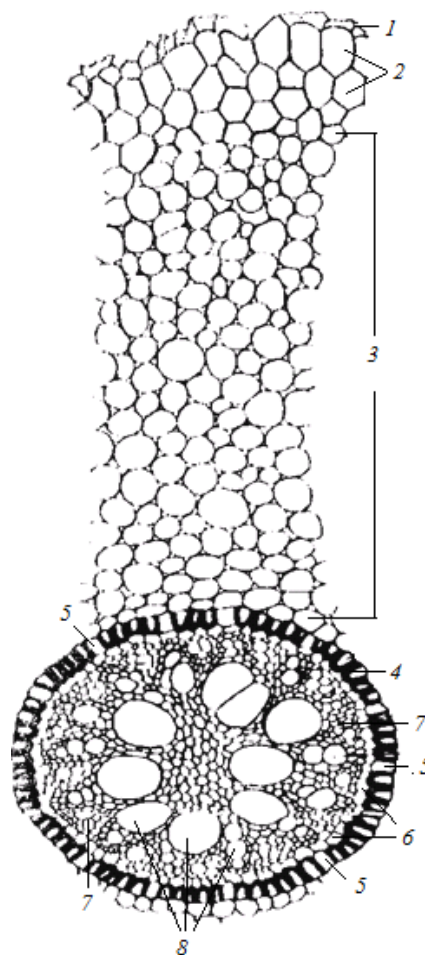


Рис. 43. Корень ириса (схема поперечного среза):

- 1 – эпibleма; 2 – экзодерма; 3 – мезодерма (основная паренхима);
4 – клетки с поясками Каспари (эндодерма); 5 – пропускные клетки эндодермы; 6 – перицикл; 7 – флоэма; 8 – ксилема

Экзодерма располагается под *эпibleмой* и состоит у ириса из 1–3 слоев плотно соединенных 6-гранных клеток. По мере отмирания корневых волосков оболочки клеток *экзодермы* пропитываются *суберином* и становятся непроницаемыми для воды и газов. По кольцу опробковевших клеток *экзодермы* остаются одиночные клетки с целлюлозными оболочками. *Экзодерма* у однодольных растений выполняет функцию пробки, но отличается от нее происхождением и расположением клеток.

Мезодерма представляет собой совокупность паренхимных клеток основной ткани, по которым транспортируются водный раствор минеральных солей к центральному цилиндру корня в горизонтальном направлении. Кроме того, в клетках *мезодермы* могут откладываться про запас питательные вещества.

Эндодерма – самый внутренний слой первичной коры, который выполняет роль барьера и контролирует передвижение веществ из первичной коры в центральный цилиндр и обратно. Она часто состоит из одного ряда плотно сомкнутых клеток, почти квадратных в поперечном сечении со своеобразно утолщенными стенками (*поясками Каспари*). Утолщению подвергаются радиальные и поперечные стенки клеток, наружная тангентальная стенка не утолщается. Утолщенные стенки подвергаются опробковению и частичному одревеснению. Против элементов ксилемы в *эндодерме* имеются *пропускные клетки* с тонкими целлюлозными стенками.

ми. Через эти клетки вода с растворенными минеральными веществами проникает из первичной коры в центральный цилиндр.

Наружный слой **центрального цилиндра** – *перицикл* – чаще всего состоит из одного ряда живых паренхимных клеток. Этот слой меристемы способен образовывать боковые корни, поэтому его называют «*корнеродным слоем*». В нем также образуются придаточные почки, а у двудольных и голосеменных он участвует во вторичном утолщении корня, образуя феллоген и частично камбий.

Основная часть центрального цилиндра занята *радиальным проводящим пучком*. Ксилема расположена в его центре и образует ряд лучевидных выступов, имеющих на поперечном срезе вид звезды. Между выступами ксилемы лежат участки флоэмы, отделенные друг от друга клетками паренхимы. Проводящий пучок образуется из тяжа прокамбия, дифференциация которого в элементы протоксилемы и протофлоэмы идет от периферии к центру (экзархно). В каждом тяже ксилемы внутрь от элементов протоксилемы дифференцируются элементы метаксилемы. В центре проводящего пучка находится механическая ткань склеренхима.

У однодольных растений первичное строение корня сохраняется в течение всей жизни (вторичное строение не формируется). С увеличением возраста однодольных растений у корня происходят изменения первичных тканей. Так, после слущивания эпиблемы покровной тканью становится экзодерма, а после ее разрушения – последовательно слои клеток мезодермы, эндодермы и иногда даже перицикла. Стенки клеток этих тканей опробковывают и одревесневают. В связи с этими изменениями старые корни однодольных имеют меньший диаметр, чем молодые.

Тема 9. КОРЕНЬ. ПЕРЕХОД КО ВТОРИЧНОМУ СТРОЕНИЮ И ВТОРИЧНОЕ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ

Принципиального различия между голосеменными, двудольными и однодольными растениями по первичному строению корня нет, но в корнях двудольных и голосеменных растений рано закладываются камбий и феллоген (пробковый камбий). В результате этого происходит вторичное утолщение, приводящее к значительному изменению их структуры. Поэтому анатомическое строение корня в зоне проведения называют вторичным, характерное для двудольных и голосеменных растений.

Для того чтобы рассмотреть вторичное строение корня, необходимо воспользоваться постоянным препаратом поперечного среза корня в зоне проведения, например корня тыквы.

Корень тыквы. В середине поперечного среза корня тыквы находится четырехлучевая *первичная ксилема* с более крупным центральным сосудом и мелкими, слабо заметными элементами ксилемы в лучах (рис. 44).

От лучей первичной ксилемы начинаются *радиальные лучи*, состоящие из тонкостенной живой паренхимы. Радиальные лучи образованы камбием, который возник из перицикла. С радиальными лучами чередуются 4 *открытых коллатеральных проводящих пучка*. Каждый пучок включает вторичную ксилему, камбий, первичную и вторичную флоэму.

Отдельные участки пучкового *камбия* в виде дуг возникают из основной ткани, расположенной между первичной ксилемой и флоэмой. Число таких участков равно числу лучей первичной ксилемы.

В пучках камбий располагается волнистой линией, состоящей из мелких тонкостенных клеток, расположенных правильными рядами. Между пучками камбий не всегда заметен. Пучковый камбий интенсивно откладывает внутрь клетки вторичной ксилемы, под давлением которой дуги камбия выпрямляются и становятся параллельными окружности корня. Наружу пучковый камбий откладывает вторичную флоэму, отодвигающую к периферии первичную флоэму.

В корне тыквы первичной коры нет, так как в перицикле по всей его окружности закладывается пробковый камбий – *феллоген*. Клетки феллогена интенсивно делятся, откладывая от себя наружу клетки пробки – *феллемы*, а внутрь клетки пробковой паренхимы – *феллодермы*. Непроницаемость пробки для жидких и газообразных веществ является причиной изоляции и отмирания первичной коры. Клетки феллодермы могут многократно делиться, образуя паренхимную зону. В ней часто скапливаются запасные вещества, формируются млечники и другие вместилища.

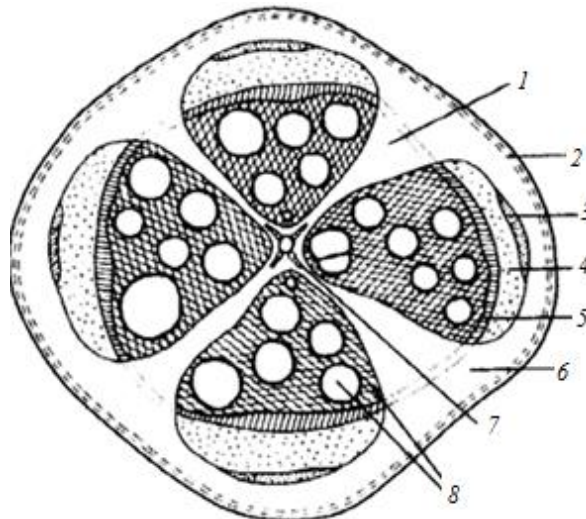


Рис. 44. Корень тыквы обыкновенной (схема поперечного среза):
1 – сердцевинный луч; 2 – перидерма; 3 – первичная флоэма; 4 – вторичная флоэма;
5 – камбий; 6 – паренхима; 7 – первичная ксилема; 8 – вторичная ксилема

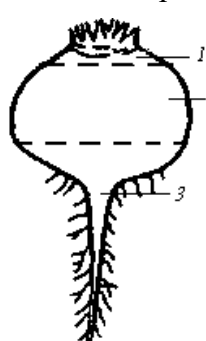
Ткани, расположенные снаружи от камбия (флоэма, основная паренхима, феллодерма и пробковый камбий), называют **вторичной корой**. С наружной стороны корень покрыт сравнительно тонким слоем пробковой ткани.

Тема 10. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЕПЛОДОВ

Метаморфоз – это резкое, наследственно закрепленное видоизменение органа, вызванное сменой функции.

Если же корни изменяются незначительно и их морфологическая природа легко устанавливается, то имеет место их **специализация**.

Наиболее распространенными метаморфозами корней являются запасные корни (корнеплоды и корневые клубни), контрактильные, столбовидные, ходульные и дыхательные корни, корни-присоски. Выполнение запасной функции приводит к резкому изменению корней – они становятся толстыми и мясистыми. Для запасных корней характерным является сильное развитие запасной паренхимы.



Корнеплоды формируются из главного корня, в котором развивается запасная паренхима. При этом утолщение захватывает не только корень, но и часть стебля (*гипокотиль*) (рис. 45).

Рис. 45. Строение корнеплода (схема):
1 – головка (эпикотиль и укороченная остальная часть стебля);
2 – шейка (гипокотиль); 3 – собственно корень

В корнеплоде выделяют 3 морфологические части:

- 1) **головку** – укороченную стеблевую часть, представленную прикорневой розеткой;
- 2) **шейку** – наиболее толстую часть корнеплода, образовавшуюся за счет утолщения подсемядольного колена;

3) **собственно корень**, от которого отходят боковые корни.

Корнеплоды особенно характерны для культурных овощных, кормовых и технических двулетних растений. В пределах вида у сортов корнеплодных растений соотношение трех частей (головка, шейка, собственно корень) различно. У сортов с уплощенными или шаровидными корнеплодами большая его часть представлена разросшимся гипокотилем (шейка). У длиннокорнеплодных сортов он состоит главным образом из утолщенной базальной части главного корня.

Значительное разрастание корнеплода происходит в результате деятельности камбия. По данному признаку корнеплоды делят на **монокамбиальные** (редька, морковь) и **поликамбиальные** (свекла).

В связи с выполнением запасающей функции корень имеет соответствующее строение. Запасные вещества откладываются в паренхимных клетках корня, но происхождение их может быть различным.

Выделяют три типа формирования и строения корнеплодов (рис. 46):

1) **тип редьки** – корнеплоды с запасающей паренхимой в ксилеме (корнеплодные виды семейства Капустные);

2) **тип моркови** – корнеплоды с запасающей паренхимой во флоэме (корнеплодные виды семейства Сельдерейные);

3) **тип свеклы** – отложение запасных питательных веществ происходит в паренхиме, образуемой деятельностью нескольких камбиальных колец периферического происхождения (корнеплодные виды семейства Маревые).

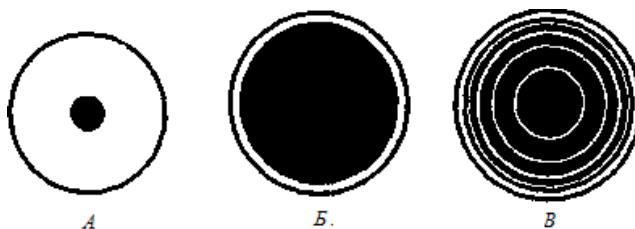


Рис. 46. Типы корнеплодов (схемы поперечного среза):
А – тип моркови; Б – тип редьки (А–Б – черным цветом обозначена ксилема);
В – тип свеклы (концентрические круги – камбий)

Корнеплод редьки. На поперечном срезе корня редьки видно, что флоэмная часть развита слабо и представлена узким периферическим слоем. Поэтому камбиальная зона расположена очень близко к поверхности корня. Накопление питательных веществ происходит в *ксилемной паренхиме*, в результате чего большую часть корнеплода занимает вторичная ксилема. В центре корня находится двухлучевая первичная ксилема. От нее отходят радиальные лучи. Снаружи корнеплод редьки покрыт пробкой (рис. 47, А).

Корнеплод моркови. На поперечном срезе корнеплода моркови различимы две зоны: внутренняя – желтого цвета (ксилема), наружная – оранжевого (вторичная кора) (рис. 47, Б). Между ними находится светлое кольцо мелких камбиальных клеток. Запасные продукты в корнеплоде моркови откладываются главным образом в флоэмной паренхиме. Поэтому флоэма развита очень сильно и значительно преобладает над ксилемой. В центре корня находятся два луча первичной ксилемы, а между ними размещаются два веерообразных участка вторичной ксилемы. От их вершины отходят радиальные лучи. Снаружи корнеплод покрыт пробкой.

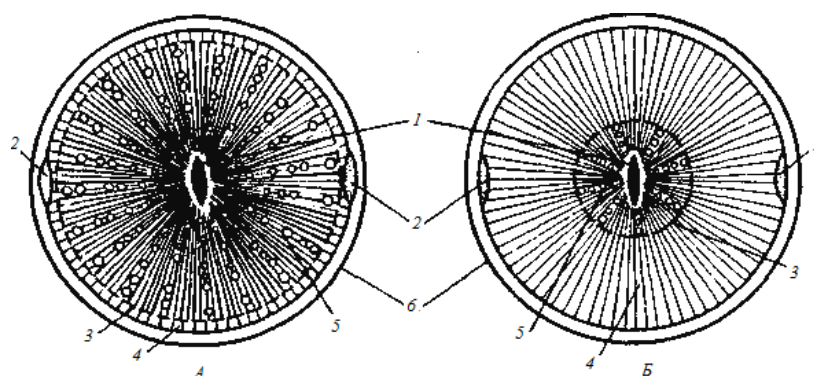


Рис. 47. Корнеплод редьки огородной (А) и моркови посевной (Б) (схемы поперечных срезов):

1 – первичная ксилема; 2 – первичная флоэма; 3 – камбий;
4 – вторичная флоэма; 5 – вторичная ксилема; 6 – перидерма

Корнеплод свеклы. Более сложным путем происходит утолщение корнеплода свеклы. В самом центре корня свеклы видна двухлучевая первичная ксилема. К ней с двух сторон прилегают два участка вторичной ксилемы, которые разделены радиальными лучами. Камбий вокруг ксилемы слабо различим, а прилегающие участки вторичной флоэмы видны отчетливо. Это свидетельствует о том, что вторичное строение корня свеклы такое же, как у редьки и моркови (рис. 48).

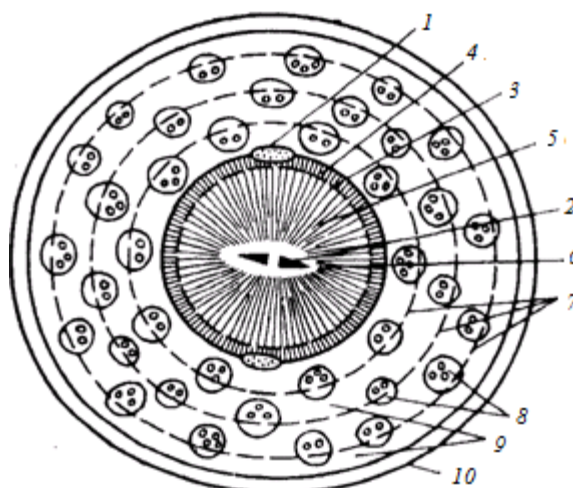


Рис. 48. Корнеплод свеклы обыкновенной (схема поперечного среза):

1 – первичная флоэма; 2 – первичная ксилема; 3 – камбий; 4 – вторичная флоэма;
5 – вторичная ксилема; 6 – радиальный луч; 7 – добавочные слои камбия;
8 – проводящие пучки; 9 – запасная паренхима; 10 – перидерма

Но затем у свеклы происходят третичные изменения. Вокруг вторичной флоэмы благодаря делению клеток перицикла образуется слой паренхимных клеток. При этом паренхимные клетки перицикла, делясь преимущественно тангентальными перегородками, образуют кольцо меристематической ткани. В периферическом слое этого кольца возникают феллоген и его производные, а из внутреннего слоя клеток – первый добавочный слой камбия. Наружные клетки его в дальнейшем функционируют в качестве второго добавочного камбия, а внутренние откладывают коллатеральные проводящие пучки и паренхимные клетки основной ткани. В результате деятельности первого добавочного камбия возникает широкое кольцо паренхимной ткани с погруженными в нее открытыми коллатеральными пучками. Спустя некоторое время начинают делиться клетки второго добавочного кольца камбия, наружные клетки которого дифференцируются в третье добавочное кольцо камбия, а внутренние – в коллатеральные проводящие пучки и паренхиму. Затем процесс повторяется.

В результате деятельности добавочных слоев камбия снаружи вторичной флоэмы возникают отчетливо выраженные концентрические кольца, состоящие из мелких пучков и тонкостенной паренхимы между ними, в клетках которой и откладываются основные запасы сахара и прочих питательных веществ корнеплода. Внешне на поперечном разрезе корнеплода это представлено как чередование более светлых колец (добавочный камбий и образованные им проводящие пучки) с более темными (запасающая паренхима). За вегетационный период у культурных сортов свеклы может образоваться до 19 колец камбия.

Тема 11. СТЕБЕЛЬ. ТИПЫ ВЕТВЛЕНИЯ ПОБЕГОВ. КУЩЕНИЕ ЗЛАКОВ. ПЕРВИЧНОЕ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЕЙ ОДНОДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ

Ветвление побега. Ветвление – очень важный биологический процесс, благодаря которому у высших растений образуются системы побегов и корней, увеличивается внешняя поверхность растения. Расположение почек определяет систему ветвления.

Ветвление бывает двух типов: **верхушечное и боковое**. При верхушечном ветвлении апекс делится на два (дихотомическое), три (тритомическое) новых апекса, дающих начало осям следующего порядка. Такое ветвление свойственно плауновидным и некоторым папоротниковидным.

При боковом ветвлении оси подчиненных порядков формируются из боковых почек, возникающих ниже апекса материнской оси. При боковом ветвлении система осей может быть моноподиальной и симподиальной (рис. 49).

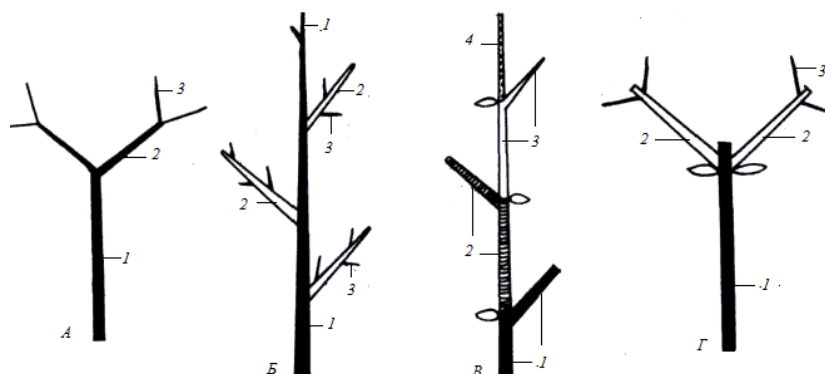


Рис. 49. Типы ветвления:

А – дихотомическое; Б – моноподиальное; В – симподиальное; Г – ложнодихотомическое;
1–4 – оси первого и последующих порядков

Дихотомическое ветвление характеризуется раздвоением побега, т. е. образованием при ветвлении двух боковых ветвей. При этом точка роста раздвигается, в результате чего от самой верхушки оси первого порядка отходят две оси второго порядка (водоросли, плауны и др.).

Биологическое несовершенство этого типа ветвления состоит в том, что оно не обеспечивает структурной прочности растения.

Моноподиальное ветвление характеризуется неограниченным верхушечным ростом. От моноподия отходят боковые оси второго, третьего и последующих порядков, которые не перерастают главный побег (например, у хвойных растений – ели, сосны, у лиственных – дуба).

Симподиальным ветвлением называется такое, при котором верхушечная почка стебля отмирает, ось второго и последующих порядков функционирует также ограниченно. Симподиальное ветвление имеют многие цветковые растения – яблоня, слива, береза, ива, клен, картофель.

Ложнодихотомическое ветвление является вариантом симподиального. Рост верхушечной почки быстро прекращается, а под ней формируются две супротивные почки, которые, разрастаясь, дают более или менее одинаковые ветви (сирень, клен).

Особый способ ветвления побегов – **кущение злаков**. При кущении боковые ветви образуются только у основания материнского побега из приземных и надземных почек. Этот базальный участок побега, состоящий из метамеров с очень короткими междоузлиями и тесно сближенными узлами, называется **зоной кущения** (рис. 50).

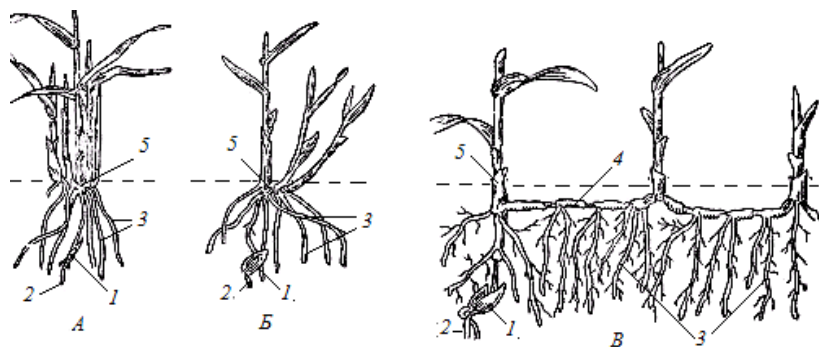


Рис.50. Кущение злаков:

A – плотнокустовые злаки; *Б* – рыхлокустовые злаки; *В* – корневищные злаки;
1 – зерновка; 2 – главные корни; 3 – придаточные корни; 4 – корневище; 5 – узел кущения

По типу кущения злаки делятся на три группы:

1) **корневищные**, образующие более или менее длинные, горизонтально распространяющиеся под землей побеги – корневища, служащие для вегетативного размножения (пырей ползучий);

2) **рыхлокустовые**, побеги которых от узлов кущения отходят косо вверх и образуют рыхлый куст (тимофеевка луговая);

3) **плотнокустовые**, побеги которых отходят от узлов кущения вертикально вверх, плотно прижимаясь друг к другу, вследствие чего куст приобретает форму кочки (белоус торчащий).

Первичное анатомическое строение стеблей. Для однодольных растений характерно первичное строение стебля. Дифференциация тканей начинается в центральной части конуса нарастания. В отдельных участках этой части конуса (*в кортусе*) клетки делятся чаще перпендикулярно к поверхности, реже – параллельно. Так возникают тяжи узких длинных клеток – прокамбиальные тяжи. Клетки прокамбия дифференцируются в постоянные ткани проводящих пучков. Клетки самых наружных частей прокамбия превращаются в ранние элементы первичной флоэмы, а внутренние клетки – в элементы первичной ксилемы. Образование первичной ксилемы и первичной флоэмы идет навстречу друг другу, а прослойка клеток прокамбия между ними постепенно суживается и исчезает. Таким образом возникают первичные проводящие пучки, которые почти не способны к дальнейшему разрастанию. Они называются **закрытыми**.

Проводящие пучки у однодольных растений расположены по спирали и разбросаны по всей поверхности поперечного среза стебля. Наружные слои внутренней зоны конуса нарастания образуют сплошное кольцо перидикла, которое преобразуется в сплошное кольцо склеренхимы.

В основании нижних междоузлий перидикл сохраняет меристематическое свойство и способствует образованию придаточных корней. Остальные клетки внутренней зоны конуса нарастания существенным изменениям не подвергаются, а превращаются в тонкостенную паренхиму, которая в центре называется сердцевинной.

Внутренняя часть стебля, включающая перидикл, закрытые проводящие пучки, паренхиму, составляет **центральный цилиндр** стебля.

Самые наружные клетки конуса нарастания (*туника*) образует *первичную покровную ткань* (эпидерму, или кожу), регулирующую испарение воды и газообмен.

Слои клеток, расположенные между перициклом и эпидермисом, называются *первичной корой*. Основная часть первичной коры сложена из крупных паренхимных клеток с живым содержимым. У большинства однодольных растений, например мятликовых, первичная кора выражена слабо. Для однодольных растений вторичное утолщение нехарактерно, так как камбий у них отсутствует.

Соломина ржи посевной. В стеблях многих злаков в процессе роста паренхима междоузлий разрушается и образуется крупная центральная полость. Формируется особый тип стебля – *соломина*. Она имеет полые междоузлия и выполненные паренхимой узлы, где сливаются пучки, идущие из листьев, пазушных почек и вышележащих междоузлий. Снаружи стебель покрыт эпидермой с устьицами.

Под эпидермой расположена участками ассимиляционная паренхима (хлоренхима), которая является остатками первичной коры. В разных участках междоузлия развитие ассимиляционной ткани различно. На хорошо освещаемых зонах междоузлий участки ассимиляционной ткани крупнее, в нижних, окруженных влагищем листа, – меньше, а у основания междоузлия ассимиляционная паренхима может совсем отсутствовать (рис. 51).

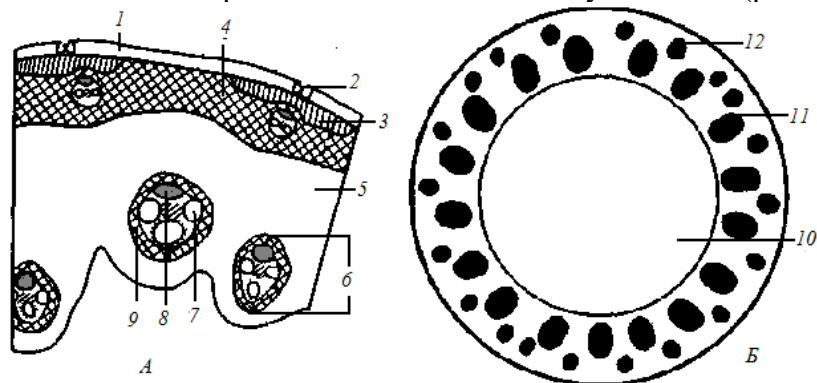


Рис. 51. Соломина ржи посевной:

А – строение соломины; Б – схема расположения проводящих пучков; 1 – эпидерма; 2 – устьице; 3 – хлоренхима (первичная кора); 4 – склеренхима; 5 – паренхима центрального цилиндра; 6 – закрытый коллатеральный проводящий пучок; 7 – ксилема; 8 – флоэма; 9 – склеренхимная обкладка проводящего пучка; 10 – полость; 11 – большой по размеру проводящий пучок; 12 – малый по размеру проводящий пучок

В соломине ржи, пшеницы и других злаков проводящие пучки отеснены к периферии, где располагаются в шахматном порядке. Внутренние пучки более крупные, наружные – более мелкие, но окруженные мощной склеренхимой. Склеренхимные обкладки пучков сливаются со склеренхимой перицикла, образуя кольцо механической ткани. Ассимиляционная паренхима первичной коры с возрастом утрачивает хлоропласты, стенки клеток одревесневают. Одревесневают и эпидерма.

Соломина из зеленой становится желтой, прочность ее возрастает и достигает максимума к моменту созревания зерна, когда стебель выдерживает наибольшие нагрузки. Периферическое положение склеренхимы и одревесневшей паренхимы придают прочность полой солоmine, обеспечивая ее сопротивление на изгиб.

Стебель кукурузы обыкновенной имеет типичное для однодольных растений строение. Он покрыт эпидермой, в которой имеются устьица. Под эпидермой находится тонкий слой клеток ассимиляционной паренхимы первичной коры, который заметен лишь в нижних междоузлиях. Далее расположен центральный цилиндр. Он начинается слоем склеренхимы, которая образована перициклом. Кольцо перициклических волокон обеспечивает механическую прочность. Местами они примыкают к эпидерме, так как первичная кора в стебле кукурузы развита слабо (рис. 52).

Основная часть центрального цилиндра представлена паренхимой, которая пронизана проводящими пучками. В них ксилема, расположенная ближе к центру, подковой охватывает флоэму, образуя коллатеральный пучок. В сформировавшемся пучке не остается клеток, способных к делению (камбий не формируется), поэтому пучки закрытые. Проводящие пучки окружены склеренхимной обкладкой. Мощность ее и толщина стенок волокон тем больше, чем ближе к периферии стебля находятся пучки. Это увеличивает механическую прочность стебля на изгиб. Структурно обособленной сердцевины нет.

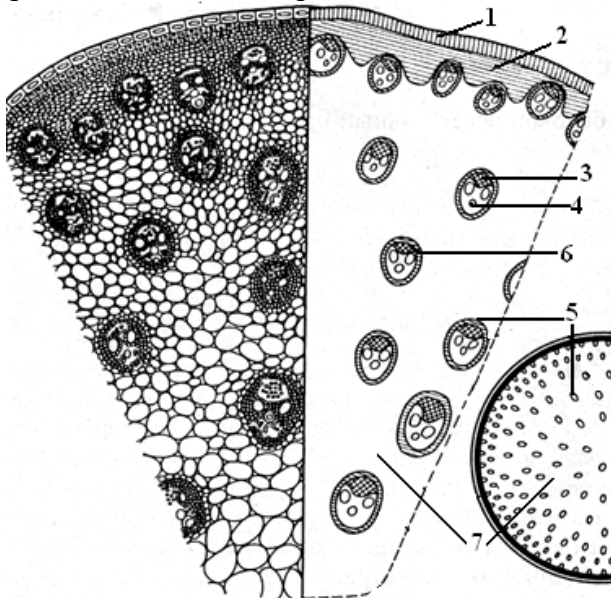


Рис. 52. Стебель кукурузы обыкновенной (поперечный срез):
1 – эпидерма; 2 – склеренхима; 3 – флоэма первичная; 4 – ксилема первичная; 5 – закрытый коллатеральный проводящий пучок; 6 – склеренхимная обкладка проводящего пучка; 7 – основная паренхима

Тема 12. СТЕБЕЛЬ. ВТОРИЧНОЕ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЕЙ ТРАВЯНИСТЫХ ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ (ПУЧКОВЫЙ, НЕПУЧКОВЫЙ, ПЕРЕХОДНЫЙ)

У большинства двудольных покрытосеменных и голосеменных растений наблюдается рост стебля в толщину, обусловленный деятельностью камбия. На первых порах жизни стебель также имеет первичное строение, которое затем заменяется вторичным. Форма вторичных изменений зависит от особенностей первичного строения и способа заложения прокамбия.

Различают три основных типа строения стебля: **пучковый, переходный и непучковый**. У двудольных растений прокамбий закладывается в конусе нарастания строго по окружности. Прокамбиальные пучки, образованные в конусе нарастания, дифференцируются в первичную ксилему и первичную флоэму. Но не все клетки прокамбия преобразуются, некоторые остаются в средней части в виде узкой полоски. Клетки конуса между пучками превращаются в основную ткань сердцевинных лучей и сердцевину. Одновременно с возникновением проводящих пучков из наружных клеток корпуса над пучками из перицикла образуются склеренхима и паренхима. Часть стебля, включающая склеренхиму, проводящие пучки, первичные сердцевинные лучи, сердцевину, составляет **центральный цилиндр**.

Клетки туники образуют первичную покровную ткань – **эпидерму**. Под эпидермой располагается первичная кора. У двудольных растений **первичная кора**, как правило, выражена хорошо и состоит из трех тканей – колленхимы, паренхимы и эндодермы. **Колленхима** располагается поверхностно, подстилая эпидермис. В стебле двудольных растений могут встречаться все виды колленхимы. В колленхиме часто имеются хлоропласты, что обуславливает

их ассимилирующую функцию. За колленхимой располагается **основная ткань** первичной коры. Ее клетки паренхимные, живые. Внутренний слой первичной коры – **эндодерма**. Клетки ее несколько крупнее, содержат много крахмала и называются крахмалоносным влагалищем.

Вторичные изменения начинаются с того момента, когда основная ткань сердцевинных лучей против камбия начинает делиться, образуя вторичную меристему – **камбий межпучковый**. Прокамбий между первичной флоэмой и первичной ксилемой образует **пучковый камбий**, который в процессе деления дает вторичную флоэму и вторичную ксилему. Пучковый и межпучковый камбий образуют сплошное камбиальное кольцо, которое в стебле имеет вид цилиндра.

Пучковый тип строения стеблей формируется в том случае, если межпучковый камбий откладывает паренхиму сердцевинных лучей. Такой тип строения стеблей характерен для клевера, кирказона, тыквы, винограда и других растений.

Стебель клевера. Стебель клевера покрыт эпидермой, под которой располагается **первичная кора**. Наружный ряд клеток первичной коры представлен пластинчатой колленхимой, внутренний – клетками крахмалоносного влагалища (эндодерма). Средний слой первичной коры состоит из многослойной хлоренхимы (рис. 53).

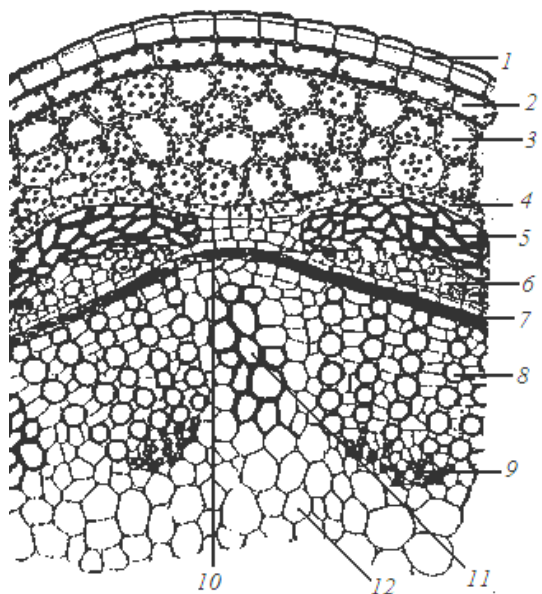


Рис. 53. Стебель клевера лугового (поперечный срез):

- 1 – эпидерма; 2 – пластинчатая колленхима; 3 – хлоренхима;
- 4 – крахмалоносное влагалище; 5 – склеренхима перициклического происхождения; 6 – флоэма; 7 – пучковый камбий;
- 8 – вторичная ксилема; 9 – первичная ксилема; 10 – межпучковый камбий; 11 – одревесневающая склеренхимоподобная паренхима; 12 – паренхима сердцевины

Центральный цилиндр располагается ниже первичной коры. Граница между первичной корой и центральным цилиндром хорошо заметна благодаря склеренхиме перициклического происхождения. Склеренхима размещается в виде полудуг над проводящими пучками.

Стебель клевера имеет открытые коллатеральные проводящие пучки, которые располагаются в один ряд по кругу. В составе проводящего пучка различают первичную и вторичную флоэмы, камбий, вторичную и первичную ксилемы. Первичная флоэма примыкает к склеренхиме. Пучковый камбий смыкается с межпучковым, в результате образуется цельное меристематическое кольцо.

Межпучковый камбий откладывает внутрь одревесневающую паренхиму. Она имеет удлиненные, толстостенные, одревесневающие клетки, которые подобны клеткам склеренхимы. Одревесневающая паренхима примыкает к ксилеме проводящих пучков. В результате этого формируется кольцо одревесневших (лигнифицированных) тканей, обеспечивающее высокую прочность стебля. Однако проводящие ткани остались разобщенными в виде пучков. Серцевина стебля представлена паренхимой.

Стебель кирказона. Снаружи стебель кирказона покрыт **эпидермой**. Она представлена прямоугольными плотно сомкнутыми клетками. Эпидерма покрыта слоем кутикулы. Под эпидермой размещается блок тканей, называемый **первичной корой**. Она состоит из трех тканей: колленхима, паренхима и эндодерма.

Колленхима чаще всего пластинчатая, представлена слоем мелких клеток с утолщенными стенками. Паренхима состоит из крупных тонкостенных клеток. Самый нижний слой первичной коры – **эндодерма**, которая представлена более мелкими клетками (рис. 54).

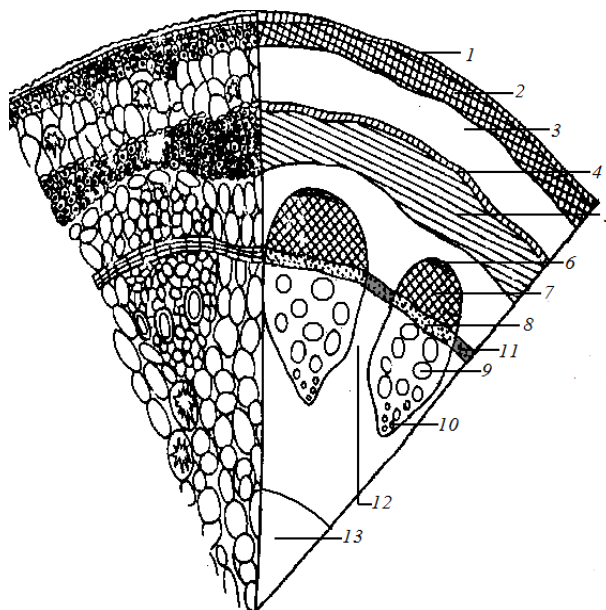


Рис. 54. Стебель кирказона крупнолистного (поперечный срез):

1 – эпидерма; 2 – колленхима; 3 – паренхима; 4 – эндодерма; 2–4 – первичная кора; 5 – склеренхима перицикла; 6 – флоэма первичная; 7 – флоэма вторичная; 8 – камбий пучковый; 9 – ксилема вторичная; 10 – ксилема первичная; 6–10 – открытый коллатеральный проводящий пучок; 11 – камбий межпучковый; 12 – сердцевинный луч; 6–12 – центральный цилиндр; 13 – сердцевина

За эндодермой расположен следующий блок тканей – *центральный цилиндр*. Он начинается слоем склеренхимы. Верхняя граница склеренхимы ровная, а нижняя волнистая (над проводящими пучками приподнимается, а между ними – опускается). На поперечном срезе клетки склеренхимы многоугольные, плотно прилегают друг к другу, имеют толстые клеточные стенки и пронизаны простыми порами. На продольном срезе они длинные, прозенхимные. Поэтому склеренхима представлена древесинными волокнами.

Стебель кирказона имеет открытые коллатеральные проводящие пучки. В каждом проводящем пучке различают флоэму, ксилему первичного и вторичного происхождения, между которыми размещается камбиальная зона. Первичная флоэма расположена в наружной части пучка и состоит из деформированных клеток. Вторичная флоэма состоит из ситовидных трубок с клетками-спутницами и лубянной паренхимы. Первичная ксилема расположена на границе с сердцевинной и состоит из спиральных сосудов и трахеид. Вторичная ксилема включает сетчато-пористые сосуды, древесинные волокна и древесинную паренхиму. *Камбий* размещается сплошным слоем, в котором различаются *пучковый* и *межпучковый* участки. Между ксилемой и флоэмой размещается пучковый участок камбия, а между проводящими пучками – межпучковый камбий, который дифференцируется в паренхиму *сердцевинных лучей*. В центре среза стебля кирказона находится сердцевина, которая состоит из рыхло расположенных паренхимных клеток, в некоторых из них есть друзы.

Переходный тип строения формируется, если межпучковый камбий откладывает проводящие пучки. Они значительно мельче и имеют склеренхиму перициклического происхождения. Такой тип строения стебля характерен для подсолнечника, гречихи, фасоли и др.

Стебель подсолнечника. Снаружи стебель покрыт эпидермой с крупными волосками. Под ней расположена первичная кора, которая состоит из колленхимы, основной ткани и крахмалоносного влагища (эндодермы). В основной ткани расположены смоляные ходы.

Центральный цилиндр начинается участками склеренхимы и паренхимы перициклического происхождения. К каждому участку склеренхимы прилегает крупный открытый коллатеральный проводящий пучок. Проводящие пучки расположены близко к поверхности стебля в один ряд по кругу. Изогнутая зона пучкового камбия, выходя за пределы пучка, формирует выпуклую дугу межпучкового камбия. Межпучковый камбий возникает из основной парен-

химы после того, как из прокамбия сформируются проводящие пучки и начинается деятельность пучкового камбия (рис. 55).

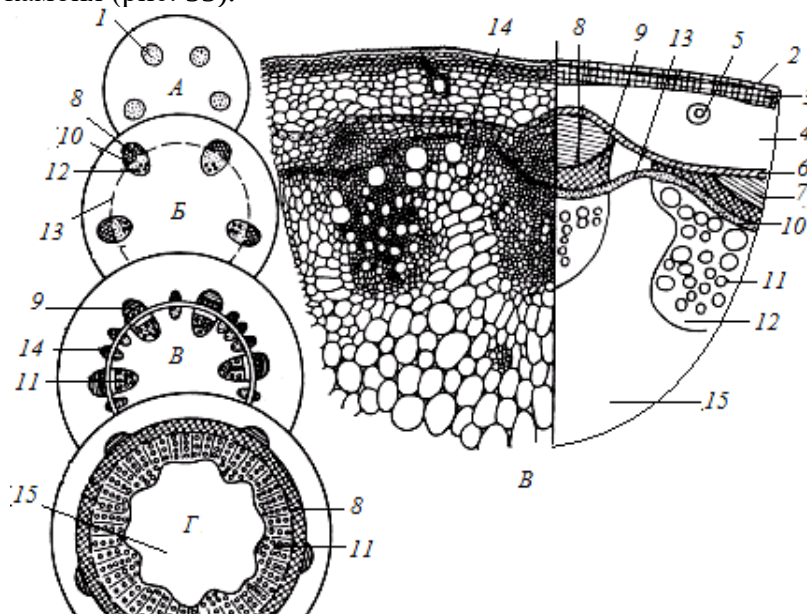


Рис. 55. Стебель подсолнечника однолетнего;

А – срез на уровне появления прокамбия; *Б* – срез на уровне появления камбия;
В – срез на уровне перехода к непучковому строению; *Г* – срез на уровне сформированной структуры;
 1 – прокамбий; 2 – эпидерма; 3 – колленхима; 4 – паренхима коры; 5 – смоляной ход; 6 – эндодерма (3–6 – первичная кора); 7 – склеренхима; 8 – первичная флоэма; 9 – вторичная флоэма; 10 – пучковый камбий; 11 – вторичная ксилема; 12 – первичная ксилема; 13 – межпучковый камбий; 14 – пучок из межпучкового камбия; 15 – паренхима сердцевины (7–15 – центральный цилиндр)

Межпучковый камбий образует элементы нового проводящего пучка. Постепенно новые и старые пучки разрастаются и сливаются. В результате деятельности межпучкового камбия в нижней части стебля образуется сплошной слой ксилемы. Снаружи к ксилеме примыкает сплошной слой камбия, а за ним слой флоэмы. Широкая зона камбия свидетельствует о его активной деятельности. Так, за два месяца стебель подсолнечника утолщается в 8–10 раз.

Внутри от проводящих пучков лежит крупноклеточная паренхима *сердцевины*, которая составляет основную массу стебля.

Непучковый тип строения стеблей образуется в результате возникновения сплошного прокамбиального кольца в конусе нарастания. Наружные и внутренние слои прокамбиального кольца дифференцируются соответственно в первичную флоэму и ксилему, и между ними остается кольцо недифференцированных клеток прокамбия. К этому периоду из клеток туники возникает эпидерма, первичная кора, сердцевина, закладывается перicycle.

Клетки прокамбия, делясь, дают начало сплошному камбиальному кольцу, который откладывает наружу элементы вторичной флоэмы, внутрь – элементы вторичной ксилемы.

Стебель льна. Сверху стебель льна покрыт эпидермой, клетки которой могут иметь развитую кутикулу. За эпидермой лежит небольшой слой паренхимных клеток ассимиляционной ткани. Первичная кора заканчивается волнистым рядом крупных клеток эндодермы – крахмалоносного влагалища.

Центральный цилиндр стебля начинается участками склеренхимы и паренхимы перicycle происхождения. Склеренхима у льна представлена лубяными волокнами перicycle происхождения. Лубяные волокна – сырье для текстильной промышленности.

Внутри от лубяных волокон расположен совсем небольшой слой флоэмы и тонкий слой камбия. За камбием сплошным кольцом расположена хорошо развитая вторичная ксилема. Первичная ксилема примыкает к перимедулярной зоне сердцевины. Во вторичной ксилеме

при большом увеличении можно увидеть, что между более крупными элементами без протопластов располагаются радиальные ряды мелких клеток, заполненных цитоплазмой. Это сердцевинные лучи, состоящие из живых паренхимных клеток с одревесневшими стенками.

Центральная часть стебля заполнена паренхимными клетками. Иногда вследствие разрушения сердцевины в центре стебля образуется полость (рис. 56).

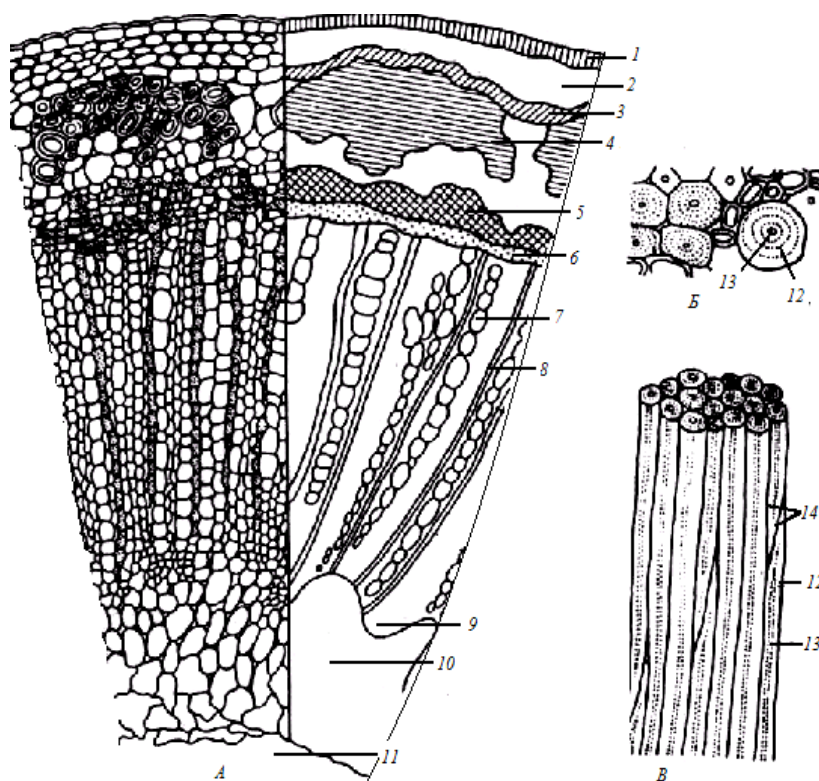


Рис. 56. Стебель льна обыкновенного:

A – поперечный срез стебля; *Б* – поперечный срез лубяных волокон; *В* – продольный срез лубяных волокон;
 1 – эпидерма; 2 – паренхима; 3 – эндодерма; 4 – лубяные волокна; 5 – флоэма; 6 – камбий; 7 – вторичная ксилема;
 8 – сердцевинный луч; 9 – первичная ксилема; 10 – паренхима сердцевины; 11 – полость; 12 – стенка клетки;
 13 – полость клетки; 14 – заостренные концы клетки

Тема 13. СТЕБЕЛЬ. СТРОЕНИЕ СТЕБЛЕЙ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Стебли древесных растений (яблони, липы, дуба) имеют типичное непучковое строение. Если у трав все клетки камбия к осени превращаются в клетки постоянных тканей, то у древесных растений камбий функционирует в течение всей жизни. Многолетняя деятельность камбия и определяет особенности структуры ствола дерева и стеблей кустарника.

Массовый транспорт веществ в стволе идет по молодым слоям луба и древесины, расположенным около камбия. Луб теряет способность к проведению веществ через год (после перезимовки), древесина служит дольше – несколько лет. На смену стареющим тканям камбий откладывает молодые деятельные. Основная масса ствола состоит из мертвых клеток и не принимает непосредственного участия в транспорте. Однако нефункционирующие ткани имеют огромное значение: древесина поддерживает колоссальную тяжесть кроны, а мертвые ткани коры защищают внутренние жизнедеятельные ткани. Камбий у древесных и кустарниковых растений холодных и умеренных широт периодически прекращает свою деятельность.

Стебель липы. На поперечном срезе стебля липы различают перидерму, первичную и вторичную кору, камбий, древесину, сердцевину.

Перидерма образует сплошной слой. Клетки пробки расположены плотно. В ней заметны чечевички.

Под перидермой расположена **первичная кора**, в состав которой входят *пластинчатая колленхима* с хлоропластами, *основная ассимиляционная ткань*, состоящая из более или менее растянутых в тангентальном направлении крупных клеток и *эндодерма* (*крахмалоносное влагалище*) – один ряд клеток. В первичной коре хорошо заметны друзы щавелевокислого кальция.

За первичной корой расположена **вторичная кора** – ряд трапеций, в которых различают твердый и мягкий луб. *Твердым лубом* называют одревесневшие утолщенные лубяные волокна. На срезе он окрашен в красный и розовый цвет. *Мягкий луб* – синего цвета. Остальные элементы флоэмы выполняют проводящую, запасную и отчасти выделительную функции (рис. 57).

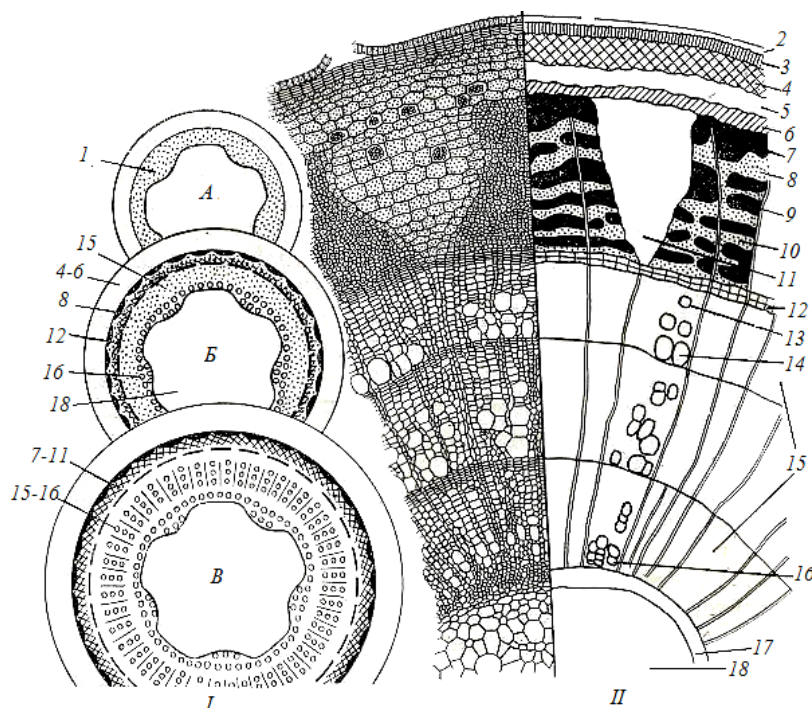


Рис. 57. Стебель липы сердцевидной:

I – схема строения стебля на разных уровнях; *II* – в поперечном разрезе; *A* – срез на уровне появления прокамбия; *B* – на уровне появления камбия; *B* – на уровне сформированной структуры; 1 – прокамбий; 2 – остатки эпидермы; 3 – пробка; 4 – колленхима; 5 – паренхима коры; 6 – эндодерма; 4–6 – первичная кора; 7 – периклическая 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; 13–14 – годовое кольцо древесины; 15 – вторичная древесина; 16 – первичная древесина; 17 – перимедулярная зона; 18 – основная паренхима; 17–18 – сердцевина; 7–18 – центральный цилиндр

Между участками флоэмы располагаются треугольники паренхимы, обращенные вершиной к камбию, а основанием – к периферии. Это *первичные сердцевинные лучи*. Они служат для продвижения веществ в горизонтальном направлении и местом отложения питательных веществ. В ксилеме сердцевинные лучи представлены одним рядом клеток. Внутри от коры располагается сплошным кольцом **камбий**, который образован из прокамбия. Камбий состоит из узких прямоугольных клеток, расположенных друг над другом с более густым (темным) содержимым.

Древесина включает первичную и вторичную ксилему. Последняя характерна наличием годовых колец. Происхождение их связано с периодичностью в деятельности камбия. Весной, вместе с началом движения сока, камбий образует крупноклеточную древесину, в середине лета деятельность камбия замедляется и откладываются уже более мелкие элементы древесины – трахеиды, древесинная паренхима, большое количество либриформа. Весенняя, летняя и осенняя древесины составляют *годовое кольцо*.

Первичная древесина примыкает к *сердцевине*. Сердцевина состоит из неоднородных паренхимных клеток. Крупные клетки лишены живого содержимого, стенки их более или менее одревесневают. Вокруг них располагаются мелкие клетки с темным содержимым, богатым дубильными веществами и крахмалом.

Стебель яблони. Под темно-коричневой пробкой размещаются пластинчатая колленхима, паренхима и эндодерма (крахмалоносное влагище). Это ткани первичной коры. Сразу под эндодермой находятся крупные клетки с толстыми стенками и маленькой полостью – это лубяные волокна перициклического происхождения. Между группами лубяных волокон перицикл представлен паренхимой (рис. 58).

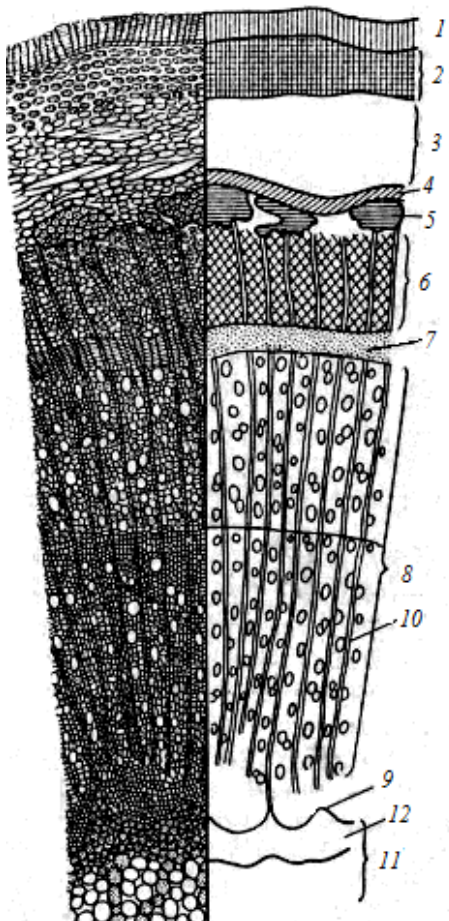


Рис. 58. Стебель яблони домашней (поперечный срез):
1 – пробка; 2 – колленхима; 3 – паренхима; 4 – эндодерма;
2–4 – первичная кора; 5 – лубяные волокна перициклического происхождения; 6 – флоэма; 7 – камбий; 8 – ксилема вторичная; 9 – ксилема первичная; 10 – сердцевинный луч; 11 – сердцевина; 12 – перимедулярная зона

Ниже следует флоэма вторичного происхождения, так как образована камбием. Флоэма разделена на участки сердцевинными лучами, которые состоят только из одного ряда клеток. За флоэмой следует камбий в виде сплошного кольца, а далее древесина.

Вторичная ксилема представлена большим количеством крупных сосудов, равномерно распределенных среди плотной, также одревесневшей ткани. Такую древесину называют рассеянно-сосудистой. Граница двух годовичных слоев древесины заметна благодаря резкому переходу от мелкоклеточных элементов осенней древесины предыдущего года к крупноклеточным элементам весенней древесины последующего года жизни. Крупные сосуды вторичной древесины являются пористыми. Ближе к сердцевине древесина оканчивается мелкими спиральными и кольчатыми сосудами. Элементы первичной древесины обычно сплюснуты и уже не могут функционировать.

В древесине многочисленные сердцевинные лучи образованы одним рядом клеток. В центре стебля расположена сердцевина с перимедулярной зоной вблизи первичной древесины.

Стебель сосны. Для сосны обыкновенной, как и для других древесных растений, характерен непучковый тип строения. Но стебли хвойных растений имеют отличительные признаки строения.

В центре стебля сосны находится *сердцевина*, состоящая из паренхимных клеток. К периферии от нее располагаются годовичные кольца *древесины* (*ксилемы*), которые составляют основной массив стебля. В древесине повсюду находятся *смоляные ходы* – это схизогенные вместилища выделений. Древесина сосны состоит из *трахеид*, которые различаются лишь размером.

В светлой части кольца расположены с большой полостью тонкостенные трахеиды, в темной части кольца – с малой полостью толстостенные трахеиды. Первые из них выполняют проводящую функцию, вторые – механическую. На радиальных стенках крупных трахеид есть окаймленные поры. В общей массе трахеид различают *сердцевинные лучи*,

которые состоят из одного ряда живых удлинённых паренхимных клеток. По ним происходит передвижение веществ в горизонтальном направлении.

Между древесиной и вторичной корой размещается *камбий*.

Вторичная кора состоит из флоэмы (первичной и вторичной) и перициклической зоны. Ситовидные трубки флоэмы сосны не имеют сопровождающих клеток (нет клеток-спутниц).

Кнаружи от флоэмы размещаются крупные паренхимные клетки *первичной коры*, среди них заметны большие смоляные ходы (рис. 59).

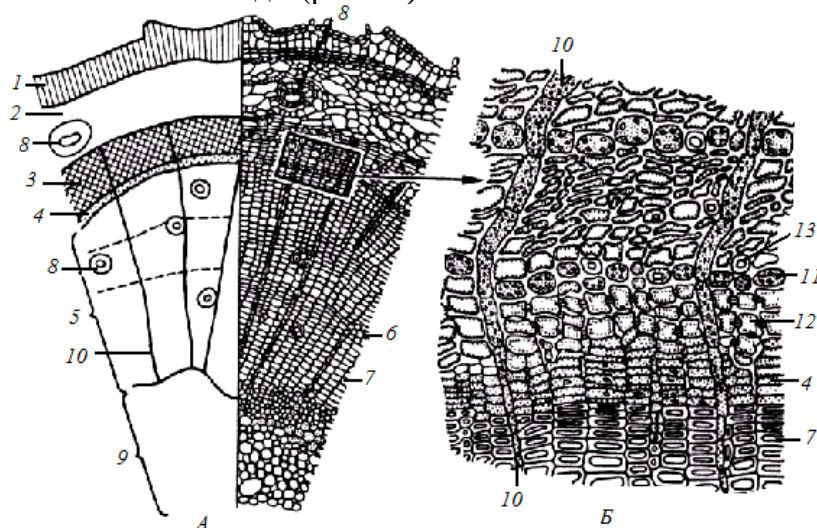


Рис. 59 Стебель сосны обыкновенной (поперечный срез):

А – часть поперечного среза; *Б* – увеличенный сегмент среза; 1 – пробка; 2 – паренхима первичной коры; 3 – флоэма; 4 – камбий; 5 – ксилема; 6 – весенние трахеиды; 7 – осенние трахеиды; 8 – смоляной ход; 9 – сердцевина; 10 – сердцевинный луч; 11 – лубяная паренхима; 12 – ситовидная трубка; 13 – клетка с кристаллом

Как в первичной, так и во вторичной коре отсутствуют механические ткани (нет колленхимы и склеренхимы). На периферии среза находится пробка, в которой отсутствуют чечевички.

Тема 14. ЛИСТ. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ЧАСТИ ЛИСТА. ТИПЫ ЖИЛКОВАНИЯ. КЛАССИФИКАЦИИ ПРОСТЫХ И СЛОЖНЫХ ЛИСТЬЕВ

Лист – вегетативный орган высших растений, который занимает боковое положение на стебле (оси побега). Для листа характерно экзогенное возникновение из наружных слоев меристемы конуса нарастания стебля в виде листового бугорка, значительное развитие ассимиляционной паренхимы (хлоренхимы), ограниченный верхушечный рост и короткий период роста. Лист является моносимметричным органом (одна плоскость симметрии), для которого характерна плоская форма. В отличие от стебля и корня, он имеет короткий период жизни. У травянистых и листопадных древесных растений продолжительность жизни листа составляет несколько месяцев; у вечнозеленых двудольных – обычно 2–3 года; у хвойных – от 3 до 10 лет.

Основными функциями листа являются фотосинтез, газообмен и транспирация. Лист может быть также органом вегетативного размножения, защиты (чешуи, колючки), прикрепления к опоре (усики), запаса питательных веществ и воды.

Морфологические части листа. Лист обычно разделен на листовую пластинку (у сложного листа несколько листовых пластинок), черешок, основание и часто прилистники.

Листовая пластинка – расширенная плоская часть типичного листа, которая характеризуется наличием ассимиляционной паренхимы и выполняет основные функции листа – фотосинтез, газообмен и транспирацию. У многих растений между основанием листа и пластинкой развивается черешок (рис. 60).

Черешок – узкая стеблевидная часть листа. Он служит для ориентировки листа по отношению к свету и ослабляет удары дождя, града, ветра по листовой пластинке. Большинство листьев имеют черешок (яблоня, липа). Если лист состоит только из одной листовой пластинки (черешок отсутствует), тогда его называют *сидячим* (лен, ярутка).

Основание – базальная часть листа, сочлененная со стеблем. Оно почти незаметно, часто имеет вид небольшого утолщения (листовая подушечка).



Рис. 60. Морфологические части листа:

А – простой черешковый лист (яблоня); Б – сложный лист (шиповник); В – сидячий лист (ярутка); Г – влагалищный лист (ячмень); 1 – стебель; 2 – прилистники; 3 – черешок; 4 – листовая пластинка; 5 – рахис; 6 – листочек сложного листа; 7 – влагалище; 8 – ушки; 9 – язычок

Если основание сильно разрастается в длину и ширину, охватывая в виде трубки междоузлие или его часть, то его называют **листовым влагалищем**. Оно может быть *замкнутым*, или *закрытым* (осоковые), и *незамкнутым*, или *открытым* (сельдерейные, большинство мятликовых). У злаков лист состоит из длинного трубчатого влагалища и узкой листовой пластинки. В месте перехода листового влагалища в пластинку образуется **язычок**, а края листовой пластинки в этом месте образуют **ушки**, которые охватывают стебель.

Язычок – это пленчатый бесцветный вырост, который способствует освещению листовой пластинки (помогает отгибу листа), предохраняет от проникновения влаги, спор грибов, насекомых в трубку листового влагалища, где находится вставочная меристема стебля.

Прилистники – это парные боковые выросты основания листа. Они находятся по обеим сторонам черешка. Их функция – защита молодых почек (липа, осина, береза, яблоня, черемуха, фикус), поэтому при раскрывании почек они у многих растений опадают. Иногда прилистники сохраняются длительное время и несут функцию фотосинтеза (горох, фиалка трехцветная).

У гречишных прилистники срастаются вместе, образуя **раструб** в виде полой трубки вокруг основания каждого междоузлия над листом.

При характеристике листовой пластинки применяются следующие признаки: жилкование, форма листовой пластинки, форма ее края, надрезанность листовой пластинки и другие признаки.

Жилкование листа в большинстве случаев является его проводящей системой. Термин «жилка» применяют к проводящему пучку или группе тесно сближенных пучков. Жилки в листе выполняют две функции:

1) *проводящую* – по ксилеме в лист поступают вода и минеральные соли; по флоэме из листа оттекают органические вещества;

2) *механическую* – жилки создают опору для паренхимы листа и предохраняют листовые пластинки от разрывов.

Различают три **типа жилок**: *главные* – это жилки, которые входят в пластинку из стебля через основание и черешок; *боковые* – это жилки второго и последующего порядков, которые берут начало от главных; *анастомозы* – сеть мелких поперечных жилок.

Различают следующие **типы жилкования**:

1) **простое** – через листовую пластинку проходит лишь одна неветвящаяся жилка (элодея, плаун, большинство хвойных);

2) **дихотомическое** – главная жилка ветвится вильчато, анастомозы отсутствуют, а окончания жилок подходят к краю листовой пластинки (гинкго, большинство папоротниковидных);

3) **параллельное** – от основания листа в пластинку вступает ряд сравнительно одинаковых жилок, которые пронизывают пластинку параллельно (кукуруза, ячмень, рожь); продольные жилки соединяются анастомозами, идущими косо или в поперечном направлении;

4) **дуговидное** – аналогично параллельному, только жилки пронизывают пластинку дугообразно (ландыш, тюльпан); параллельное и дуговидное жилкования характерны для однодольных покрытосеменных растений (рис. 61);

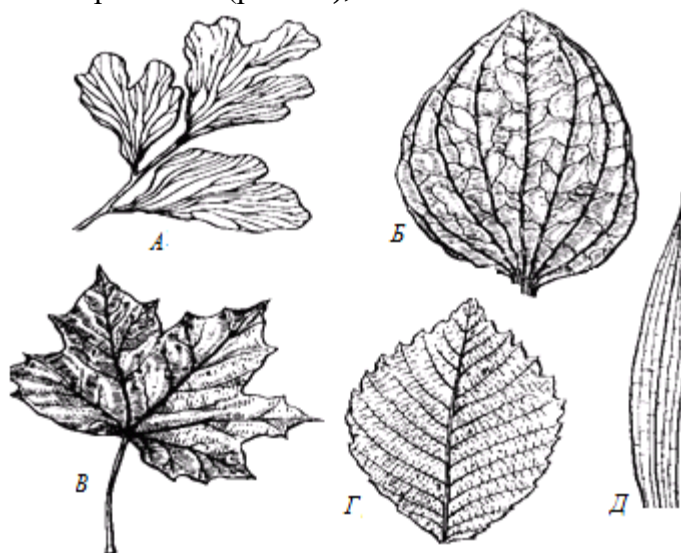


Рис. 61. Типы жилкования листьев:

А – дихотомическое (гинкго); Б – дуговидное (подорожник); В – пальчатое (клен);

Г – перистое (вяз); Д – параллельное (рожь)

5) **сетчатое** – образуется сильно разветвленная сеть из главных, боковых жилок и анастомозов; оно характерно для двудольных покрытосеменных растений. Сетчатое жилкование может быть:

– **перистым** – из стебля в лист идет только одна жилка, сильно разветвляющаяся в пластинке (яблоня, вяз, липа);

– **пальчатым** – из черешка выходит несколько равных жилок и каждая из них разветвляется (виноград, клен).

Классификации листьев. Все листья делят на простые и сложные. *Простые листья* имеют одну листовую пластинку. У древесных растений они опадают вместе с черешком, а у травянистых растений – отмирают вместе со стеблем. *Сложные листья* имеют нескольких листовых пластинок (листочков), каждая из которых имеет свой черешочек, сидящий на общей оси – *рахисе*. Осенью при листопаде листочки сложного листа опадают отдельно, а после них – рахис.

Классификация простых листьев по форме листовой пластинки. Форма листовой пластинки может быть (рис. 62):

1) игольчатая (ель, сосна, лиственница);

2) линейная (рожь, ячмень, осока);

3) продолговатая (лавровишня);

4) ланцетная (ива ломкая, лох серебристый, плаун);

5) овальная (черемуха, вишня, жимолость);

6) округлая (осина);

- 7) яйцевидная (подорожник большой, тюльпан);
- 8) обратно-яйцевидная (ольха клейкая, волчник);
- 9) ромбическая (береза бородавчатая);
- 10) лопаточная (прикорневые листья мыльнянки клейкой);
- 11) сердцевидно-яйцевидная (липа)
- 12) почковидная (копытень, печеночница);
- 13) стреловидная (стрелолист, вьюнок полевой);
- 14) копьевидная (щавель, вьюнок);
- 15) щитковидная (настурция).

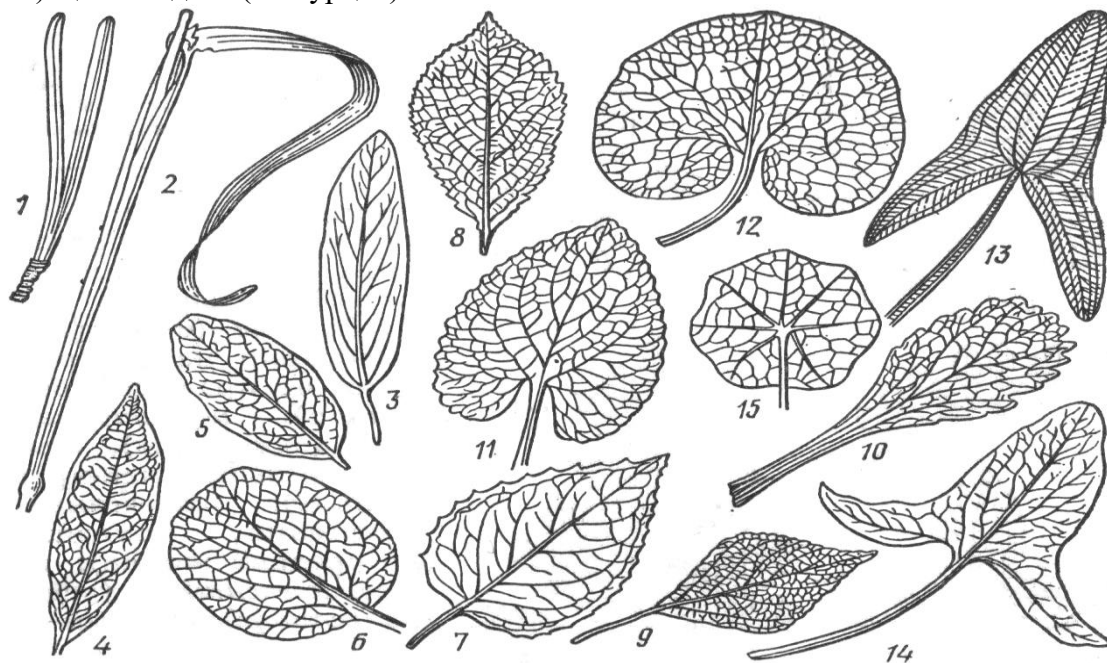


Рис. 62. Формы листовой пластинки:

- 1 – игольчатая; 2 – линейная; 3 – продолговатая; 4 – ланцетная; 5 – овальная; 6 – округлая; 7 – яйцевидная; 8 – обратнояйцевидная; 9 – ромбическая; 10 – лопаточная; 11 – сердцевидно-яйцевидная; 12 – почковидная; 13 – стреловидная; 14 – копьевидная; 15 – щитковидная

Классификация листьев по форме края листовой пластинки. По характеру края листовой пластинки листья делят на цельнокрайные и цельные. *Цельнокрайный* – это лист, у которого края листовой пластинки не имеют выемок (подорожник, сирень) (рис. 68). *Цельным* называют лист, у которого выемки по краю листа неглубокие. Цельные листья по характеру края листовой пластинки подразделяются на:

- 1) пильчатые (ива, крапива, липа) (рис. 63);
- 2) двоякопильчатые (береза, мать-и-мачеха);
- 3) зубчатые (лещина, сабельник, манжетка);
- 4) городчатые (буквица, будра);
- 5) выемчатые (осина).

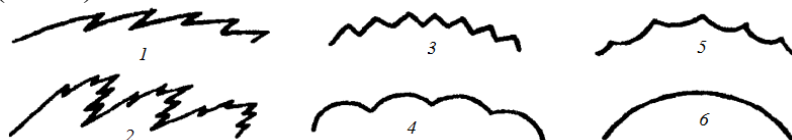


Рис. 63. Формы края листовой пластинки:

- 1 – пильчатый; 2 – двоякопильчатый; 3 – зубчатый; 4 – городчатый; 5 – выемчатый; 6 – цельнокрайный

Классификация простых листьев по надрезанности листовой пластинки. По надрезанности листовой пластинки цельные листья делят на лопастные, раздельные и рассеченные (рис. 64).

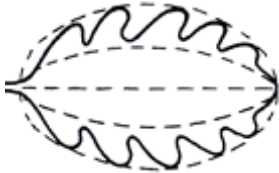
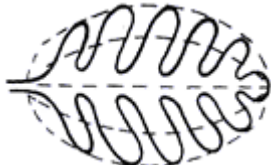
НАДРЕЗАННЫЕ ЛИСТОВЫЕ ПЛАСТИНКИ		ТРОЙЧАТО (ТРЕХ)	ПАЛЬЧАТО	ПЕРИСТО
	ЛОПАСТ- НЫЕ			
	РАЗДЕЛЬ- НЫЕ			
	РАССЕЧЕН- НЫЕ			

Рис. 64. Простые листья с надрезанной листовой пластинкой (схема)

Части листовой пластинки у лопастного листа называют лопастями, у раздельного – долями, у рассеченного – сегментами.

Лопастные листья имеют надрезы не глубже $1/3$ расстояния от края до главной жилки. Различают: *перистолопастные* (дуб) и *пальчатолопастные* (клен).

Раздельные листья имеют надрезы до $2/3$ расстояния от края до главной жилки. Различают: *перистораздельные* (одуванчик) и *пальчатораздельные* (инжир).

Рассеченные листья имеют надрезы почти до главной жилки. Рассеченные листья могут быть: *перисторассеченные* (лапчатка гусиная), *пальчаторассеченные* (лютик), *прерывисто перисторассеченные* (картофель), *многократно перисторассеченные* (тысячелистник, морковь), *лировидные* (редька). Лировидным называют лист, у которого конечный сегмент значительно крупнее боковых сегментов.

Классификация сложных листьев. Различают два основных типа сложных листьев – перистосложные и пальчатосложные.

В **перистосложных** листьях листочки расположены по обе стороны рахиса (рис. 65). Различают:

1) *непарноперистосложный* – рахис на верхушке завершается непарным листочком (шиповник, рябина, эспарцет);

2) *парноперистосложный* – непарного листочка нет (желтая акация, горох).

Все листочки **пальчатосложного** листа отходят от верхушки черешка, а рахис у них отсутствует (каштан конский). Частным случаем пальчатосложного листа является **тройчатосложный**, который состоит из трех листочков (клевер, земляника).



Рис. 65. Типы сложных листьев:

1 – тройчатосложный; 2 – пальчатосложный; 3 и 4 – парноперистосложный; 5 – непарноперистосложный

Тема 15. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА

Лист как моносимметричный орган обладает лишь одной плоскостью симметрии. Для него характерна плоская форма, т. е. лист имеет две поверхности – верхнюю (*вентральную*, или брюшную) и нижнюю (*дорсальную*, или спинную).

У однодольных растений, у которых лист ориентирован вертикально, образуются листья с одной поверхностью. Это происходит за счет выклинивания верхней поверхности листа. Поэтому вся поверхность листовой пластинки является нижней. Они могут быть в сечении округлые (лук, ситник) или уплощенные с боков (ирис).

Лист камелии. На поперечном срезе листа камелии при малом увеличении микроскопа видно, что сверху и снизу лист покрыт *эпидермой*. Между верхней и нижней эпидермой находится *ассимиляционная паренхима* (имеет хлоропласты). Это мезофилл листа. Основную массу листа составляет его мякоть – *мезофилл*. В мезофилле размещаются сосудисто-волокнистые пучки, пронизывающие листовую пластинку во всех направлениях (рис. 66).

Эпидерма сохраняется на листе в течение всей его жизни. Клетки эпидермы плотно сомкнуты между собой, чему способствует их извилистая форма, и сверху покрыты слоем кутикулы. Плотность смыкания клеток эпидермы связана с ее функцией – защита от излишней потери воды и механическая опора. В клетках эпидермы обычно нет хлоропластов, они есть в замыкающих клетках устьиц. Верхняя и нижняя эпидермы имеют морфологические и функциональные различия. Для верхней эпидермы характерно наличие более утолщенной наружной клеточной стенки, более мощного кутикулярного покрова и почти полное отсутствие устьиц. Основная часть устьиц находится на нижней эпидерме, которая имеет более тонкую структуру клеточной стенки и кутикулярного покрова.

Мезофилл листа состоит из двух морфологически и физиологически различных паренхим – *столбчатой (палисадной)* и *губчатой*. Клетки *столбчатой паренхимы* располагаются перпендикулярно и примыкают к верхней эпидерме листа. Они имеют вытянутую форму, плотно сомкнуты, без межклетников и размещаются в два слоя. В клетках столбчатой паренхимы в основном происходит фотосинтез.

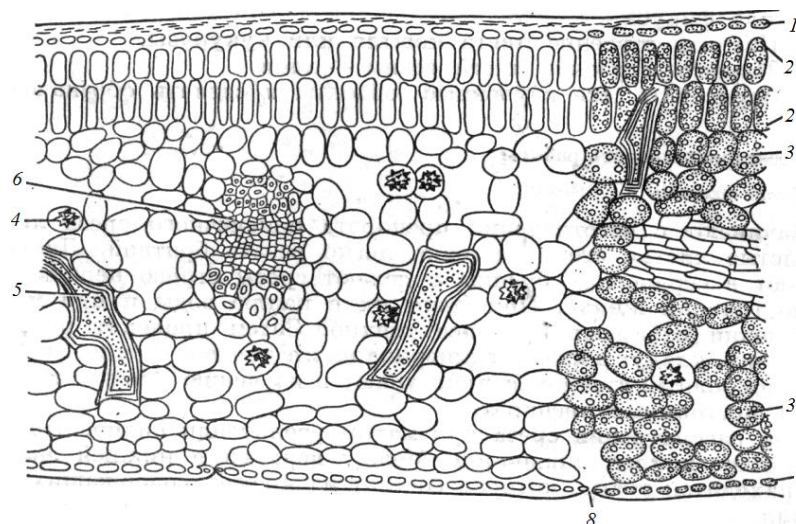


Рис. 66. Лист камелии японской (поперечный срез):

1 – верхняя эпидерма; 2 – столбчатая паренхима; 3 – губчатая паренхима; 4 – клетка с друзой;
5 – склереида; 6 – проводящий пучок; 7 – нижняя эпидерма; 8 – устьице

Остальная часть мезофилла листа представлена **губчатой паренхимой**, которая примыкает к нижней эпидерме. Клетки губчатой паренхимы имеют округлую форму с крупными межклетниками. Среди клеток губчатой паренхимы встречаются склереиды, которые выполняют опорную функцию. Главной функцией нижней стороны листа является газообмен и транспирация.

Листья, у которых мезофилл листа дифференцирован на столбчатую и губчатую паренхимы, называется **дорсовентральным**.

Для листа камелии характерны **закрытые коллатеральные** сосудисто-волокнистые проводящие пучки. В нем выделяется мощная ксилема, к которой примыкает флоэма. При этом ксилема обращена к верхней эпидерме, а флоэма – к нижней. Это происходит потому, что проводящий пучок входит в лист из стебля и меняет вертикальное положение на горизонтальное. Пучок окружен склеренхимой, которая представлена одним слоем тонкостенных клеток, которые не имеют хлоропластов. Выше и ниже пучка расположена колленхима, которая примыкает к эпидерме. Проводящий пучок в листе выполняет как проводящую, так и механическую функцию, образуя скелет листа.

Лист кукурузы. Строение листа злаков рассматриваем на примере кукурузы обыкновенной. Верхняя сторона листовой пластинки ребристая, нижняя всегда гладкая. С обеих сторон лист покрыт эпидермой. Клетки эпидермы вытянуты по оси листа, устьица ориентированы в одном направлении. В эпидерме листа кукурузы имеются **моторные клетки**, которые при уменьшении тургора спадают, что способствует закручиванию листа в трубку. Устьица и моторные клетки расположены на верхней эпидерме.

Мезофилл листа кукурузы не дифференцирован на столбчатую и губчатую паренхимы, а представлен однородными паренхимными клетками с хлоропластами.

Листья, у которых мезофилл листа не дифференцирован на столбчатую и губчатую паренхимы, называется **изолатеральным**.

Проводящие пучки располагаются в средней части ребер. Механическая ткань (склеренхима) подстилает нижнюю эпидерму и входит в ребра. Лист кукурузы имеет **закрытые коллатеральные** сосудисто-волокнистые проводящие пучки, в которых ксилема обращена к верхней эпидерме, а флоэма – к нижней. Проводящие пучки окружены **обкладочными клетками**, в которых есть хлоропласты (рис. 67).

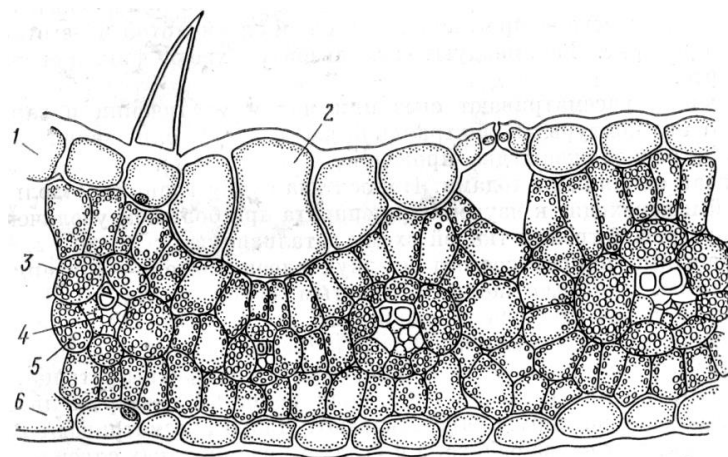


Рис. 67. Лист кукурузы обыкновенной (поперечный срез):
1 – верхняя эпидерма; 2 – моторные клетки; 3 – мезофилл; 4 – проводящий пучок;
5 – обкладные клетки; 6 – нижняя эпидерма

Хвоя сосны обыкновенной. Защитный покров хвои состоит из двух слоев клеток – эпидермы и гиподермы. *Эпидерма* покрыта толстым слоем кутикулы. Ее клетки в поперечном сечении почти квадратной формы с утолщенными стенками. В углублениях на уровне гиподермы расположены устьица, под которыми есть большая воздушная полость (рис. 68).

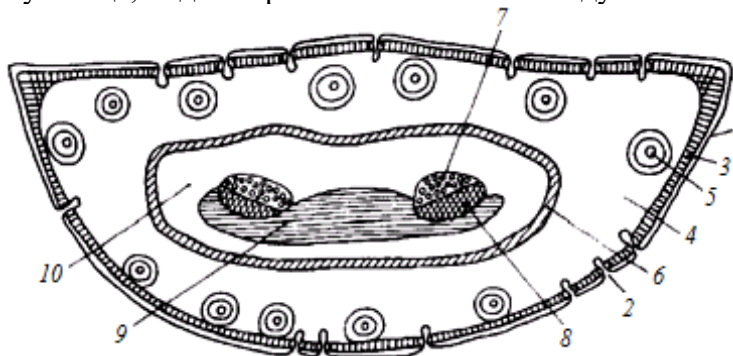


Рис. 68. Хвоя сосны обыкновенной (поперечный срез, схема):
1 – эпидерма; 2 – устьичный аппарат; 3 – гиподерма; 4 – складчатая паренхима; 5 – смоляной ход;
6 – эндодерма; 7 – ксилема; 8 – флоэма; 7–8 – проводящий пучок; 9 – склеренхима; 10 – паренхима

Под эпидермой находится слой *гиподермы*, которая состоит из склеренхимных волокон. Мезофилл хвои состоит из *складчатой паренхимы*. Вдоль складок располагаются хлоропласты, что значительно увеличивает ассимилирующую поверхность. Мезофилл пронизан *смоляными ходами*. Каждый смоляной ход выслан слоем живых клеток эпителия, выделяющих смолу. Клетки эпителия окружены слоем склеренхимных волокон.

В центре хвои находятся два сосудисто-волокнистых пучка, которые окружены толстостенной паренхимой. Проводящие пучки закрытые коллатерального типа, в которых ксилема обращена к плоской стороне хвои, а флоэма – к выпуклой. Следовательно, плоская сторона является морфологически верхней, а выпуклая – нижней. Между проводящими пучками расположена механическая ткань – склеренхима.

Тема 16. ОТДЕЛ МОХОВИДНЫЕ: МОХ ЛЕН КУКУШКИН ЛЕН, МОХ СФАГNUM

Класс *Листостебельные мхи* включает $\frac{2}{3}$ видов моховидных, распространенных преимущественно в умеренной и холодной зонах земного шара. Ярким представителем *Бриевых* (Зеленых) мхов является *кукушкин лен* (*Polytrichum commune*), широко встречаемый повсюду, особенно в лесной зоне Северного полушария. Кукушкин лен имеет тонкие, прямостоя-

чие, неветвистые стебли красноватого цвета высотой 15–20 см, густо покрытые мелкими листьями. От подземной безлистной части стебля отходят многоклеточные ризоиды. Мох кукушкин лен является многолетним растением (рис. 69).

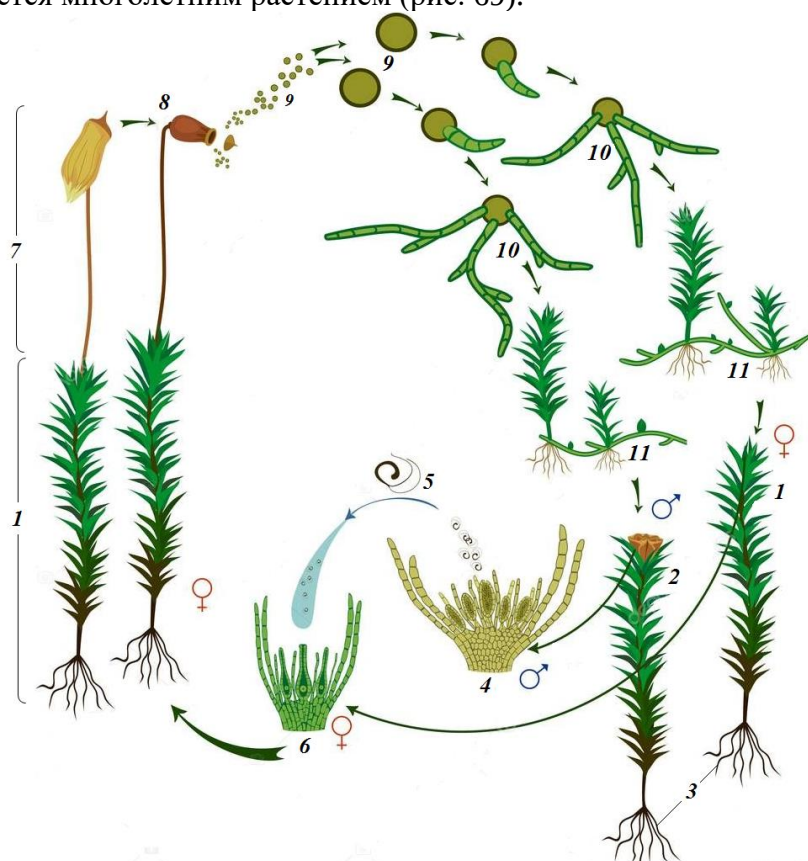


Рис. 69. Мох кукушкин лен:

1 – женское растение; 2 – мужское растение; 1 и 2 – гаметофиты; 3 – многоклеточные ризоиды; 4 – антеридии
5 – двухжгутиковые сперматозоиды; 6 – архегонии с яйцеклеткой в каждом; 7 – спорофит; 8 – коробочка;
9 – споры; 10 – протонемы; 11 – растения нового поколения с выводковыми почками

Гистологическое строение достаточно сложное. Под эпидермой располагается механическая ткань первичной коры. В центре стебля находится тяж, который состоит из водопроводящих мертвых клеток с тонкими скошенными поперечными стенками без пор. Вокруг мертвых клеток располагаются живые, по которым передвигаются органические вещества. Листья многослойные, с вертикальными рядами хлорофиллоносных клеток у верхней поверхности. У остальных мхов обычно однослойная листовая пластинка.

Гаметофиты кукушкина льна раздельнополые. На верхушке побегов женских растений развиваются архегонии. Красно-бурые листья в верхней части мужских растений собраны в чашу, в которую из антеридиев выходят двухжгутиковые сперматозоиды. Достаточно большое количество воды (весеннее половодье, дождь) создает условия для оплодотворения. Здесь же, на женском растении, из зародыша развивается спорофит, представленный коробочкой на длинной ножке.

Сверху коробочка имеет удлиненный с заостренным концом колпачок (калиптра), а под ним крышечку. Внутри коробочки, вокруг колонки, находится спороносный мешок (спorangий), в котором формируются споры. При созревании коробочки вначале отпадает колпачок, затем крышечка и споры высыпаются через отверстия на верхушке коробочки. Споры разносятся ветром и при благоприятных влажных условиях прорастают в протонемы. Сначала протонемы сходны с нитчатой водорослью, на которых из выводковых почек формируются листостебельные побеги – мужские и женские гаметофиты (рис. 70).

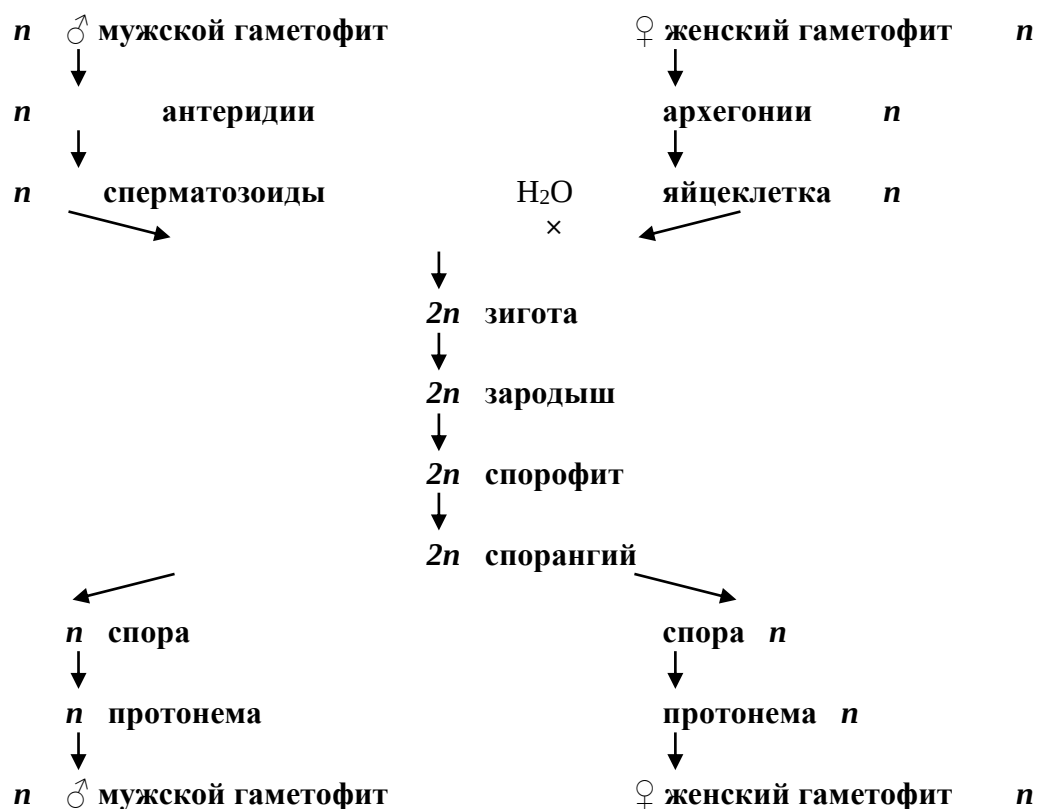


Рис. 70. Схема жизненного цикла мха кукушкин лен

Подкласс *Сфагновые (Белые) мхи* представляет единственный род сфагнум, многочисленные виды которого распространены на севере Евразии и Америки и являются основателями торфяных болот. Сфагнум имеет тонкий, сильно разветвленный стебель высотой 10–15 см, густо покрытый мелкими листьями. Корней и ризоидов нет. Сфагнум растет своей верхушкой, по мере роста нижняя часть побега отмирает (рис. 71).

Гистологическое строение побега отличается от кукушкина льна. Проводящих тканей нет. Сердцевина паренхимная. В коре несколько слоев крупных мертвых клеток с перфорациями и спиральными или кольчатыми утолщениями клеточных стенок (водоносные клетки, клетки-бочонки). Листья однослойные, состоят из узких длинных хлорофиллоносных и водоносных (гиалиновых) клеток (рис. 72).

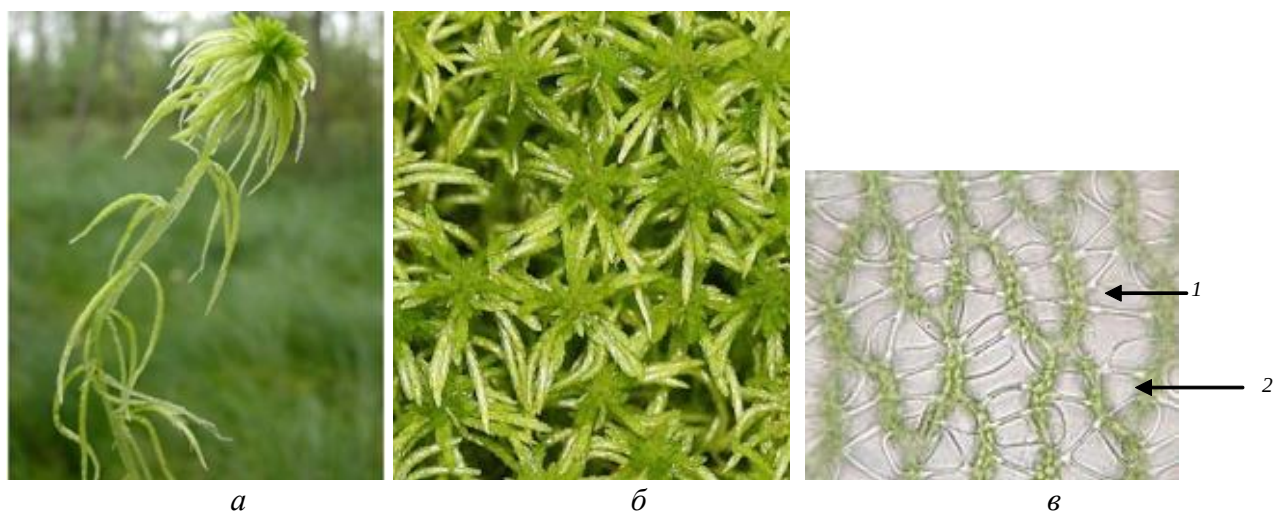


Рис. 71. Мох сфагнум:

а, б – внешнее строение; в – гистологическое строение (1 – водоносные клетки; 2 – хлорофиллоносные клетки)

Сфагнум является обоеполым гаметофитом: архегонии и антеридии располагаются на боковых веточках в верхней части побега. Весной, при наличии воды, происходит оплодотворение и развитие спорофита. Он представлен округлой коробочкой с крышечкой на короткой ножке. При созревании споры высыпаются, прорастают в пластинчатые протонемы, из которых развиваются олиственные побеги сфагнома (рис. 72).

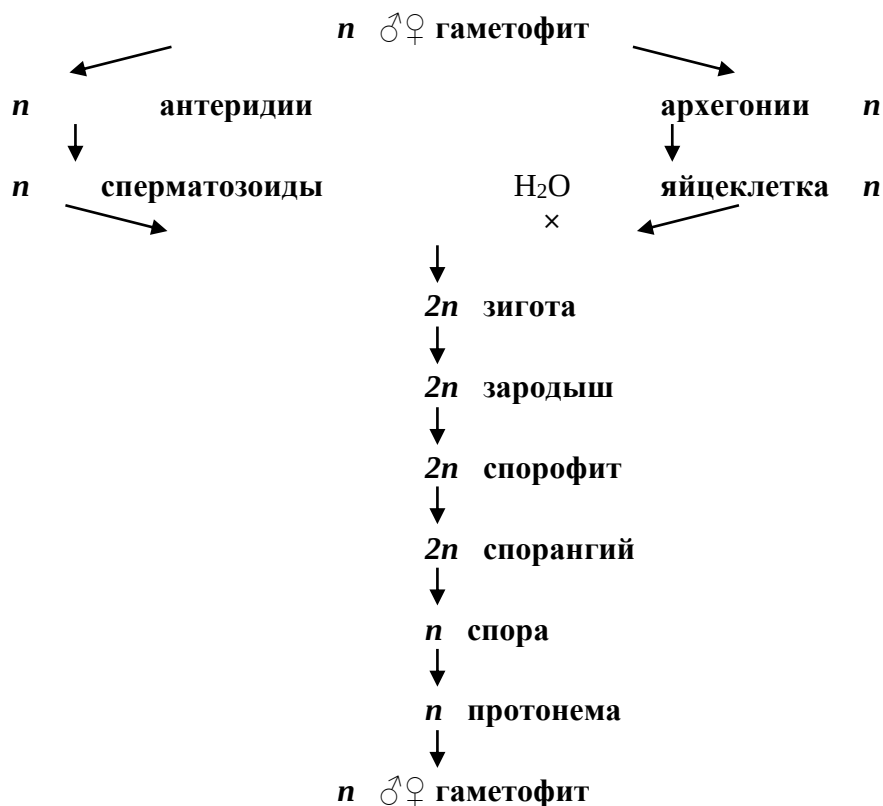


Рис. 72. Схема жизненного цикла мха сфагнум

Из-за наличия водоносных клеток в строении побега ($\frac{2}{3}$ растения) мох сфагнум может накапливать и удерживать воду, что, несомненно, вызывает переувлажнение и заболачивание территории. При высыхании растений мертвые клетки заполняются воздухом, и мох становится бесцветным, белым. Растения сфагнома обладают высокой гигроскопичностью: 1:35 в сравнении с собственной сухой массой; 1:4 – с ватой. Растения сфагнома содержат фенолоподобное вещество сфагنون, обладающее антисептическим действием.

Материал: гербарий растений мхов кукушкин лен, сфагнум; постоянные препараты продольного разреза коробочки кукушкина льна, растения сфагнома.

Задание: изучить на постоянном препарате строение коробочки кукушкина льна и зарисовать схему жизненного цикла мха кукушкин лен; изучить на постоянном препарате гистологическое строение сфагнома, зарисовать схему жизненного цикла мха сфагнум.

Класс Листостебельные мхи, представители мхов кукушкин лен (подкласс Зеленые мхи) и сфагнум (подкласс Белые мхи). Изучить внешнее строение мхов, используя гербарный материал, отметить их различие. На постоянных микропрепаратах рассмотреть строение коробочки мхов, гистологические признаки строения листьев мха сфагнум. Зарисовать схемы жизненных циклов мха кукушкин лен и мха сфагнум.

Тема 17. ОТДЕЛ ПЛАУНОВИДНЫЕ: ПЛАУН БУЛАВОВИДНЫЙ, СЕЛАГИНЕЛЛА

Семейство *Плауновые* представлен родом Плаун (*Lycopodium*) (около 200 видов) и монотипным родом Филлоглоссум (*Phylloglossum*), представители которых массово произрас-

тают в тропических условиях. В умеренной зоне произрастает 14 видов плаунов, среди которых самым распространенным является *плаун булавовидный* (рис. 73).



Рис. 73. Плаун булавовидный

Плаун булавовидный имеет ползучие дихотомически ветвящиеся побеги (длиной до 3 м), густо покрытые жесткими мелкими листьями. От стебля отходят тонкие придаточные корни.

На верхушках приподнимающихся побегов формируются спороносные колоски (стробилы) цилиндрической формы, расположенные чаще всего по два. Каждый стробил состоит из оси и чешуевидных спорофиллов треугольной формы, на верхней стороне которых находится крупный почкообразный спорангий. В спорангиях в результате мейоза образуются гаплоидные одинаковые по размеру и физиологически равноценные споры, покрытые желтой оболочкой (рис. 73-75).

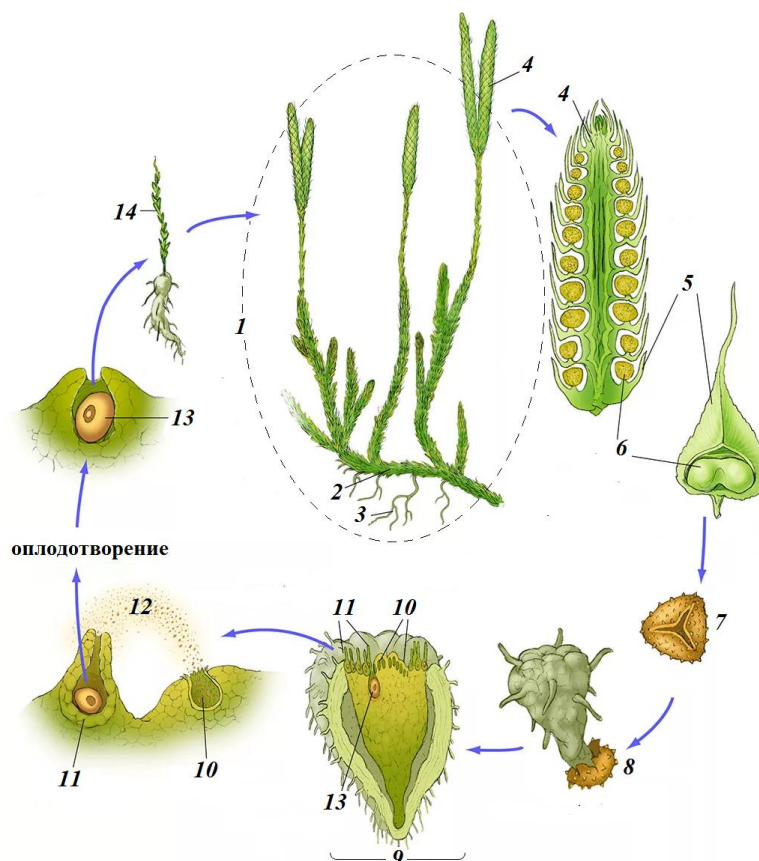


Рис. 74. Плаун булавовидный

1 – спорофит; 2 – ползучий стебель; 3 – придаточные корни; 4 – спороносный колосок; 5 – спорофиллы; 6 – спорангий; 7 – споры; 8 – прорастание споры в гаметофит; 9 – гаметофит; 10 – антеридии; 11 – архегоний с яйцеклеткой; 12 – сперматозоиды; 13 – зигота; 14 – развитие нового растения из зародыша

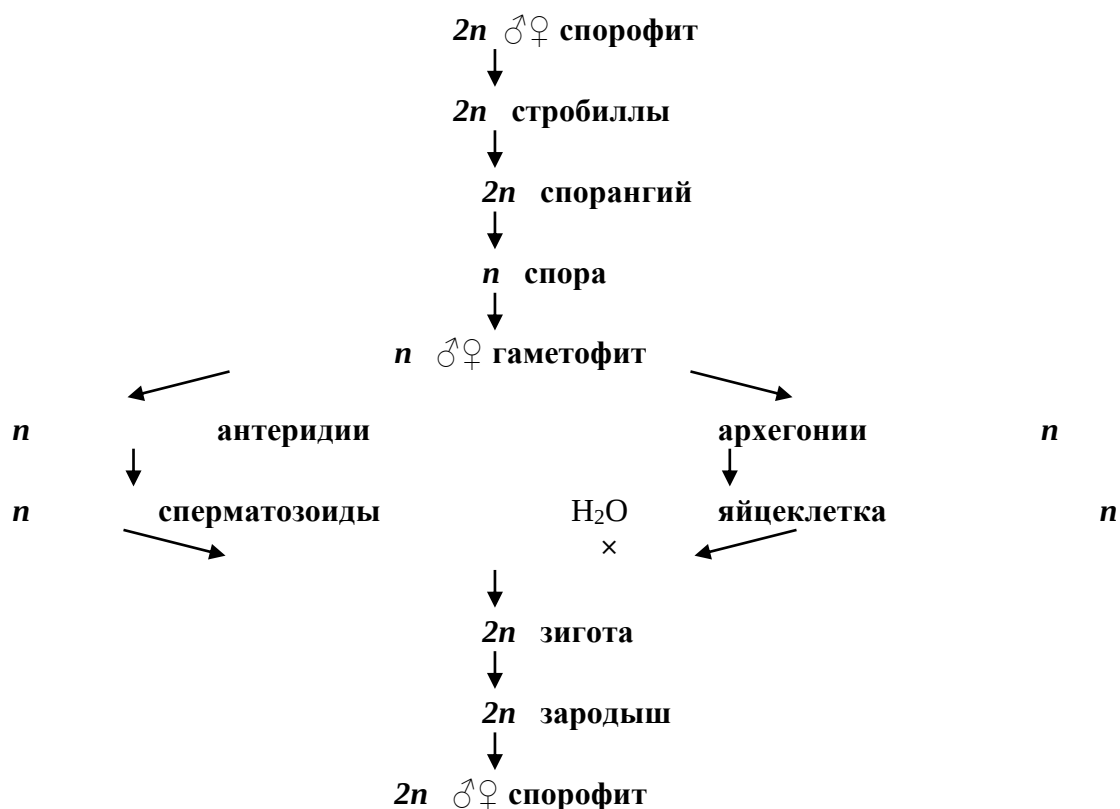


Рис. 75. Схема жизненного цикла плауна булавовидного

Споры высыпаются из спорангия и прорастают в почве очень медленно (3–8 лет) в *заросток* – гаплоидный обоеполюый гаметофит. Заросток мелких размеров бурого цвета имеет клубневидную форму. Для заростка плауна булавовидного характерен микотрофный тип питания. Он развивается медленно (до 10 лет), что зависит от интенсивности формирования микоризы.

На его верхней поверхности формируются многочисленные антеридии и архегонии, от нижней стороны отходят ризоиды. Оплодотворение яйцеклетки двужгутиковыми сперматозоидами осуществляется в почве при достаточном количестве воды с образованием зиготы. Из нее развивается зародыш спорофита (в брюшке архегония), а затем и взрослое растение.

Класс *Полушниковые* включает:

- род Полушник (*Isoetes*), или Шильник (70 видов);
- род Селагинелла (*Selaginella*), или Плаунок (около 700).

Разноспоровые Плауновидные произрастают в условиях повышенной влажности или являются водными растениями. Растения рода Полушник характеризуются наличием подземных стеблей, несущих листья, похожие на иглы дикобраза (Шильник) (рис. 76).

Род *Селагинелла* среди современных плауновидных насчитывает самое большое число видов, представляющих собой многолетние травянистые растения, требующих высокой влажности. Но на территории России и на Кавказе произрастает всего 8 видов (рис. 77).

Как правило, растения селлагинеллы небольших размеров (5–15 см) с нежными стелющимися побегами, образующие зеленые подушки, похожие на моховые. На побегах часто формируются корневые подпорки, обладающие положительным геотропизмом. Стебли селлагинеллы покрыты слабо кутинизированной эпидермой без устьиц. Листья мелкие (от 0,5 до 5 мм), но располагаются в четыре ряда (два нижних ряда имеют более крупные листья, а два верхних – более мелкие), что обеспечивает формирование листовой мозаики. В листьях находятся немногочисленные (1–3 шт.) крупные пластинчатой формы примитивные хлоропласты.

В парных спороносных колосках находятся микроспорангии и мегаспорангии. В микроспорангиях образуются многочисленные микроспоры, а в каждом мегаспорангии – только 4 мегаспоры (рис. 78)



Рис. 76. Полушник (Шильник): *a* – озерный; *б* – вуалевый



Рис. 77. Селагинелла

При прорастании из микроспоры образуется мужской заросток (гаметофит). Он сильно редуцирован и состоит из одной вегетативной клетки, одного антеридия со сперматозоидами. Из мегаспоры образуется женский заросток (гаметофит), развитие которого проходит в пределах оболочки мегаспоры. На женском заростке развиваются архегонии с яйцеклетками. После оплодотворения (при наличии водных условий) возникает диплоидная зигота, из которой развивается новое бесполое поколение селлагинеллы (рис. 79).

Селлагинелла отличается от плауна булавовидного резкой морфологической и физиологической дифференциацией спор, наличием однополых сильно редуцированных гаметофитов, что является следствием разносторонности данных растений.

Материал: гербарий и фиксированные экземпляры растений различных видов плауна, оранжерейные растения селлагинеллы; постоянные препараты продольного разреза спороносных колосков плауна булавовидного и селлагинеллы.

Задание: изучить и зарисовать внешнее строение плауна булавовидного и зарисовать схему жизненного цикла; изучить на вегетирующем экземпляре строение селлагинеллы, зарисовать строение спороносного колоска и схему жизненного цикла.

Выполнение работы. Класс Плауновые равноспоровые, представитель плаунов булавовидный. Используя гербарный материал, изучить внешнее строение данного растения. Отметить наличие длинного ползучего побега и придаточных корней. Побеги и корни плауна булавовидного имеют дихотомический тип ветвления. На вертикально возвышающихся побегах располагаются парные спороносные колоски (стробилы). На постоянном микропрепарате изучить строение спороносного колоска, отметить особенности строения спорофиллов и расположения спорангиев.

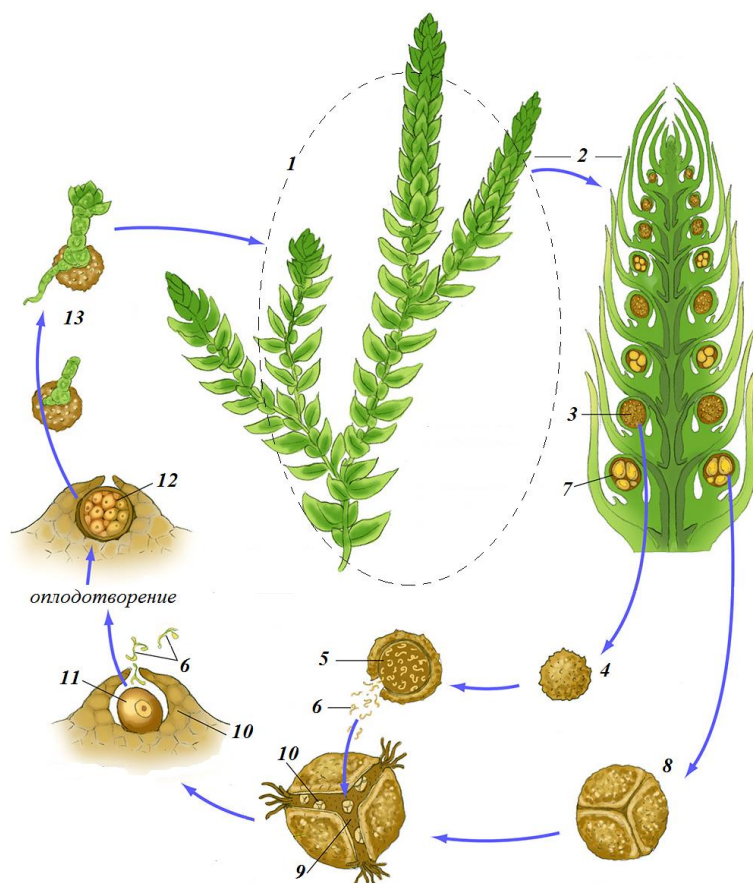
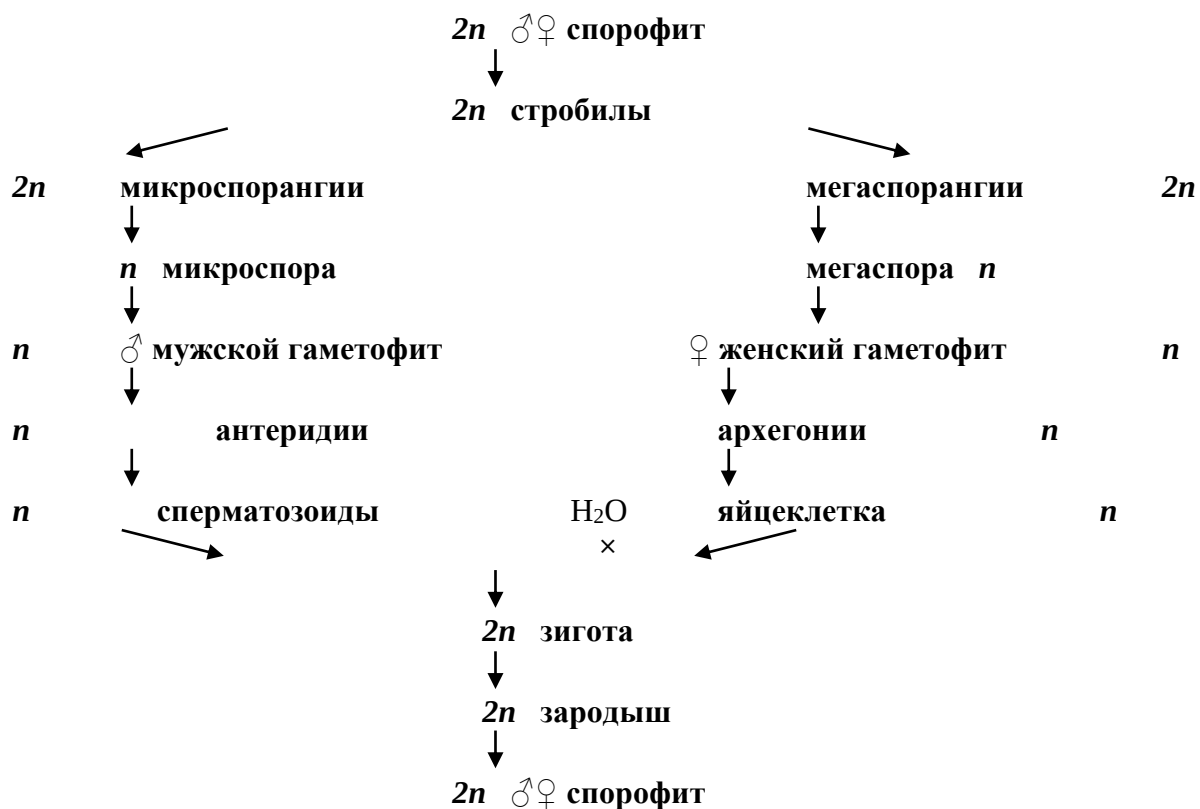


Рис. 78. Селагинелла:

1 – спорофит; 2 – стробилы (спороносный колосок); 3 – микроспорангий; 4 – микроспора; 5 – мужской гаметофит (внутри микроспоры); 6 – сперматозоиды; 7 – мегаспорангий; 8 – мегаспора; 9 – женский гаметофит (внутри мегаспоры); 10 – архегоний; 11 – яйцеклетка; 12 – зигота; 13 – развитие нового растения из зародыша



Класс Полушниковые разноспоровые, представитель селлагинеллы. Изучить внешнее строение селлагинеллы на вегетирующем экземпляре. На постоянном микропрепарате рассмотреть строение спороносного колоска селлагинеллы, особенности расположения микро- и мегаспорангиев.

Тема 18. ОТДЕЛ ХВОЩЕВИДНЫЕ: ХВОЩ ПОЛЕВОЙ

Ярким, наиболее распространенным представителем этого отдела является *хвощ полевой* (*Equisetum arvense*) (рис. 80). Это многолетнее травянистое растение с развитыми длинными корневищами (проникают в почву на глубину до 1,0–1,2 м). За один период хвощ полевой развивает два типа побегов.

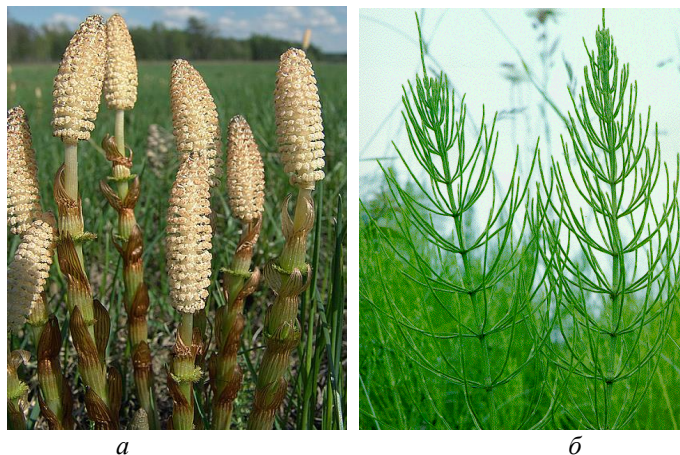


Рис.80. Хвощ полевой: *а* – весенний спороносный; *б* – летний ассимиляционный побег

Сначала от корневищ развиваются весенние спороносные побеги: прямостоячие, неразветвленные побеги бурого цвета (бесхлорофиллоносные) с мелкими пленчатыми листьями. На верхушке такого побега формируется спороносный колосок булавовидной формы. К спорангиофорам с внутренней стороны крепятся по 8–10 спорангиев мешковидной формы.

В спорангиях образуются морфологически одинаковые, но физиологически разные споры. При созревании спорангии вскрываются и споры разносятся ветром. Благодаря элатерам споры разносятся группами и прорастают на почве в рядом расположенные мужские и женские заростки (гаметофиты). Заростки имеют вид зеленых лопастных пластинок. На мужских заростках развиваются антеридии с многожгутиковыми сперматозоидами, на женских – архегонии с одной яйцеклеткой в каждом. При наличии водной среды происходит оплодотворение, в результате чего образуется зигота, зародыш, а из него – новое взрослое поколение спорофита (рис. 81, 82).

После распространения спор весенние спороносные побеги отмирают. На смену им из этих же корневищ развиваются летние ассимилирующие мутовчато разветвленные побеги. Такие побеги имеют мутовки из сросшихся мелких пленчатых листьев.

Материал: живые экземпляры и гербарные образцы растений различных видов хвоща; засушенные спороносные колоски хвоща полевого; постоянные препараты продольного разреза спороносного колоска хвоща полевого.

Задание: рассмотреть гербарные экземпляры различных видов хвоща, указав их систематические признаки, изучить на постоянном препарате строение спороносного колоска и спор хвоща полевого, зарисовать их; зарисовать схему жизненного цикла хвоща полевого.

Отдел Хвощевидные, представитель хвощ полевой. Используя гербарный материал (или живые экземпляры), изучить внешнее строение различных видов хвоща. Определить растения хвоща полевого и описать их.

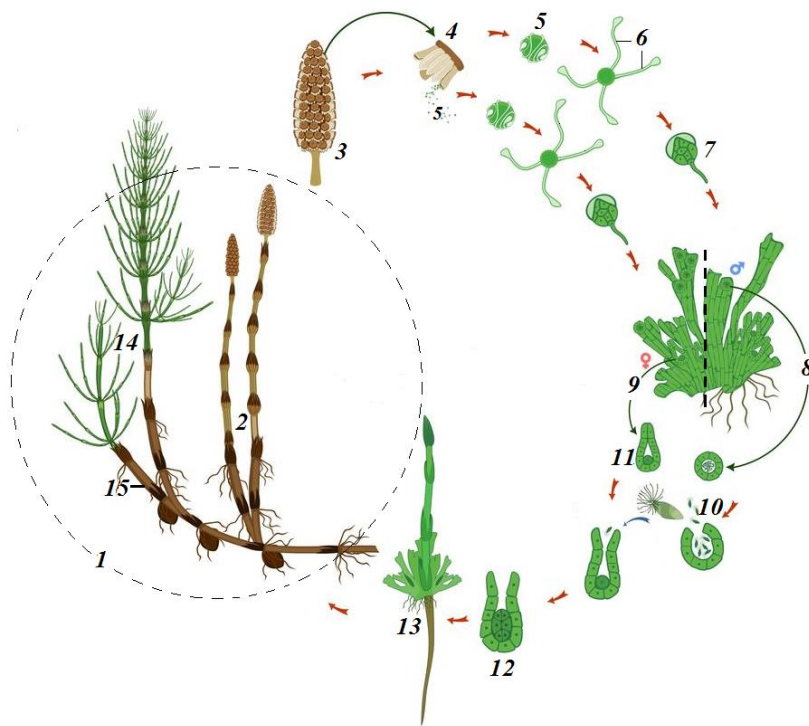


Рис. 81. Хвощ полевой:

1 – спорофит; 2 – весенний спороносный побег; 3 – спороносный колосок; 4 – спорангиефоры; 5 – споры; 6 – элатеры споры; 7 – прорастание споры в гаметофит; 8 – мужской гаметофит; 9 – женский гаметофит; 10 – антеридий со сперматозоидами; 11 – архегоний с яйцеклеткой; 12 – зигота; 13 – развитие нового растения из зародыша; 14 – летний ассимиляционный побег; 15 – корневище с придаточными корнями

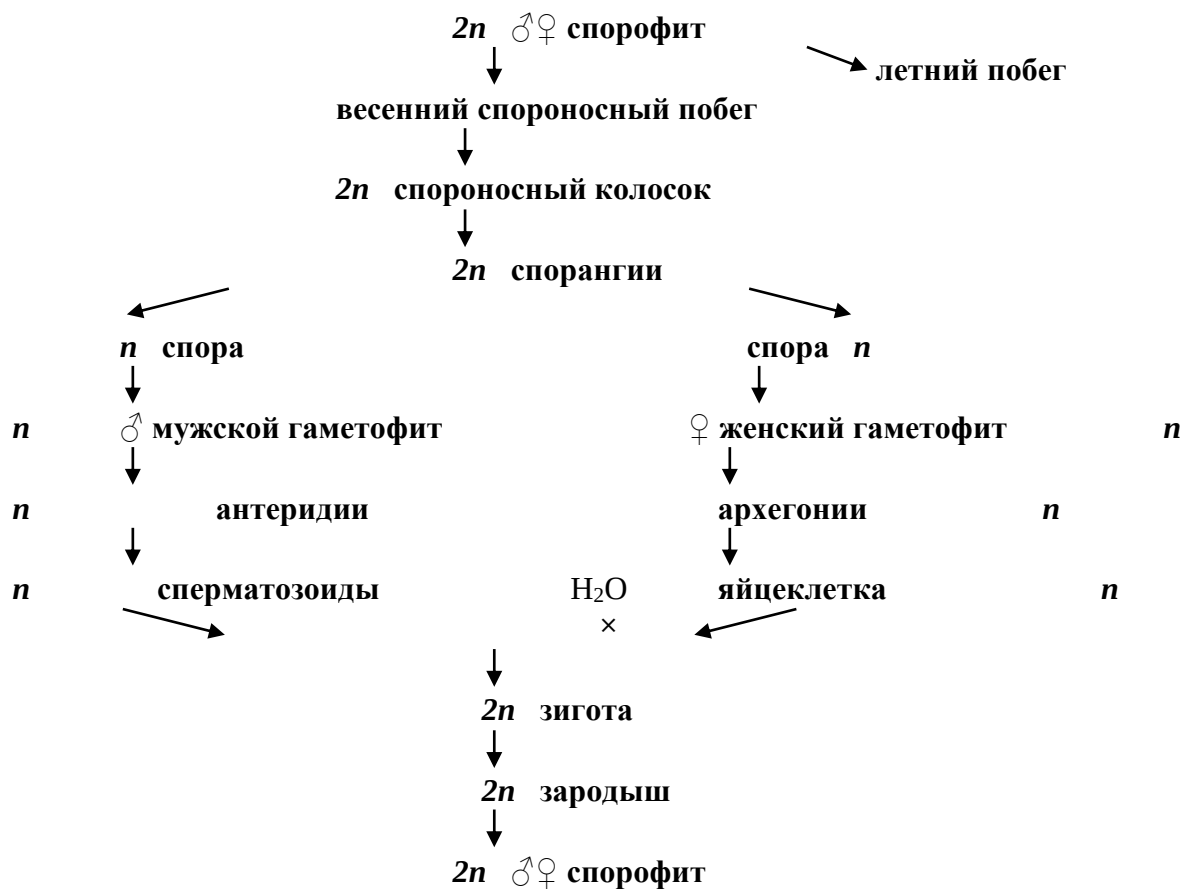


Рис. 82. Схема жизненного цикла хвоща полевого

Необходимо отметить, что хвощ полевой является многолетним травянистым растением, на корневищах которого образуются клубни, содержащие запасной крахмал (обеспечивают успешность вегетативного размножения). Используя гербарный и плакатный материал, определить, какой их побегов является весенним, какой – летним. Описать строение весеннего спороносного побега, отметить наличие его бурого окрашивания.

Используя постоянный препарат, рассмотреть и описать строение спороносного колоска хвоща полевого. Указать особенности его строения: булавовидная форма, наличие спорангиофоров в форме шестигранных щитков.

Для изучения строения спор необходимо сделать препарат, используя высушенные спороносные колоски хвоща полевого. На сухое предметное стекло, используя кисточку, поместить немного спор, не накрывая их покровным стеклом. Под микроскопом видно, что споры хвоща морфологически одинаковые, округлые. Споры хвоща, кроме экзины и интины, имеют третью оболочку, которая формирует элатеры. Они имеют вид четырех спирально скрученных лент. Для того чтобы рассмотреть их, необходимо осторожно подышать на препарат (согреть воздух вокруг спор) и сразу посмотреть в микроскоп. Хорошо видно, что при наличии более теплого сухого воздуха элатеры раскручиваются, с постепенным возвращением в исходное положение (это подтверждает гигроскопичность элатер спор хвоща полевого).

Используя гербарный материал или живые растения, описать строение летнего ассимилирующего побега, указав отличительные признаки в сравнении с весенним спороносным побегом.

Зарисовать внешнее строение весеннего спороносного и летнего ассимилирующего побегов хвоща полевого, его спороносного колоска и спор. Составить схему жизненного цикла хвоща полевого.

Тема 19. ОТДЕЛ ПАПОРОТНИКОВИДНЫЕ: ЩИТОВНИК МУЖСКОЙ, САЛЬВИНИЯ ПЛАВАЮЩАЯ

Одним из широко распространенных полиподиевых равноспоровых папоротников является *щитовник мужской*. Это многолетнее травянистое растение высотой до 80–100 см. Надземный стебель отсутствует. В почве формируется короткое утолщенное корневище с придаточными корнями. От корневища развиваются 5–7 крупных перисто-рассеченных листьев (вайи). Молодые листья улиткообразно скручены и постепенно от основания к верхушке разворачиваются, что подтверждает их стеблевое происхождение. Полное развитие листа завершается лишь на третий год (рис. 83-84).



Рис. 83. Щитовник мужской: а – сорусы; б – лист на стадии улитки

В цикле развития папоротника преобладает спорофит. Папоротники размножаются спорами. Образование спор осуществляется в спорангиях, которые собраны в сорусы. Каж-

дый спорангий имеет овально-округлую форму, покрыт однослойной оболочкой и крепится на длинной тонкой ножке.

Сорусы располагаются с нижней стороны листа вдоль средней жилки и покрыты индусием (общим покрывальцем). В одном спорангии, как правило, образуются 64 споры. Все споры одинаковы и покрыты двухслойной оболочкой. Созревшие спорангии вскрываются с помощью механического кольца, расположенного по окружности спорангия (рис. 84–86).



Рис. 84. Щитовник мужской:

1 – спорофит; 2 – нижняя поверхность листа; 3 – сорусы; 4 – спорангий; 5 – споры; 6 – прорастание споры в гаметофит; 7 – обоеполый гаметофит; 8 – антеридий; 9 – сперматозоиды; 10 – архегоний с яйцеклеткой; 11 – зигота; 12 – развитие нового растения из зародыша

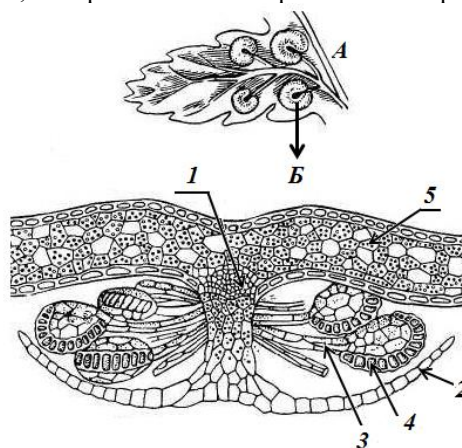


Рис. 85. Строение соруса:

А – сорус на нижней поверхности вайи; Б – поперечный срез вайи с сорусом;
1 – плацента; 2 – индузий; 3 – ножка спорангия; 4 – спорангий; 5 – мезофил вайи (листа)

При попадании в благоприятные условия споры прорастают в обоеполые заростки (гаметофиты). Каждый заросток имеет вид зеленой округло-сердцевидной пластинки размером не более 1 см², которые крепятся к почве с помощью ризоидов. На нижней поверхности за-

ростка формируются антеридии и архегонии. Архегонии имеют колбовидную форму с расширенным брюшком (как у большинства споровых растений), антеридии – округлую форму с многочисленным спирально закрученными многожгутиковыми сперматозоидами. При наличии влажной среды происходит оплодотворение, в результате чего формируется зигота, а из нее развивается зародыш. Первоначально зародыш развивается за счет заростка (до образования корешка, стебелька и первого листа).

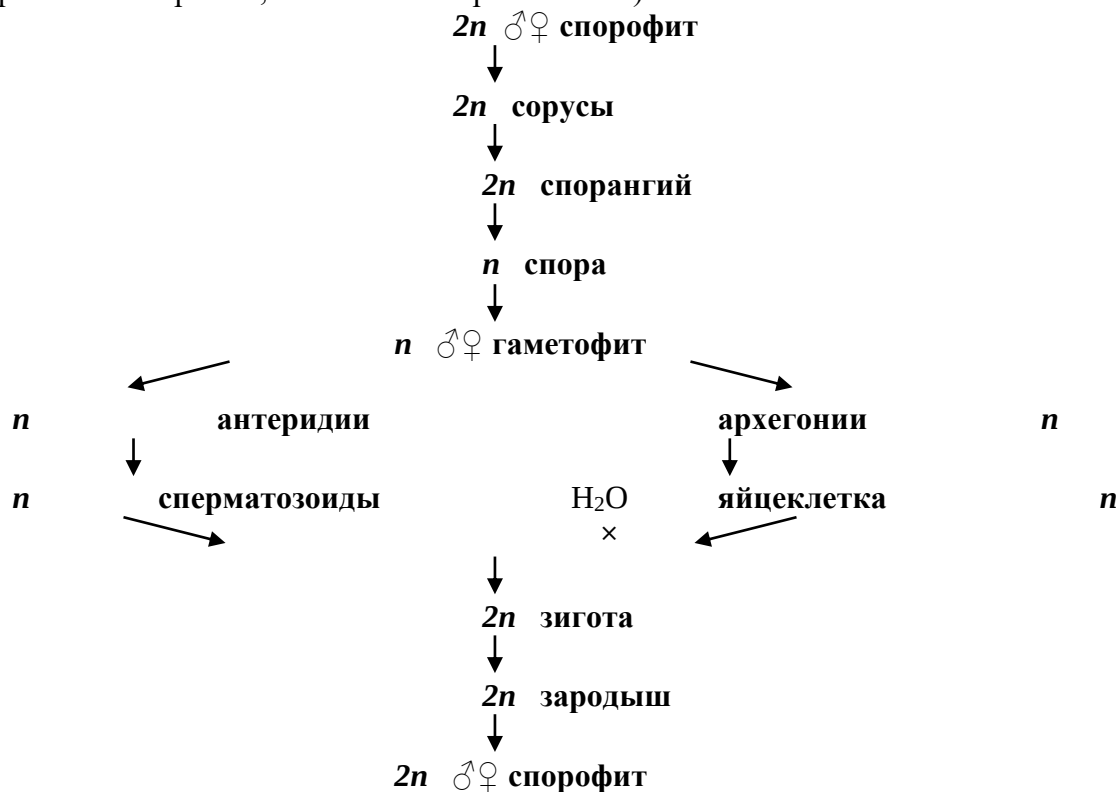


Рис. 86. Схема жизненного цикла щитовника мужского

К разнospоровым (водным) папоротникам относится *сальвиния плавающая*, широко встречающаяся в теплых водоемах южной части России, Кавказа, Средней Азии, а также широко культивируемая как декоративное аквариумное растение.

Это небольшое растение, которое формирует на поверхности водоемов своеобразные «заросли». У этого папоротника нет корней. На тонком стебле от каждого узла крепятся мутовки из трех листьев. Два листа имеют цельные листовые пластинки длиной до 1,0–1,5 см, обладающие водоотталкивающим эффектом, и находятся на поверхности воды. Эти листья фотосинтезирующие. Третий лист сильно рассечен, погружен в воду и выполняет функцию корней (рис. 87, 88).



Рис. 87. Сальвиния плавающая (внешний вид):

a – листья на поверхности воды; *б* – водный лист и прикрепленные к его основанию шаровидные сорусы

К основанию подводного листа крепится группа шаровидных замкнутых, одинаковых по размеру сорусов: в одних сорусах находится множество мелких шаровидных микроспорангиев, в других – небольшое число крупных овальных мегаспорангиев. В каждом микроспорангии обычно образуются по 64 микроспоры. В одном мегаспорангии полного развития достигает только одна мегаспора.

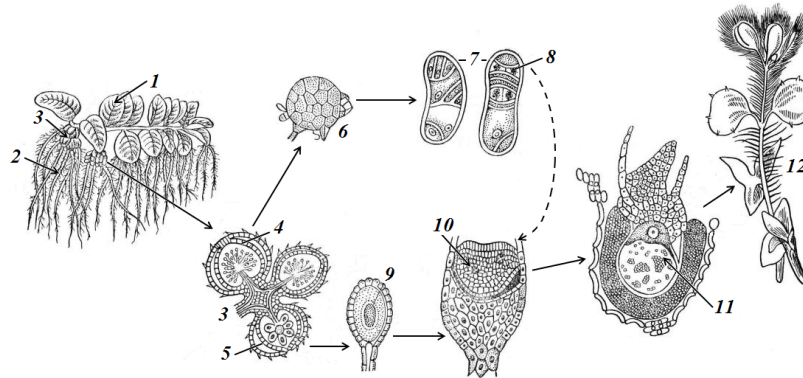


Рис. 88. Сальвиния плавающая (строение):

1 – надводные листья; 2 – подводные рассеченные листья; 3 – шаровидные сорусы; 4 – сорусы с микроспорангиями; 5 – сорусы с мегаспорангиями; 6 – микроспорангий с мужским гаметофитом; 7 – мужские гаметофиты; 8 – сперматозоиды; 9 – мегаспорангий; 10 – архегоний; 11 – женский гаметофит с зародышем; 12 – молодое растение

Сорусы со спорангиями оседают осенью на дно водоема и зимуют там. Весной, когда сгнивают оболочки сорусов, спорангии всплывают на поверхность водоема. Споры прорастают в заростки (гаметофиты), не покидая оболочек спорангиев. Микроспора прорастает в сильно редуцированный мужской заросток, на котором развиваются только два антеридия с 4 сперматозоидами в каждом. Из мегаспоры формируется женский заросток, на котором развиваются 3–5 архегониев. Развитые заростки разрывают оболочки спорангиев и выходят наружу. После оплодотворения из зиготы развивается зародыш, который долгое время связан с женским заростком, из него – взрослое растение (рис. 89).

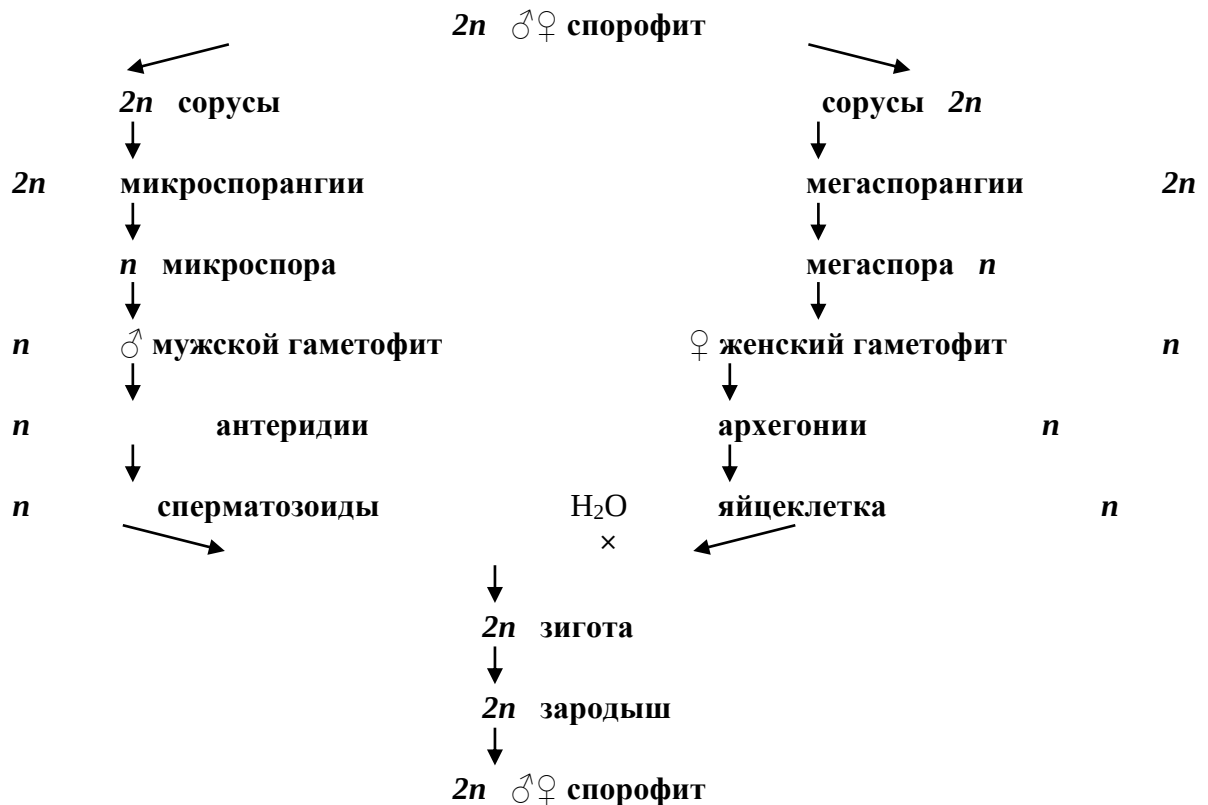


Рис. 89. Схема жизненного цикла сальвинии плавающей

Материал: живые экземпляры и гербарные образцы щитовника мужского, уховника обыкновенного, орляка обыкновенного, страусника, сальвинии плавающей; постоянные микропрепараты продольного разреза вайи со спорангиями, заростков.

Задание: рассмотреть гербарные образцы представителей отдела Папоротниковидные, указав их систематические признаки и сравнив между собой; изучить их строение на постоянном препарате, зарисовать, привести обозначения; зарисовать схемы их жизненного цикла.

Отдел Папоротниковидные, представители: щитовник мужской, уховник обыкновенный, орляк обыкновенный, страусник, сальвиния плавающая. Используя гербарный материал (или живые экземпляры), изучить внешнее строение различных папоротников. Определить растения щитовника мужского и описать их.

Необходимо отметить, что щитовник мужской является многолетним травянистым растением, на корневищах которого находятся крупные перисто-рассеченные листья (вайи). На нижней поверхности листьев вдоль средних жилок крепятся сорусы. Используя гербарный и плакатный материал, описать внешнее строение растений щитовника мужского.

Используя постоянный препарат, рассмотреть при малом увеличении и описать строение соруса. Указать особенности его строения: спорангий защищен пленчатым общим индусием соруса, каждый спорангий крепится с помощью ножки в плаценте. Стенка спорангия однослойная многослойная. На поверхности спорангия четко выделяется механическое кольцо, обеспечивающее при подсыхании его клеток вскрываемость спорангиев.

Зарисовать часть вайи с сорусом, привести соответствующие обозначения.

Рассмотрев постоянный микропрепарат, отметить особенности строения гаметофита щитовника мужского. Это обоеполый заросток с сердцевидной выемкой, к почве прикрепляется ризоидами. На нижней поверхности вблизи выемки располагается группа архегониев (брюшко погружено в ткань заростка), в ризоидальной зоне – группа округлых антеридиев. Зарисовать строение заростка, сделать обозначения. Составить схему жизненного цикла щитовника мужского.

Используя гербарный материал или живые растения, описать внешнее строение сальвинии плавающей, отметить наличие двух типичных листьев с цельной листовой пластинкой и третьего листа в виде тонких изрезанных сегментов, выполняющих функцию поглощения элементов питания.

Рассмотреть при малом увеличении на постоянных микропрепаратах строение женского и мужского заростков. Отметить их сильную редукцию: развитие заростков внутри оболочек спорангиев, строение с небольшим количеством гаметангиев и гамет. Составить схему жизненного цикла сальвинии плавающей.

Тема 20. ОТДЕЛ ГОЛОСЕМЕННЫЕ: СОСНА ОБЫКНОВЕННАЯ

Особенности жизненного цикла рассмотрим на примере *сосны обыкновенной*, распространенного представителя из класса Хвойные. Бесполое поколение (спорофит) преобладает в жизненном цикле.

Сосна является светолюбивым растением со средней продолжительностью жизни деревьев около 500 лет. На укороченных побегах расположены парные хвоинки, которые существуют 2–3 года. Сосна обыкновенная имеет стержневую корневую систему сосны; прямой стебель высотой до 35–50 м. Осевые органы (корень и стебель) имеют вторичное утолщение благодаря работе камбия.

Сосна обыкновенная является однодомным, разноспоровым растением: на одном растении формируются мужские и женские шишки. Формирование семян у нее начинается в среднем на 20–30-й годы жизни.

Мужские шишки образуются у основания весенних побегов, мелкие, удлиненной формы, желтого цвета. На оси мужской шишки по спирали расположены микроспорофиллы в виде чешуек. С нижней стороны каждого микроспорофилла прикрепляются два микроспорангия, в которых в результате мейоза из клеток спорогенной ткани образуется большое число микроспор. Формирование микроспор заканчивается к осени.

Все микроспоры одноядерные, с двумя оболочками: интина – внутренняя, тонкая; экзина – наружная, более плотная с сетчатым рисунком. Экзина в двух местах отходит от интины, благодаря чему образуются два воздушных мешка (полости) (рис. 90).

Еще в микроспорангиях микроспоры прорастают, в результате чего формируется мужской гаметофит – это пыльца. Развитие гаметофита проходит в пределах оболочки микроспоры. Ядро микроспоры делится дважды, в результате чего образуются две клетки: маленькая – антеридиальная и крупная – вегетативная (сифоногенная; клетка пыльцевой трубки). В таком состоянии пыльца сосны обыкновенной переносится ветром на женские шишки.

Женские шишки сосны одиночные, крупнее мужских и образуются на самой верхушке молодых весенних побегов (более доступное место для переноса пыльцы ветром). От опыления до полного созревания семян сосны проходит практически 3 года. В первый год жизни женские шишки имеют красноватый оттенок. На оси женской шишки расположены кроющие и семенные чешуи, расположенные попарно. Кроющие чешуи – наружные, тонкие, бесплодные. Семенные чешуи являются внутренними, более крупными и утолщенными. На верхней стороне каждой семенной чешуи, в ее основании формируются два семязачатка (семенные чешуи являются мегаспорофиллами, а семязачаток – мегаспорангием) (рис. 91).



Рис. 90. Мужская шишка: *а* – внешний вид; *б* – пыльца (микрофото)



Рис. 91. Женская шишка:
а – до опыления; *б* – после опыления (на второй год); *в* – шишка без семян

Семязачаток состоит из нуцеллуса (центральная часть семязачатка) и интегументов (покрова семязачатка). Интегументы вверху не срастаются, образуя, таким образом, микропиле (пыльцевход).

После полного формирования семязачатка одна клетка нуцеллуса семязачатка обособляется (археспориальная клетка – материнская клетка мегаспор) и редуционно делится (мейозом). В результате из одной диплоидной археспориальной клетки нуцеллуса образуются 4 гаплоидные мегаспоры.

Из четырех мегаспор три дегенерируют, а четвертая (нижняя) разрастается. Эта мегаспора в результате многократного деления митозом прорастает в женский гаметофит – первичный эндосперм. У голосеменных растений первичный эндосперм является гаплоидным (женский гаметофит) и формируется до оплодотворения. В верхней части первичного эндосперма, ближе к микропиле, образуются два архегония с одной яйцеклеткой в каждом. Женский гаметофит у голосеменных сильно редуцирован и развивается внутри семязачатка.

Прорастание пыльцы, оплодотворение. Пыльца из мужских шишек переносится с помощью ветра и попадает на нуцеллус семязачатка через микропиле. После опыления кроющие чешуи женских шишек сближаются, шишки покрываются тонким слоем смолы, что предохраняет пыльцу от воздействия внешних факторов (низкие температуры, доступ воды и воздуха). Женские шишки постепенно укрупняются, становятся зелеными (рис. 92).

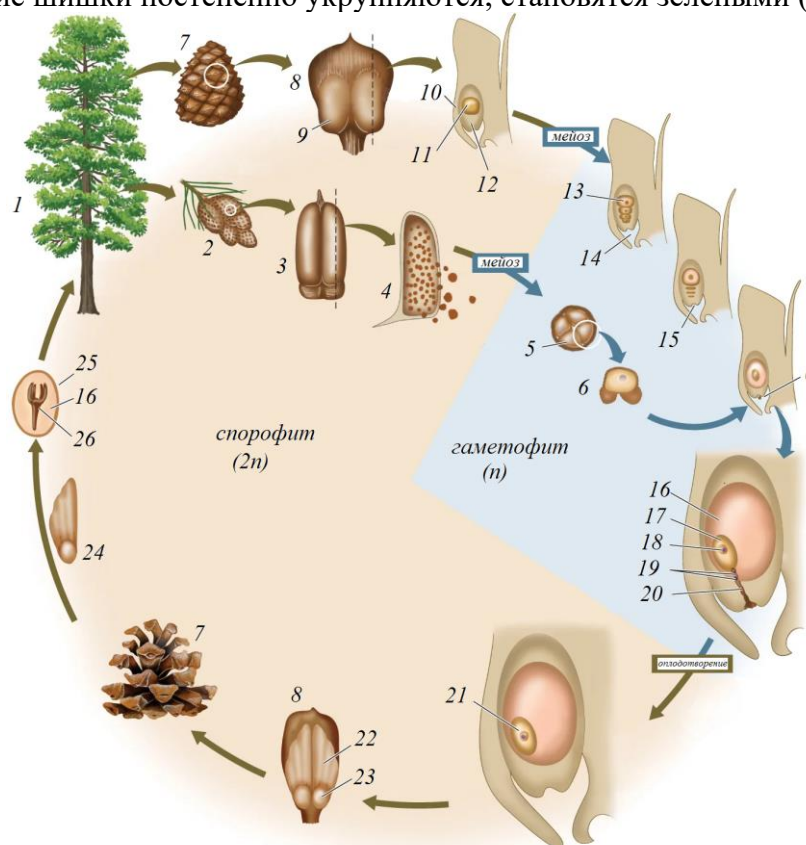


Рис. 92. Сосна обыкновенная:

- 1 – взрослое растение (спорофит); 2 – мужская шишка; 3 – микроспорофилл с двумя микроспorangиями; 4 – микроспorangий (срез); 5 – микроспоры; 6 – пыльца; 7 – женская шишка; 8 – семенная чешуя с двумя семязачатками; 9 – семязачаток; 10 – интегументы; 11 – материнская клетка мегаспор; 12 – нуцеллус; 13 – мегаспоры (разросшаяся, функциональная); 14 и 15 – микропиле; 16 – первичный эндосперм; 17 – архегоний; 18 – яйцеклетка; 19 – спермии; 20 – пыльцевая трубка; 21 – зигота; 22 – крыловидный придаток; 23 – семя; 24 – семя (крылатое); 25 – семенная оболочка; 26 – зародыш

Здесь пыльца остается в состоянии покоя целый год, до следующего лета. К этому времени в семязачатке формируется первичный эндосперм с архегониями. После этого пыльца

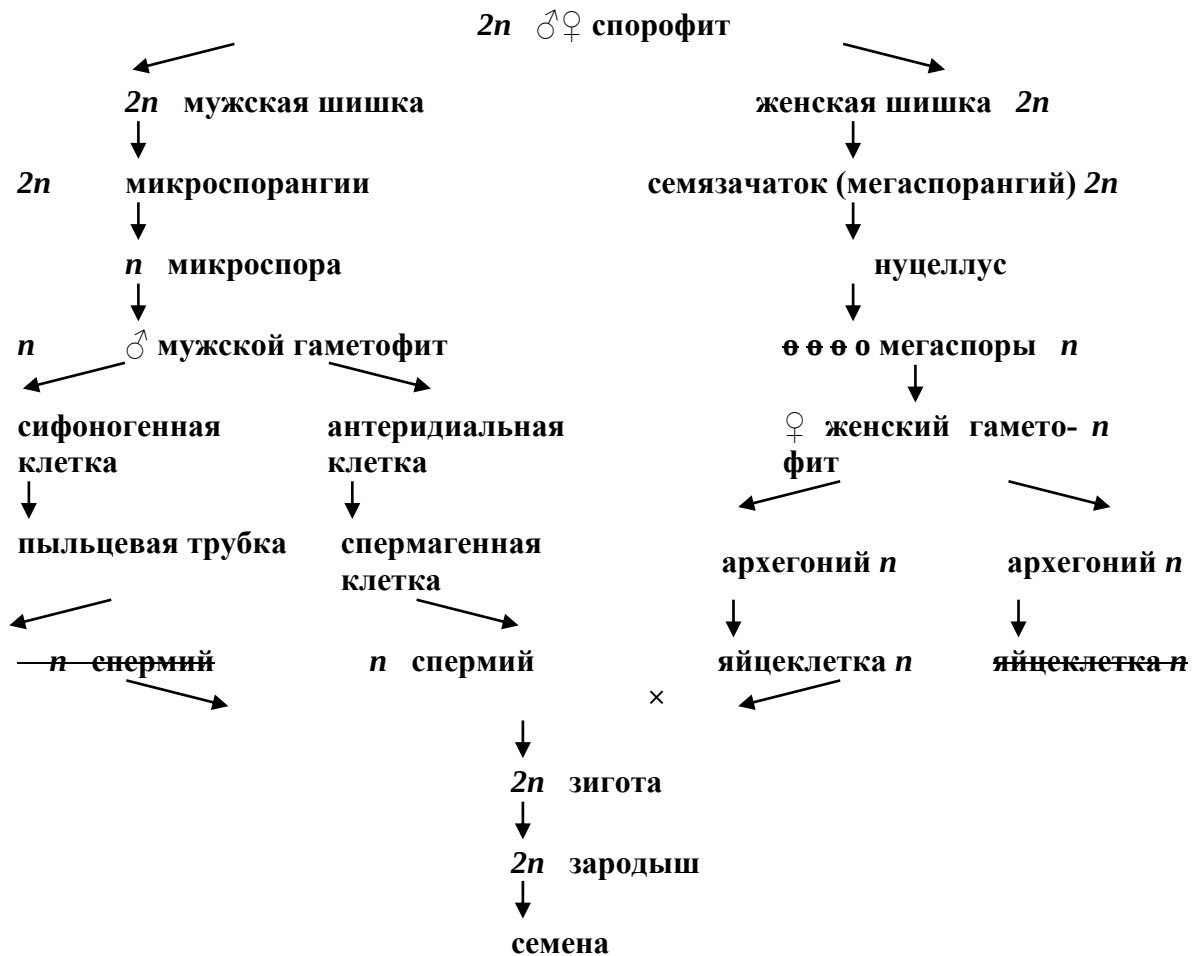
прорастает: наружная оболочка пыльцы (экзина) разрывается, вегетативная клетка вытягивается в длинную пыльцевую трубку, которая проникает через микропиле к архегонию. К этому времени антеридиальная клетка пыльцы делится на базальную и спермагенную клетки. Далее спермагенная клетка делится с образованием двух спермиев (мужские гаметы без жгутиков).

Достигнув архегония, пыльцевая трубка лопается и один из спермиев сливается с ядром яйцеклетки, а другой погибает. В результате оплодотворения образуется диплоидная зигота, а из нее тотчас развивается зародыш семени.

Формирование семян. Развитие зародыша происходит за счет запасных питательных веществ первичного эндосперма и нуцеллуса. Сформировавшийся зародыш состоит из зародышевого корешка, стебелька, нескольких (5–12) семядолей и почечки. Нуцеллус остается в виде тонкой пленки, а из интегументов образуется твердая семенная оболочка. Так семязачаток превращается в семя.

Семена парами лежат в основании семенной чешуи и имеют крыловидные придатки – специальные приспособления, способствующие распространению их ветром. Созревание семян происходит осенью, на второй год после опыления. К этому времени женские шишки сильно разрастаются (длиной около 4–6 см), приобретают коричневый оттенок. Зимой женские шишки поникают, чешуи подсыхают и расходятся, в результате семена высыпаются. С наступлением благоприятных условий семена прорастают.

Полный жизненный цикл у сосны обыкновенной (от опыления до созревания семян) проходит за два года. Ежегодно на сосне можно рассмотреть несколько типов шишек: желтые мужские шишки; красные женские шишки (связаны с процессом опыления), зеленые женские шишки (несколько крупнее, в них происходит оплодотворение) и коричневые крупные женские шишки (созревание семян) (рис. 93).



↓
2n ♂♀ спорофит

Рис. 93. Схема жизненного цикла сосны обыкновенной

Материал: живые экземпляры и гербарные образцы побегов с шишками (шишкоягодами) сосны обыкновенной и сибирской, ели обыкновенной, пихты сибирской, лиственницы сибирской, туи западной, кипариса вечнозеленого, можжевельника обыкновенного, тиса обыкновенного, гинкго двухлопастного, эфедры двухколосковой; постоянные микропрепараты продольных срезов мужских шишек и семязачатков сосны обыкновенной, ели обыкновенной.

Задание: рассмотреть гербарные образцы отдела Голосеменные, описать их морфологические признаки строения; изучить строение мужской и женских шишек сосны обыкновенной, особенности прохождения жизненного цикла и его продолжительность, зарисовать его, привести обозначения.

Особенности строения шишек хвойных необходимо рассмотреть на примере сосны обыкновенной. На живом экземпляре рассматривают строение мужской шишки, определяют местоположение микроспорангиев. На нижней стороне микроспорофилла имеются два мешковидных микроспорангия. Более детально изучают строение мужской шишки, используя постоянный микропрепарат ее продольного среза. Зарисовывают внешний вид, продольный разрез и микроспорофилл (вид снизу). Препаровальной иглой отделяют микроспорофилл. Для исследования содержимого микроспорангия раздавливают его на предметном стекле и изготавливают препарат, который рассматривают при большом увеличении. Пыльца (мужской гаметофит) имеет две стенки: внутреннюю – интину и наружную – экзину. Между ними образуются две воздушные полости. Пыльца состоит из вегетативной и антеридиальной клеток. Зарисовывают пыльцу и обозначают ее части.

Затем переходят к изучению женских шишек. Молодая шишка имеет красновато-зеленый цвет. Разрезают ее вдоль. На главной оси женской шишки расположены семенные чешуйки. Препаровальной иглой отделяют одну чешуйку и рассматривают с обеих сторон. На верхней стороне семенной чешуи, у ее основания находятся два семязачатка. С нижней стороны к семенной чешуе крепится кроющая чешуя. Зарисовывают общий вид шишки и семенную чешуйку с обеих сторон. Строение семязачатка изучают, используя постоянный микропрепарат. Зарисовывают и обозначают: интегумент, микропиле, нуцеллус, эндосперм с двумя архегониями и яйцеклетками (женский гаметофит). Затем рассматривают созревшую шишку. Она крупнее (до 6–7 см длиной), конусовидной формы, с заостренной верхушкой. Семенные чешуйки одревесневшие, коричневые. Зарисовывают внешний вид шишки.

Затем изучают строение семени и зарисовывают его. Семя имеет крыловидный вырост, способствующий переносу ветром. Созревание семени у сосны происходит через два года после опыления.

Тема 21. ЦВЕТОК И ЕГО МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ. ФОРМУЛА ЦВЕТКА

Цветок (лат. flos, греч. anthos) – это репродуктивный орган покрытосеменных растений. Главная роль цветка заключается в том, что в нем полностью совмещены все процессы бесполого и полового размножения. Большинство ботаников используют следующее определение:

цветок – это видоизмененный, укороченный, ограниченный в росте, неразветвленный спороносный побег, предназначенный для образования спор, гамет и полового процесса, завершающегося образованием семян и плода.

Цветок является уникальным образованием по своей природе и функциям, он также разнообразен в деталях строения, по окраске и размерам. Известны крошечные цветки – около 1 мм в диаметре (семейство Рясковые), и одновременно существуют цветки-гиганты, как

у раффлезии Арнольда (*Rafflesia arnoldii*). Цветок этого растения (остров Калимантан) достигает 1 м в диаметре и является самым крупным среди покрытосеменных растений.

Цветок возникает из конуса нарастания цветочного побега. Листочки околоцветника, тычинки и пестики последовательно закладываются в виде бугорков верхушечной меристемы. Первоначально процессы формирования и развития цветочных структур осуществляются в цветочной почке. Цветочная почка обычно состоит из почечного покрова (перулы), образованного почечными чешуями, которые плотно окружают молодой цветок, или бутон. Иногда покров отсутствует и бутон защищают молодые листья, плотно облегающие отдельные цветки или целые соцветия.

По положению цветки бывают *верхушечными* или *боковыми*. При боковом положении цветок выходит из пазухи видоизмененного или невидоизмененного прицветного листа (прицветника).

Морфологические части цветка имеют *стеблевое* и *лиственное* происхождение. Стеблевая часть цветка представлена цветоножкой и цветоложем, листовая часть – это околоцветник, тычинки и пестики.

Цветоножка – это участок побега между цветком и прицветником. Если цветоножка укорочена или отсутствует, цветок называют **сидячим**, (подорожник, клевер) (рис. 94).

Цветоложе – это верхняя расширенная часть цветоножки, к которой прикрепляются все части цветка. Оно может иметь различную форму: плоскую (пион), коническую (лютик), удлинненную (магнолия, земляника), вогнутую (роза, вишня).

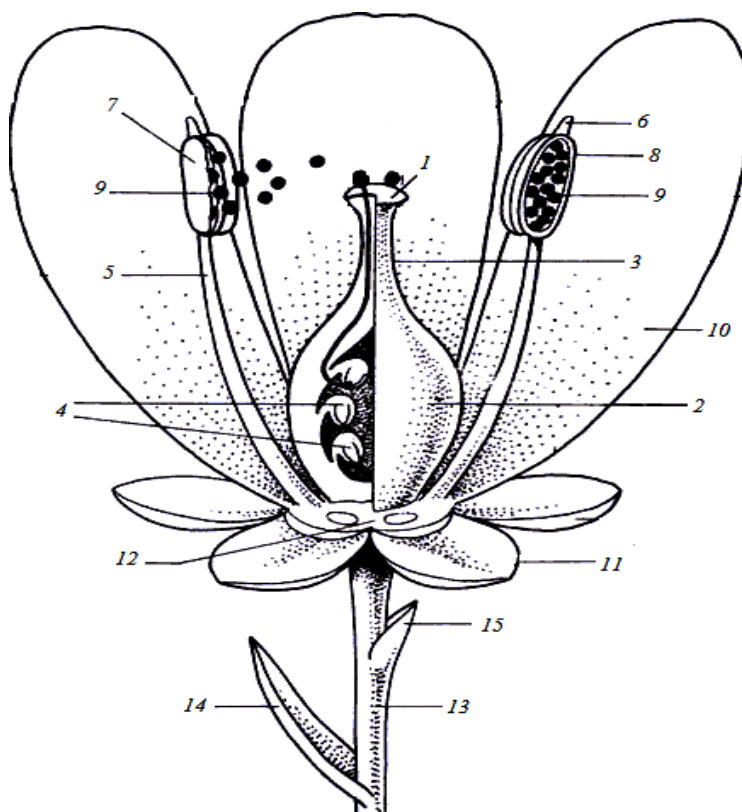


Рис. 94. Схема строения цветка:

- 1 – рыльце; 2 – завязь; 3 – столбик; 4 – семячкоток; 5 – тычиночная нить;
6 – связник; 7 – пыльник; 8 – пыльник в разрезе; 9 – пыльцевые зерна; 10 – лепесток; 11 – чашелистик;
12 – цветоложе; 13 – цветоножка; 14 – прицветник; 15 – прицветничек

У некоторых цветков различают гипантий. **Гипантий** – это особая бокальчатая структура, которая образуется в результате срастания цветоложа, нижних частей околоцветника и

тычиночных нитей. Он характерен для представителей семейства Розовые и некоторых видов бобовых. У отдельных растений гипантий участвует в формировании плода (шиповник).

На цветоложе все части цветка могут располагаться следующим образом:

а) *кругами*, или мутовками (циклический цветок);

б) *по спирали* (ациклический цветок) – у таких цветков число каждой из частей обычно неопределенное;

в) *полумутовчато* (гемициклический цветок) – круговое расположение одних частей цветка сочетается со спиральным расположением других.

Для большинства растений характерны четырехкруговые и пятикруговые циклические цветки. Например, у гвоздичных чашелистики расположены в один круг, лепестки – в один, тычинки – в один или два, пестики – в один круг (всего 4–5 кругов).

Части цветка принято делить на две группы:

1) *стерильные* – околоцветник;

2) *репродуктивные (фертильные)* – тычинки, пестик (пестики).

Околоцветник – это стерильная часть цветка, которая состоит из чашечки и венчика. Различают два типа околоцветников:

1) *двойной* – состоит из чашечки и венчика (горох);

2) *простой* – состоит из совокупности однородных листков (не дифференцирован на чашечку и венчик). Простой околоцветник может быть *чашечковидным*, состоящим из листков зеленого цвета (свекла, щавель) и *венчиковидным*, имеющим яркую окраску листков (тюльпан, гречиха).

Также есть цветки, у которых околоцветник редуцирован и представлен в виде *щетинок* (камыш) или *волосков* (пушица) либо он отсутствует (ива, тополь). Цветок, который не имеет околоцветника, называется *голым* или *беспокровным*. Редукция околоцветника связана с приспособлением к ветроопылению.

Чашечка состоит из *чашелистиков*, чаще всего окрашенных в зеленый цвет, которые образуют наружный круг околоцветника. Число чашелистиков в цветке варьирует от двух (семейство маковых) до неопределенного числа (семейство чайных), у большинства двудольных их чаще четыре или пять.

Чаще всего чашечка состоит из одного круга чашелистиков, но иногда образуется второй круг. Его называют *подчашием* (мальвовые, розовые). Листочки подчашия гомологичны прилистникам. Чашечка возникла в результате видоизменения верхних прицветных листьев.

Главная функция чашечки – защита внутренних частей цветка до раскрытия бутона (усыхание, низкие температуры). При распускании цветка или во время цветения чашечка иногда опадает (семейство Маковые) или отгибается и становится малозаметной. Однако часто она видоизменяется, приобретая новые функции, которые связаны с распространением плодов и семян. В семействе яснотковых чашечка служит вместилищем для дробного плода; у астровых она превращена в хохолок (паппус), который способствует распространению плодов ветром. У череды на чашечке образуются крючочки, которые сохраняются при плодах. С помощью крючочков плоды цепляются за шерсть животных.

Иногда чашечка ярко окрашена (аконит, фуксия, сокирки) и выполняет или усиливает функцию венчика в привлечении насекомых-опылителей. В этом случае нередко венчик редуцирован до нектарников (морозник, живокость). В некоторых случаях чашечка слабо развита (сельдерейные, валериановые).

Различают два типа чашечек:

1) *свободнолистная* (раздельнолистная) – все чашелистики свободные, несросшиеся (капуста, лютик);

2) *сростнолистная* (спайнолистная) – чашелистики частично или полностью сросшиеся между собой. В такой чашечке выделяют трубку, зубцы, или лопасти, и доли в зависимости от степени срастания чашелистиков, число которых соответствует числу чашелистиков. По форме трубки различают трубчатую (каланхоэ трубкоцветное), колокольчатую (яснотка

белая) и воронковидную (рафиолепис зонтичный) чашечки. У некоторых яснотковых (шлемник, бобовник) чашечка называется двугубой, так как она расчленена на две неравные части, каждая из которых именуется губой.

Венчик состоит из лепестков и образует внутреннюю часть двойного околоцветника. В процессе эволюции лепестки произошли от тычинок, которые потеряли свои пыльники. Число лепестков может быть неопределенным, но чаще равно четырем, пяти или трем. Венчик определяет облик цветка. Он содействует его опылению, привлекая насекомых-опылителей своей окраской, размерами или характерной формой. Благодаря яркой окраске лепестков он способен отражать часть спектра солнечных лучей, предохраняя тем самым репродуктивные части цветка от перегрева. Закрываясь на ночь, венчик, напротив, создает камеру, препятствующую чрезмерному охлаждению цветка или повреждению его холодной росой. В отдельных случаях венчик полностью редуцирован, и тогда его функции переходят к чашечке.

Окраску лепестков венчика определяют различные пигменты: антоциан (розовая, красная, синяя, фиолетовая), каротиноиды (желтая, оранжевая, красная), антохлор (лимонно-желтая), антофеин (коричневая). Белая окраска связана с отсутствием каких-либо пигментов и отражением световых лучей.

Аромат цветков создают летучие вещества, главным образом эфирные масла, которые образуются в клетках эпидермы лепестков и листков околоцветника, а у некоторых растений – в осмофорах (различной формы железки, имеющие секреторную ткань). Выделяющиеся эфирные масла обычно сразу испаряются.

Различают два типа венчиков (рис. 95):

1) **свободнолепестной** (раздельнолепестной) – все лепестки свободные, несросшиеся. Древнейшие из ныне живущих покрытосеменных растений (магнолиевые, лютиковые, нимфейные) являются свободнолепестными. У представителей более развитых семейств (бобовые, гвоздичные) в лепестке различают две части: а) *ноготок* – нижняя суженная часть; б) *пластинка (отгиб)* – верхняя расширенная часть, которая расположена под прямым углом к ноготку;

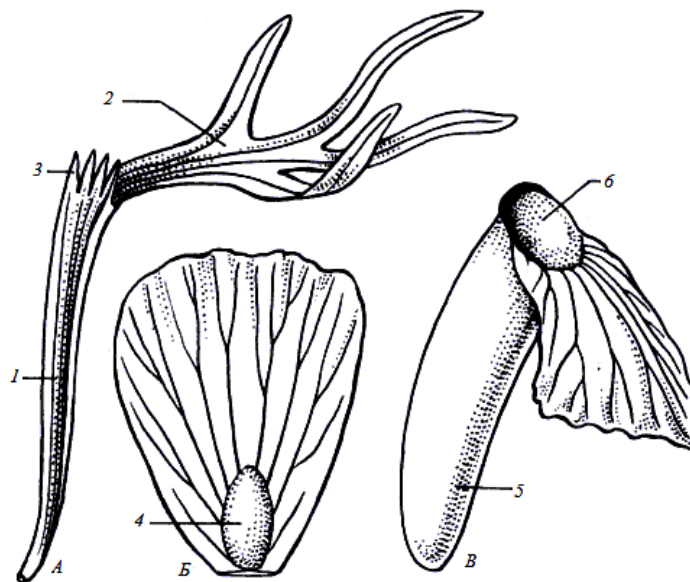


Рис. 95. Видоизменения лепестков (примеры):

А – ноготковый лепесток (коронария кукушкин цвет); Б – сидячий лепесток с нектарной ямкой в основании (лютик едкий); В – сидячий лепесток с цилиндрическим шпорцем в основании (пальцекорник мясокрасный);
1 – ноготок; 2 – отгиб; 3 – придаток (доли привенчика); 4 – чешуйка, прикрывающая нектарную ямку;
5 – цилиндрический шпорец; 6 – вход в шпорец

2) **сростнолепестной** (спайнолепестной) – лепестки частично или полностью сросшиеся между собой. Сростнолепестные венчики свойственны, как правило, насекомоопыляемым растениям. В них различают три морфологические части: а) *трубка* – нижняя сросшаяся

часть; б) *отгиб* – верхняя расширенная часть; в) *зев* – место перехода трубки в отгиб. В зеве иногда располагаются различного рода выросты и придатки в виде чешуек, зубчиков, валиков (бурачниковые, гвоздичные, горечавковые). Они препятствуют проникновению воды и нежелательных насекомых в основание трубки. Длина трубки различна и отражает особенности механизма опыления. Увеличение длины трубки связано с приспособлением к опылению длиннохоботковыми бабочками и птицами.

Лепестки венчика либо более или менее одинаковы (лютик, малина, яблоня), либо различаются по величине и форме (бобовые, фиалковые). Сюда же следует отнести образование полых выростов у лепестков – *шпорцев* (живокость, аконит, льнянка, львиный зев), связанное с особенностями опыления. В полости шпорца накапливается нектар, который выделяется его стенкой или специальными нектарниками.

В полости шпорца накапливается нектар, который выделяется его стенкой или специальными нектарниками.

В отдельных случаях (виноградные, миртовые) лепестки могут срастаться верхушками, оставаясь в основании свободными. При распускании цветка такой околоцветник часто опадает в виде крышечки (калиптры). У таких растений насекомых привлекают многочисленные яркоокрашенные тычинки.

Одной из характерных черт околоцветника является **симметрия**. По данному признаку цветки делят на три морфологические группы (рис. 96):

1) **актиноморфные (правильные)** – через околоцветник можно провести две и более плоскости симметрии (капустные, гвоздичные, первоцветные);

2) **зигоморфные (неправильные)** – через околоцветник можно провести лишь одну плоскость симметрии (бобовые, яснотковые);

3) **асимметричные (несимметричные)** – через околоцветник нельзя провести ни одной плоскости симметрии (валериана лекарственная, канна, каштан конский, орхидея).

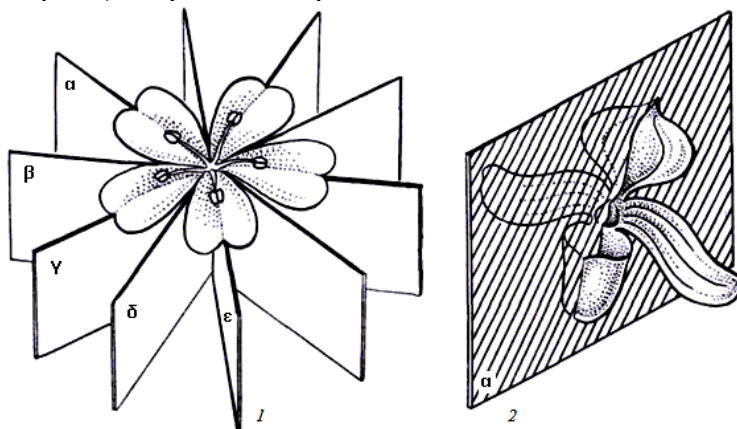


Рис. 96. Типы симметрии цветка:

1 – актиноморфный (правильный) цветок; 2 – зигоморфный (неправильный) цветок

Актиноморфные свободнолепестные венчики различаются числом лепестков, их расположением и наличием или отсутствием ноготка. Формы **актиноморфных сростнолепестных венчиков** различаются длиной трубки, формой и величиной отгиба (рис. 97):

1) **колесовидный** – трубка мала или практически отсутствует, а отгиб развернут почти в одну плоскость (незабудка, вероника);

2) **воронковидный** – трубка крупная воронковидная, отгиб небольшой (табак, дурман);

3) **трубчатый** – трубка цилиндрическая с прямостоячим коротким отгибом (подсолнечники, другие астровые); частным случаем является трубчатый венчик с блюдцевидным широким отгибом (сирень, нарцисс);

4) **колокольчатый** – трубка сферическая, чашеобразная, постепенно переходящая в малозаметный отгиб (колокольчик, ландыш);

5) **колпачковый** – лепестки срастаются верхушкой (виноград).

Зигоморфные венчики часто имеют особую форму, которая является хорошим морфологическим признаком вида, рода или даже семейства (мотыльковый тип венчика у бобовых).

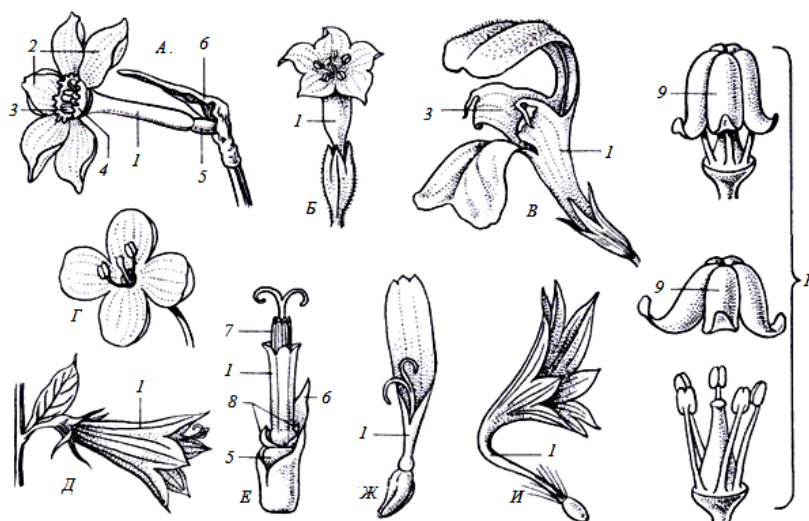


Рис. 97. Основные формы сростнолепестных венчиков:

А – трубчатый с блюдцевидным отгибом (нарцисс); *Б* – воронковидный (табак); *В* – двугубый (яснотка белая); *Г* – колесовидный (вероника дубравная); *Д* – колокольчатый (колокольчик репчатовидный); *Е* – трубчатый (подсолнечник); *Ж* – язычковый (календула лекарственная); *И* – воронковидный (василек синий); *К* – колпачковый (виноград); 1 – трубка венчика; 2 – отгиб; 3 – зев; 4 – привенчик (коронка); 5 – завязь; 6 – прицветный лист; 7 – тычинки; 8 – чашелистик; 9 – венчик, опадающий в виде колпачка

Среди **зигоморфных сростнолепестных венчиков** чаще всего встречаются:

1) **двугубый** – отгиб состоит из двух частей: верхней и нижней губы (яснотковые, норичниковые);

2) **язычковый** – от трубки отходят сросшиеся лепестки в виде язычка (одуванчик, календула);

3) **шпоровидный** – лепестки образуют полый вырост – шпорец (сокирки, льнянка); шпоровидный венчик может быть и актиноморфным (водосбор).

Фертильная (репродуктивная) часть цветка представлена андроцеом и гинецеом.

Андроцей – это совокупность *тычинок* одного цветка.

Гинецей – это совокупность плодolistиков, образующих один или несколько пестиков одного цветка.

По признаку наличия фертильных частей (тычинок, пестиков) цветки классифицируют на группы:

1) **обоеполые** – это цветки, которые имеют тычинки и пестики (более 70 % покрытосеменных имеют обоеполые цветки);

2) **однополые** – это цветки, имеющие только тычинки или только пестики. Соответственно, однополые цветки могут быть *женскими (пестичными)*, которые имеют пестики, и *мужскими (тычиночными)*, которые имеют только тычинки. Однополые цветки могут размещаться как на одном, так и на разных экземплярах одного растения.

В связи с этим различают:

однодомные растения, у которых тычиночные и пестичные цветки расположены на одном и том же экземпляре (кукуруза, огурец, арбуз, ольха). Однодомные растения составляют 5–8 %;

двудомные растения, у которых тычиночные и пестичные цветки развиваются на разных экземплярах, т. е. различают женские и мужские растения (конопля, облепиха, осина, щавель кислый). Двудомных растений всего 3–4 %;

многодомные растения, у которых наряду с обоеполыми цветками есть и однополые (гречиха, ясень, клен). Таких растений 10–20 %.

Большинство ботаников полагают, что у наиболее древних покрытосеменных цветки были обоеполыми, а раздельнополые цветки возникли позднее из обоеполых. Основная причина перехода обоеполых цветков в раздельнополые – приспособление к более надежному перекрестному опылению. Часто возникают стерильные цветки, которые размещаются по периферии соцветия и предназначены для привлечения насекомых-опылителей.

Формулы и диаграммы цветков. Для краткой записи строения цветка в ботанике используют формулы и диаграммы, которые дают наглядное представление о его строении.

Формула цветка – это условное обозначение строения цветка с помощью букв, цифр и знаков. При составлении формулы употребляют следующие обозначения:

Ca – чашечка (*Calyx*);

Co – венчик (*Corolla*);

P – простой околоцветник (*Perigonium*);

A – андроцей, совокупность тычинок (*Androeceum*);

G – гинецей, совокупность пестиков (*Gynoeceum*);

***** – актиноморфный цветок;

↑ – зигоморфный цветок;

♀ – обоеполый цветок (обычно он в формуле опускается);

♀ – женский (пестичный) цветок;

♂ – мужской (тычиночный) цветок;

() – скобки означают срастание частей цветка;

+ – плюс указывает на расположение частей цветка в двух или нескольких кругах (например, P_{3+3} – околоцветник простой, из 6 листочков, расположенных в два круга) либо на то, что части, разделенные этим знаком, отличаются друг от друга ($A_{1+(9)}$ – андроцей состоит из одной свободной и девяти сросшихся тычинок);

Ca₅ – цифра рядом с символом указывает на количество членов данной части цветка (**Ca₅** – чашечка из 5 свободных чашелистиков);

∞ – если количество членов данной части цветка больше 12, то их число обозначается знаком бесконечности (например, A_{∞} – число тычинок больше 12).

В формулах также отмечают *тип завязи* по расположению на цветоложе (верхняя, нижняя, средняя):

G₁ – черта над цифрой означает, что завязь нижняя;

G₁ – черта под цифрой – завязь верхняя;

G₁₋ – черта от цифры – завязь полунижняя.

Примеры формул цветков приведены ниже.

***♀Ca₄Co₄A₂₊₂G₍₂₎** – формула цветка капусты огородной: актиноморфный, обоеполый; околоцветник двойной, в котором чашечка состоит из 4 свободных чашелистиков, венчик – из 4 свободных лепестков; андроцей имеет 4 длинные и 2 короткие тычинки (четырёхсильный андроцей); гинецей простой, ценокарпный, образован 2 плодолистиками (1 пестик – из 2 плодолистиков), завязь верхняя.

↑♀Ca₍₅₎Co₍₂₊₃₎A₂₊₂G₍₂₎ – формула цветка яснотки белой: зигоморфный, обоеполый; двойной околоцветник, в котором чашечка состоит из 5 сросшихся чашелистиков, а венчик – из 5 сросшихся лепестков (2 лепестка образуют верхнюю губу, а 3 других лепестка – нижнюю губу); андроцей образован 4 свободными тычинками, из которых 2 длинные и 2 короткие (двусильный андроцей); гинецей простой, ценокарпный, образован 2 плодолистиками (1 пестик – из 2 плодолистиков), завязь верхняя.

***♀P₃₊₃A₃₊₃G₍₃₎** – формула цветка лилии: актиноморфный, обоеполый; простой околоцветник состоит из 6 листочков, которые размещены по 3 в 2 круга (простой венчикообразный околоцветник); андроцей состоит из 6 свободных тычинок, расположенных по 3 в 2 круга;

гинецей простой, ценокарпный, образован 3 плодолистиками (1 пестик – из 3 плодолистиков), завязь верхняя.

$\uparrow \text{♀} \text{Ca}_{(5)} \text{Co}_{1+2+(2)} \text{A}_{(9)+1} \text{G}_1$ – формула цветка гороха: зигоморфный, обоеполый; околоцветник двойной, в котором чашечка состоит из 5 сросшихся чашелистиков, лепестки имеют различную форму и величину: один большой лепесток – парус, два свободных боковых – весла (крылья) и два сросшихся – лодочка (венчик мотылькового типа); андроцей состоит из 10 тычинок, из которых 9 сросшихся в трубку и 1 свободная – двубратственный андроцей; гинецей простой, монокарпный (1 пестик образован 1 плодолистиком), завязь верхняя.

Диаграмма цветка более наглядна, чем формула. Она представляет условную схематическую проекцию частей цветка на плоскость и отражает их число, относительные размеры и взаимное расположение, а также наличие сростаний (рис. 98).

На диаграмме указывается расположение кроющего (прицветного) листа, прицветничков и оси соцветия или побега, несущего цветок. Прицветник, прицветнички и чашелистики изображаются скобками с килем (фигурными скобками) различного размера, лепестки – круглыми скобками, тычинки – в виде среза через пыльник или в виде затушеванного эллипса, гинецей – также в виде среза через завязь с прорисовкой места плацтации и семязачатков, через которые прошел срез.

Диаграмму проектируют так, чтобы кроющий лист находился внизу, ось соцветия – сверху, а между ними кругами условными знаками располагались части цветка. При сростании частей цветка в диаграмме условные знаки соединяются между собой линией.

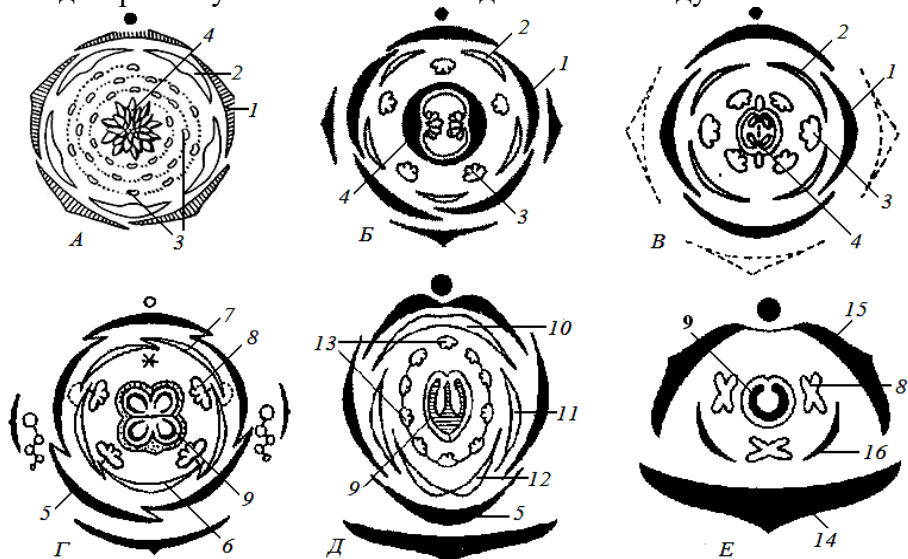


Рис. 98. Диаграммы цветков:

А – магнолия (ациклический цветок); Б – смородина красная; В – горчица черная; Г – яснотка белая; Д – боб обыкновенный; Е – типичный цветок злаковых; 1, 5 – чашечка; 2 – венчик; 3, 8 – тычинки; 4, 9 – гинецей; 6 – нижняя губа из 3 лепестков; 7 – верхняя губа из 2 лепестков; 10 – парус; 11 – весла; 12 – лодочка; 13 – двубратственный андроцей; 14 – нижняя цветковая чешуя; 15 – верхняя цветковая чешуя; 16 – лодиколы

Тема 22. АНДРОЦЕЙ. СТРОЕНИЕ ТЫЧИНКИ И ПЫЛЬНИКА. ТИПЫ АНДРОЦЕЯ

Андроцей – это совокупность тычинок (микроспорofilлов) одного цветка.

Тычинка является носителем мужской наследственности. Количество тычинок, которые образуют андроцей, варьирует от одной (орхидные) до нескольких сотен (мимозовые из семейства бобовых). На цветоложе тычинки могут располагаться по спирали (у многих лютиковых) или кругами (лилейные, розовые). Для большинства цветковых характерно наличие 3, 4, 5, 6 или 10 тычинок, которые обычно располагаются в 1–2 круга. Эволюция шла в основном от андрцея полимерного (состоит из большого, неопределенного числа тычинок) к олигомерному (состоит из небольшого, определенного числа тычинок). Однако у некоторых по-

крытосеменных растений (мальвовые, мимозовые) неопределенное количество тычинок возникает вторично в результате расщепления немногих (обычно 5–10) зачаточных тычиночных буторков.

Как правило, число тычинок для вида постоянно. Но иногда, как, например, у монотипного рода адокса (*Adoxa*), т. е. включающего только один вид, их может быть 4, 5 или 6.

Типы андроец. Длина тычинок в одном и том же цветке может быть как одинаковой, так и различной. **По длине тычинок** относительно друг друга различают следующие типы андроеца (рис. 99):

- 1) андроец **с равными тычинками** – все тычинки одинаковой длины (тюльпан);
- 2) андроец **с неравными тычинками** – тычинки имеют разную длину (водосбор олимпийский);
- 3) **двусильный** андроец – две тычинки длиннее остальных (у большинства яснотковых из 4 тычинок 2 длинные и 2 короткие);
- 4) **трехсильный** андроец – три тычинки длиннее остальных (у нарцисса гибридного из 6 тычинок 3 длинные и 3 короткие);
- 5) **четырёхсильный** андроец – четыре тычинки длиннее остальных (у капустных из 6 тычинок 4 длинные и 2 короткие).

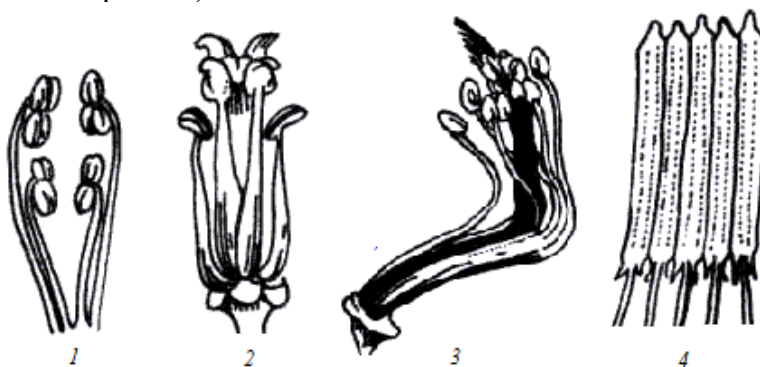


Рис. 99. Типы андроеца:

1 – двусильный; 2 – четырехсильный; 3 – двубратственный; 4 – однобратственный

Тычинки могут быть свободными либо срастаться различным образом и в разной степени.

По признаку срастания выделяют следующие типы андроеца (см. рис. 100):

- 1) **однобратственный** – все тычинки в цветке срастаются в одну группу; тычинки могут срастаться тычиночными нитями, при этом пыльники остаются свободными (люпин), или происходит срастание пыльниками (подсолнечник);
- 2) **двубратственный** – тычинки срастаются в две группы (у многих бобовых девять тычинок срастаются, а одна остается свободной);
- 3) **многобратственный** – тычинки цветка срастаются в многочисленные группы: три и более (зверобой, тыква);
- 4) **братственный** – все тычинки остаются свободными, т. е. несросшимися (лютик, яблоня).

Строение тычинки. Каждая тычинка состоит из трех частей: тычиночная нить, пыльник и связник (рис. 100).

Тычиночная нить – это суженная нитевидная, реже лентовидная часть. Основная ткань тычиночной нити – паренхима, в центре находится один проводящий пучок. Длина тычиночных нитей у разных растений варьирует. Чаще тычиночные нити по длине равны околоцветнику, но иногда значительно короче или во много раз его превышают. Иногда тычиночные нити почти отсутствуют, тогда тычинки (имеют только пыльники) называют *сидячими* (фиалка). Они могут быть голыми или в разной степени опушенными (коровяк, многие гвоздичные).

Тычиночные нити могут быть *простыми* – эти тычиночные нити не ветвятся (у большинства покрытосеменных растений), и *сложными* – происходит ветвление тычиночной нити, при этом каждая ветвь несет пыльник (береза, лещина, клещеви́на).

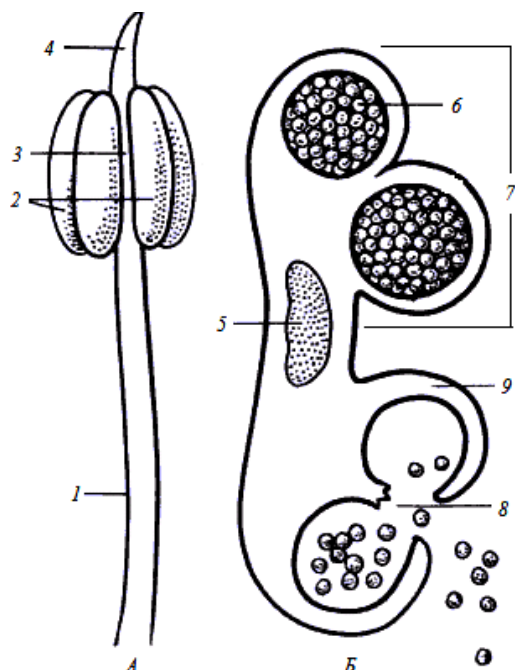


Рис. 100. Строение тычинки и пыльника:

А – тычинка; Б – пыльник (поперечный срез); 1 – тычиночная нить (филамент); 2 – пыльник; 3 – связник; 4 – надсвязник; 5 – сосудистый пучок; 6 – пыльцевое гнездо (микроспорангий); 7 – тека (половинка); 8 – раскрытая тека пыльника с высыпавшимися пыльцевыми зернами; 9 – стенка пыльника

Пыльник состоит из двух *половинок (тек)*, каждая из которых имеет два *пыльцевых гнезда*, или *пыльцевых мешка (микроспорангия)*. Пыльник прикрепляется к тычиночной нити основанием неподвижно, но иногда прикрепление происходит в средней части и бывает качающимся (лилии, злаковые, толокнянка, яснотка белая). В пыльнике происходят два процесса: микроспорогенез и микрогаметогенез.

Снаружи пыльник покрыт однослойной *эпидермой* (рис. 101).

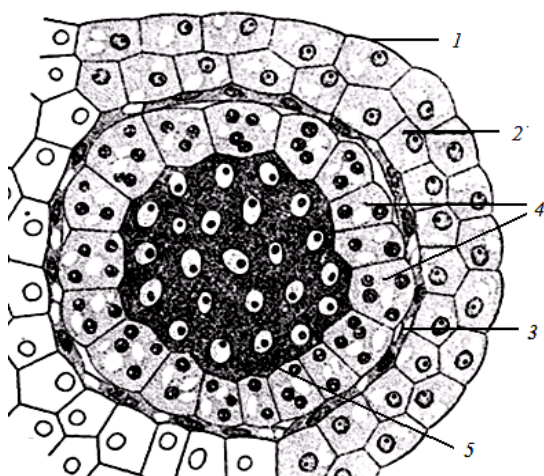


Рис. 101. Строение пыльцевого гнезда (поперечный срез):

1 – эпидерма; 2 – фибриозный слой; 3 – дегенерирующий слой; 4 – тапетум (выстилающий слой); 5 – археспорий (спорогенная ткань)

Под ней расположен **фибриозный слой (эндотеций)**. Он состоит из одного или нескольких слоев крупных клеток, содержимое которых рано отмирает. Стенки клеток фибриозного слоя имеют сетчатые или спиральные утолщения. Они напоминают фибриллы (нити), отсюда и название – фибриозный слой (это механическая ткань). Фибриозный слой способствует вскрытию пыльника. За ним расположен **дегенерирующий слой**, состоящий из 1–3 слоев некрупных тонкостенных клеток. Их содержимое идет на питание микроспор.

Самым внутренним слоем пыльника является **тапетум (выстилающий слой)**. Характерной особенностью его клеток является крупность, большое количество цитоплазмы, многоядерность (2–4 ядра в каждой клетке) и растянутость их в радиальном направлении. Как и дегенерирующий слой, клетки тапетума служат для питания растущих микроспор.

В центре поперечного среза молодого пыльника находится **археспорий (спорогенная ткань)**. В результате ряда делений (микроспорогенез и микрогаметогенез) из спорогенной ткани образуются пыльцевые зерна.

Связник является продолжением тычиночной нити и соединяет две половинки (теки) пыльника. Иногда он продолжен в *надсвязник*, который заметен в виде выступа над пыльником (барбарисовые).

У некоторых растений (лен, аистник) часть тычинок становится стерильной. Тычинки, которые стали бесплодными (отсутствуют пыльники), называют **стаминодиями**. Они есть также в однополых пестичных цветках. Часто тычинки функционируют как нектарники (черника, голубика, гвоздичные).

Тема 23. ГИНЕЦЕЙ, СТРОЕНИЕ ПЕСТИКА. ТИПЫ ЗАВЯЗИ. ТИПЫ ГИНЕЦЕЯ

Гинецей – это совокупность плодолистиков в цветке, образующих один или несколько пестиков.

Плодолистики – это мегаспорофиллы, несущие семязачатки.

Нуцеллус – это центральная часть плодолистика, которая гомологична мегаспорангию. Из одного или нескольких плодолистиков возник пестик вследствие смыкания и срастания их краев.

Строение пестика. Пестик – наиболее существенная часть цветка, из которой формируется плод. По форме пестик напоминает замкнутый сосуд, в котором развиваются семязачатки. Обычно он состоит из трех частей: рыльца, столбика и завязи (рис. 102).

Рыльце – это расширенная часть на верхушке столбика, которая предназначена для улавливания и прорастания пыльцы. Форма и величина рыльца разнообразны и обычно приспособлены к виду опыления. Поверхность рыльца часто неровная, бугорчатая и покрыта липкой жидкостью, что способствует более эффективному улавливанию пыльцы. Помимо липкой поверхности рыльце может иметь разветвленные доли и улавливающие волоски.

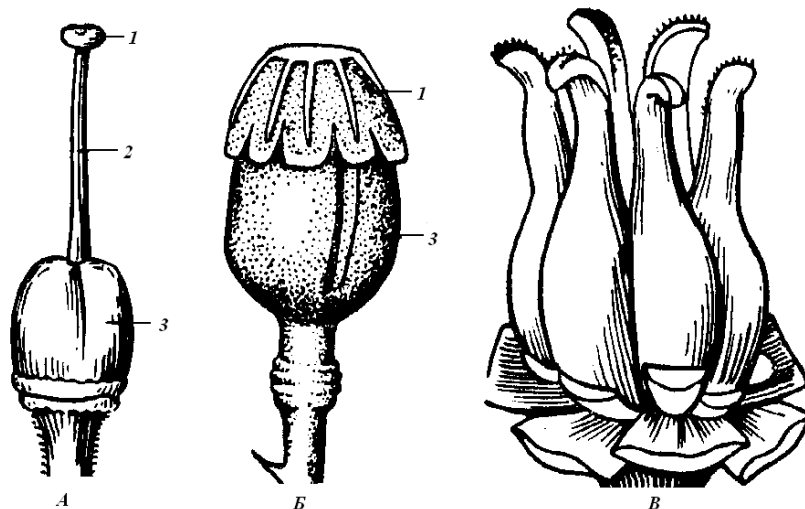


Рис. 102. Общий вид гинецея:

А – простой гинецей (махорка); Б – простой гинецей (мак); В – сложный гинецей (сусак);
1 – рыльце; 2 – столбик; 3 – завязь

Столбик – тонкая цилиндрическая стерильная часть пестика, отходящая обычно от верхушки завязи. Он соединяет завязь и рыльце. Столбик приподнимает рыльце вверх, что иногда необходимо при опылении. У ряда растений столбик не развит, поэтому *рыльце* называют *сидячим* (мак). Отсутствие столбиков часто наблюдается и у ветроопыляемых растений (злаковые). В крупных насекомоопыляемых цветках (лилии) столбики очень длинные, рыльце выносится высоко вверх, что облегчает опыление. Однако при этом значительно удлиняется путь пыльцевой трубки.

Завязь – это замкнутая нижняя расширенная полая часть пестика, несущая семязачатки. Полость завязи одногнездная или разделена на несколько гнезд (см. рис. 102).

Ниже приведены типы завязи по характеру срастания с другими частями цветка (рис. 103).

1. **Верхняя** завязь свободно располагается на цветоложе, не срастаясь с другими частями цветка (лютик, спирея, горох). Цветки, которые имеют верхнюю завязь, называют *подпестичными*.

У некоторых розовых (шиповник, слива, вишня и др.) завязь свободная, но находится глубоко в цветке, на дне гипантия. Эта завязь тоже верхняя, но такой цветок называют *околопестичным*.

2. **Нижняя** завязь полностью срастается с другими частями цветка, поэтому ее нельзя выделить, не нарушая целостности цветка. Такие цветки называют *надпестичными*, так как части цветка находятся над завязью. Чаще всего нижняя завязь образуется в результате срастания гинецея с цветочной трубкой (смородина, яблоня, крыжовник, груша, рябина), реже она образована за счет срастания гинецея с цветоложем (тыквенные, кактусовые).

3. **Полунижняя** завязь срастается с частями цветка до половины завязи (бузина, жимолость). Цветки с таким типом завязи называют *полунадпестичными*.

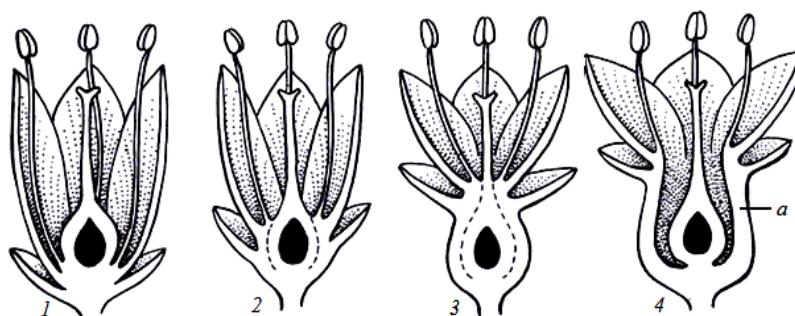


Рис. 103. Типы завязи:

1 – верхняя; 2 – полунижняя; 3 – нижняя; 4 – верхняя, окруженная стенками гипантия; а – стенка гипантия

Завязь выполняет функцию влажной камеры, предохраняющей семязачатки от высыхания, колебаний температуры, поедания насекомыми. В семязачатках, которые находятся в завязи, осуществляются процессы мегаспорогенеза и мегагаметогенеза.

Типы гинецея. По *количеству пестиков* гинецей делят:

1) на **простой** – состоит из одного пестика (бобовые, капустные, астровые, мятликовые, махорка, мак);

2) **сложный** – состоит из двух или нескольких пестиков (сусак, земляника, лютик, шиповник) (см. рис. 103).

По *числу плодолистиков и способу их срастания* различают следующие типы гинецея:

1) **монокарпный** – состоит из одного плодолистика. Края единственного плодолистика сходятся и срастаются, на месте их срастания образуется брюшной шов. В результате формируется одногнездная завязь (большинство бобовых, слива, вишня, черемуха);

2) **апокарпный** – состоит из нескольких свободных (несросшихся) плодолистиков, каждый из которых образует свой пестик (лютик, земляника, малина, шиповник);

3) **ценокарпный** – состоит из одного пестика, который образован при срастании нескольких плодолистиков. В зависимости от способа срастания плодолистиков и числа гнезд завязи различают три типа ценокарпного гинецея:

– **синкарпный** – края плодолистиков заворачиваются внутрь, срастаются своими боковыми поверхностями и образуют одну завязь, разделенную на гнезда, – число гнезд равно числу плодолистиков (тюльпан, картофель, яблоня); синкарпный гинецей происходит из апокарпного в результате бокового срастания апокарпных плодолистиков, для этого типа характерна центрально-угловая плацентация;

– **лизикарпный** – формируется из синкарпного гинецея путем растворения боковых стенок внутри завязи, поэтому образуется одногнездная завязь, в центре которой сохраняется ось, или колонка (гвоздичные, первоцветные), т. е. плацентация колончатая;

– **паракарпный** – формируется из синкарпного гинецея путем срастания только краев соседних плодолистиков, в результате образуется одногнездная завязь с постенной плацентацией (тыквенные) (рис. 104).

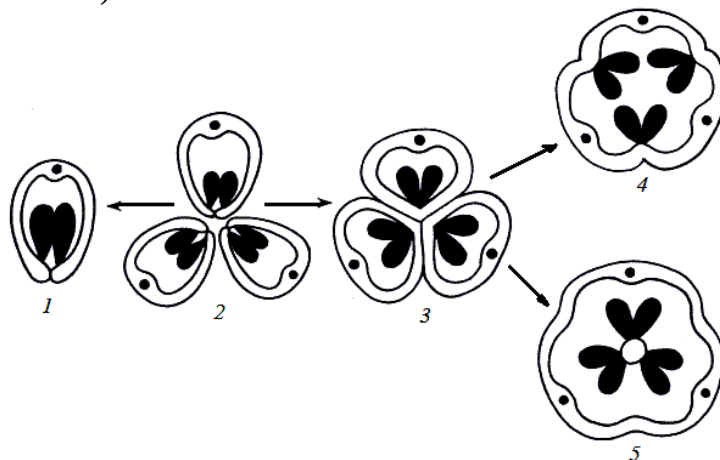


Рис. 104. Типы гинецея (поперечный срез):
1 – монокарпный; 2 – апокарпный; 3–5 – ценокарпные типы (3 – синкарпный, 4 – паракарпный; 5 – лизикарпный)

Иногда границы между сросшимися плодолистиками незаметны, а единственное гнездо завязи несет только один семязачаток. Такой гинецей, возникший из ценокарпного, называют **псевдомонокарпным** (лещина, дуб).

Срастание плодолистиков обычно происходит снизу вверх. Срастаться могут только *завязи* (гвоздичные, лен, ревень), *завязи и столбики* (астровые, яснотковые, ирис, шафран) или *завязи, столбики и рыльца* (первоцветные). Таким образом, число пестиков в цветке определяется числом завязей. По несросшимся столбикам, рыльцам или лопастям рыльца можно судить о числе плодолистиков, образующих пестик.

Тема 24. СОЦВЕТИЯ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ.

Соцветие – это система видоизмененных побегов покрытосеменного растения, несущих цветки.

Биологическое преимущество соцветий перед одиночными цветками заключается в увеличении вероятности опыления цветков анемофильных и энтомофильных растений. Благодаря компактности размещения цветков в соцветии насекомое посетит их за единицу времени гораздо больше. Кроме того, цветки, собранные в соцветия, более заметны среди зелени листьев, чем одиночные. Многие поникающие соцветия легко раскачиваются под влиянием движения воздуха, способствуя тем самым рассеиванию пыльцы. Успешному опылению также способствует одновременное распускание цветков в соцветии. Число цветков в соцветии может быть различным: от 1–3 (горох) до десятков тысяч (агава) и сотен тысяч (рогоз) и даже значительно больше (кальма корифа имеет до 6 миллионов цветков).

Закладываются соцветия внутри цветочных или смешанных почек. У многих растений (бузина, сирень, гиацинт) соцветие возникает как единое целое из-за деятельности одной меристемы.

Любое соцветие имеет *главную ось*, или ось соцветия, и *боковые оси*, которые ветвятся в различной степени или не разветвлены. Конечные их ответвления – это *цветоножки*, они несут цветки. Оси соцветия делятся на узлы и междоузлия. На узлах соцветия располагаются прицветники, на узлах цветоножек – прицветнички.

По способу ветвления различают **два типа соцветий**:

1) **моноподиальные** (ботрические, рацемозные, неопределенные) соцветия – число боковых ветвей неопределенное; четко выражена главная ось; развитие цветков осуществляется в акропетальном порядке (от основания к вершине) или центrostремительно, если цветки расположены в одной плоскости; характерно моноподиальное ветвление;

2) **симподиальные** (цимозные, верхушечные, определенные) соцветия – число ветвей определенное и постоянное в рамках вида; главная ось соцветия не выражена, а образуется ложная ось, которая состоит из осей различных порядков; цветки развиваются базипетально (от верхушки соцветия к основанию) или центробежно (от центра к периферии), если они находятся в одной плоскости, поэтому самый старый цветок у симподиальных соцветий находится на вершине оси или в центре соцветия; ветвление чаще симподиальное, реже ложнодихотомическое.

Моноподиальные соцветия делятся на простые и сложные. У простых соцветий цветки расположены непосредственно на оси первого порядка (сидячие) или на цветоножках. У сложных моноподиальных соцветий на главной оси расположены простые соцветия.

К простым моноподиальным соцветиям (рис. 105) относятся:

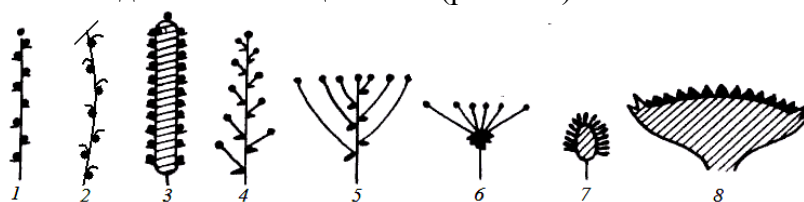


Рис. 105. Простые моноподиальные соцветия:

1 – колос; 2 – сережка; 3 – початок; 4 – кисть; 5 – щиток; 6 – зонтик; 7 – головка; 8 – корзинка

1) **простой колос** – многочисленные цветки не имеют цветоножек и сидят на удлиненной оси первого порядка (вербена, подорожник);

2) **сережка** – повислый колос, т. е. колос с мягкой осью, несущий однополые цветки; после цветения обычно целиком опадает (ива, тополь);

3) **початок** – соцветие с утолщенной осью и сидячими боковыми цветками; початок обычно окружен листом, который называют покрывалом или крылом (аир, белокрыльник);

4) **кисть** – цветки на цветоножках одинаковой длины расположены спирально на удлиненной оси в пазухах прицветников (люпин), или прицветники отсутствуют (капуста, черемуха, ландыш);

5) **щиток** – разновидность кисти, но цветоножки нижних цветков значительно длиннее верхних, поэтому цветки расположены в одной плоскости (груша, боярышник);

6) **зонтик** – главная ось укороченная, цветоножки имеют почти одинаковую длину и выходят из сближенных узлов (сусак, лук, вишня);

7) **головка** – соцветие с укороченной булавовидной расширенной осью первого порядка, цветоножек нет, или они очень короткие (клевер);

8) **корзинка** – соцветие с расширенной в виде диска осью и сидячими плотно сомкнутыми цветками; ось данного соцветия называют *ложем*; верхушечные листья сучены и образуют обертку (подсолнечник, ромашка, астра).

Сложными моноподиальными соцветиями (рис. 106) являются:

1) **сложный колос** – соцветие, на главной оси которого расположены простые колоски, состоящие из одного (ячмень) или нескольких цветков (рожь, пшеница);

2) **сложная кисть** – соцветие, главная удлиненная ось которого несет простые кисти; в зависимости от степени ветвления различают двойную кисть – на главной оси находятся простые кисти (донник, чемерица зеленая, вероника простертая), тройную кисть – простые кисти имеют оси третьего порядка (хрен, вайда красильная, верблюжья колючка);

3) **метелка** – отличается от сложной кисти обильным ветвлением, а также тем, что нижние простые соцветия ветвятся гораздо сильнее верхних, поэтому соцветие имеет пирамидальную форму (мятлик, сирень, спирея иволистная);

4) **султан, или ложный колос** – в отличие от сложного колоса у этого соцветия цветки сидят на очень коротких цветоножках; занимает промежуточное положение между колосом и метелкой, поэтому его называют колосовидной метелкой (тимopheевка, лисохвост);

5) **сложный зонтик** – оси первого порядка расположены в виде зонтика и несут на себе простые зонтики; часто в соцветии могут быть обертки – у основания осей второго порядка, и оберточки – у основания осей третьего порядка (морковь, петрушка, укроп);

6) **сложный щиток**, или щитковидная метелка, – оси второго порядка расположены в виде щитка и несут простые щитки (бузина, калина, рябина);

7) **сложный початок** – на расширенной оси на укороченных цветоножках сидят по два цветка, плодущий и бесплодный (женское соцветие кукурузы).

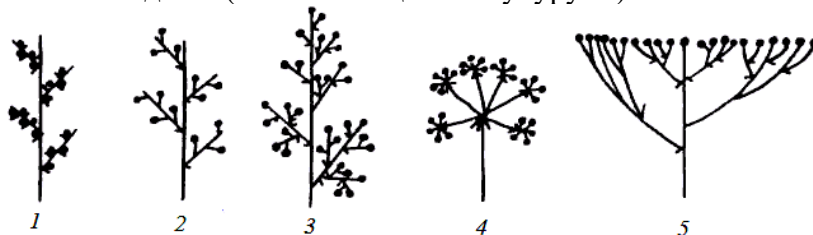


Рис. 106. Сложные моноподиальные соцветия:

1 – сложный колос; 2 – сложная кисть (двойная); 3 – метелка; 4 – сложный зонтик; 5 – сложный щиток

У **агрегатных соцветий** тип сложного соцветия отличается от типа частного (простого). Некоторые типы агрегатных соцветий (рис. 107):



Рис. 107. Агрегатные соцветия:

1 – метелка зонтиков; 2 – метелка корзинок; 3 – щиток корзинок; 4 – кисть корзинок; 5 – колос корзинок

1) **метелка зонтиков** – метельчато разветвленное соцветие, на конечных осях которого находятся простые зонтики (аралия высокая, аралия маньчжурская);

2) **метелка корзинок** – метельчато разветвленное соцветие, на конечных осях которого находятся корзинки (полынь обыкновенная);

3) **щиток корзинок** – основу соцветия составляет щиток, его конечные оси (ветви) несут корзинки (тысячелистник обыкновенный);

4) **кисть корзинок** – основу соцветия составляет кисть, на конечных осях которой находятся корзинки (череда пониклая);

5) **колос корзинок** – колосовидное соцветие, на главной оси которого находятся корзинки (сушеница лесная).

Различают следующие типы **симподиальных соцветий** (рис. 108):

1) **монохазий** (однолучевой верхушечник) – соцветие, у которого главная ось заканчивается цветком, под ним образуется ось второго порядка также с цветком и т. д. В зависимости от направления осей различают два типа монохазиев:

– **завиток** – рост главной оси продолжается боковыми осями разных порядков в одном направлении (окопник, картофель);

– **извилина** – рост главной оси продолжается боковыми осями разных порядков в двух направлениях (гладиолус, ирис);

2) **дихазий** (двухлучевой верхоцветник) – под цветком главной оси образуются две супротивные ветви (оси), заканчивающиеся цветком. В дальнейшем каждая из этих осей снова образует две супротивные ветви следующего порядка (ясколка, горицвет, звездчатка, земляника).

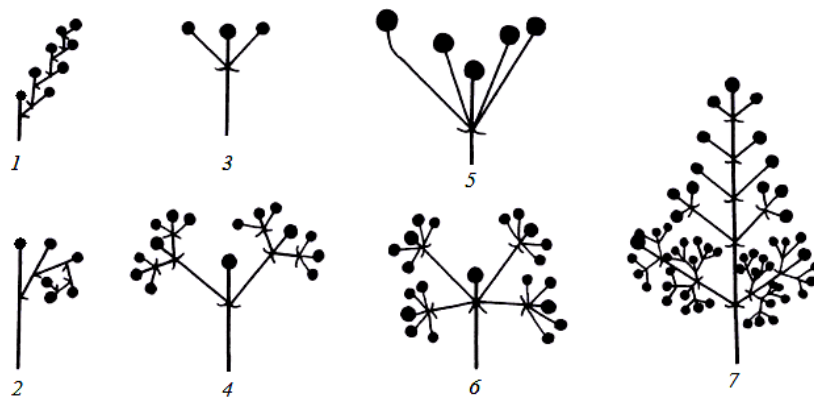


Рис. 108. Симподиальные соцветия:

1 – извилина; 2 – завиток; 3–4 – дихазий (3 – простой дихазий; 4 – тройной дихазий);
5–6 – плейохазий (5 – простой плейохазий; 6 – двойной плейохазий); 7 – тирс

Разновидностью дихазия является **пучок**, у которого цветоносные ветки короткие, а соцветие сжато в одной плоскости (тыквенные);

3) **плейохазий** (многолучевой верхоцветник или ложный зонтик) – соцветие, от главной оси которого, несущей один верхушечный цветок, отходят несколько боковых осей, расположенных мутовкой и заканчивающихся цветками (родиола).

Ложная мутовка и **полумутовка** являются укороченными плейохазиями; цветки ложной мутовки расположены вокруг стебля в одной плоскости, образуя более или менее замкнутое кольцо; если кольцо не сплошное, то соцветие образовано двумя полумутовками, которые расположены в одной плоскости (яснотковые).

В сложных соцветиях нередко сочетаются разные способы нарастания осей. К таким соцветиям относятся тирсы.

Тирсы – это сложные соцветия с моноподиально нарастающей главной осью и симподиально нарастающими боковыми соцветиями. Степень разветвления боковых соцветий уменьшается от основания к верхушке, придавая тирсу пирамидальную форму (коровяк, каштан конский, береза).

Тема 25. СТРОЕНИЕ СЕМЯН ЦВЕТКОВЫХ. ТИПЫ СЕМЯН

Семя – это репродуктивный орган, который у покрытосеменных растений образуется из семязачатка обычно после двойного оплодотворения.

Строение семени. Первоначально семя находится внутри плода, который защищает его до прорастания. Каждое семя состоит из семенной кожуры, зародыша и запасных тканей.

Семенная кожура развивается из *интегументов (покровов) семязачатка*, поэтому она диплоидна (2n). Она многослойна и есть в семени всегда. Толщина и плотность семенной кожуры связаны с особенностями околоплодника, поэтому она может быть мягкой, кожистой, пленчатой или твердой (деревянистой). Семенная кожура защищает зародыш от механических повреждений, высыхания и преждевременного прорастания. Кроме этого она может способствовать прорастанию семян.

Зародыш представляет собой растение в зачаточном состоянии и состоит из *зародышевого корешка, стебелька, семядолей и почечки*. Развивается зародыш из зиготы, образованной в результате слияния спермия с яйцеклеткой ($2n$).

Запасными тканями семени являются эндосперм и перисперм. **Эндосперм** образуется в результате двойного оплодотворения при слиянии центрального ядра зародышевого мешка ($2n$) со вторым спермием ($1n$). Поэтому эндосперм состоит из триплоидных клеток ($3n$). **Перисперм** является производным нуцеллуса и состоит из клеток с диплоидным набором хромосом.

Типы семян. Классификация семян основана на месте локализации запасных питательных веществ. Различают **четыре типа семян** (рис. 109):

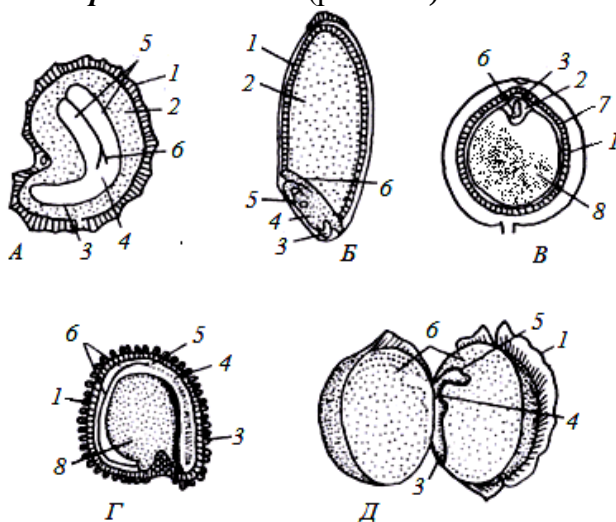


Рис. 109. Типы семян:

А – семена с эндоспермом, который окружает зародыш (мак);

Б – семена с эндоспермом, примыкающим к зародышу (пшеница); *В* – семена с малым эндоспермом (окружает зародыш) и мощным периспермом (перец); *Г* – семена с периспермом (куколь); *Д* – семена с запасными веществами, отложенными в семядолях зародыша (горох); 1 – семенная кожура; 2 – эндосперм; 3 – корешок; 4 – стебелек; 5 – почечка; 6 – семядоли; 7 – околоплодник; 8 – перисперм

1) **семена с эндоспермом** в основном характерны для семян класса однодольных, а также некоторых двудольных (пасленовые, сельдерейные, маковые); запасные питательные вещества локализованы в эндосперме;

2) **семена с периспермом** характерны для гвоздичных, маревых, у которых в зрелом семени эндосперм полностью поглощается, а перисперм остается и разрастается; семя состоит из семенной кожуры, зародыша и перисперма;

3) **семена с эндоспермом и периспермом** имеют черный перец, кубышка, кувшинка, в семенах которых сохраняется эндосперм и развивается перисперм; семя состоит из семенной кожуры, зародыша, эндосперма и перисперма;

4) **семена без эндосперма и без перисперма** характерны для бобовых, тыквенных, астровых; в процессе развития зародыш полностью поглощает эндосперм, поэтому запас питательных веществ находится в семядолях зародыша; в этом случае семя состоит из семенной кожуры и зародыша.

Строение семени с эндоспермом. Такие семена характерны для растений класса Однодольные, например для мятликовых (злаковых). В зерновке пшеницы (набухшие семена) различают *брюшную сторону* (со стороны бороздки) и противоположную – *спинную*. На одном из полюсов семени, на спинной стороне, находится *зародыш*. С противоположного полюса имеются волоски, которые удерживают зерновку в почве и способствуют подаче воды в эндосперм семени (рис. 110).

Снаружи зерновка покрыта тонким пленчатым слоем, который трудно отделить от внутренней части зерновки. Это околоплодник, сросшийся с семенной кожурой, так как зерновка является односемянным плодом. Строение околоплодника и кожуры семени хорошо видно при рассмотрении микропрепарата поперечного среза зерновки.

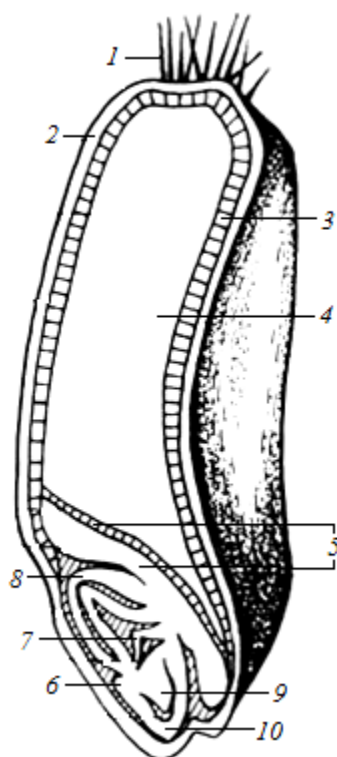


Рис. 110. Строение зерновки пшеницы (продольный срез):

1 – волоски; 2 – околоплодник, сросшийся с семенной кожурой; 3 – алевроновый слой; 4 – слой запасного крахмала (3–4 – эндосперм); 5 – щиток; 6 – эпибласт; 7 – почка с листочками; 8 – coleoptиль; 9 – корешок; 10 – coleориза (корневое влагалище)

Размеры зародыша незначительны по сравнению с размерами эндосперма. Это значит, что запасные вещества находятся в эндосперме. Он состоит из двух слоев: *алевринового и запасного крахмала*.

Зародыш имеет следующие части:

– *зародышевый корешок с корневым чехликом, coleоризу* (корневое влагалище);

– *зародышевый стебелек и почку* с конусом нарастания;

– *coleoptиль* (первый зародышевый лист) в форме бесцветного колпачка, которым он пробивает слои почвы во время прорастания;

– *щиток* (видоизмененная семядоля) – по своему расположению в зерновке образует перегородку между зародышем и эндоспермом; под действием ферментов щиток переводит питательные вещества эндосперма в усвояемую форму и передает их на питание зародыша;

– *эпибласт* расположен на противоположной щитку стороне и является второй редуцированной семядолей.

Строение семени без эндосперма и без перисперма. Такие семена характерны для бобовых, тыквенных, астровых. Рассмотрим данный тип строения семян на примере фасоли обыкновенной (набухшие в воде семена) (рис. 111).

Снаружи семя покрыто толстой семенной кожурой. Она может быть различной окраски. На внутренней вогнутой стороне семени расположены рубчик, микропиле и семенной шов.

Рубчик – это место прикрепления семени к семяножке.

Микропиле – отверстие, через которое вода и газы поступают внутрь семени. Микропиле расположено рядом с рубчиком, на одной линии.

Семенной шов – это след от срастания семязачатка с семяножкой. Он расположен с противоположной от микропиле стороны и тоже примыкает к рубчику.

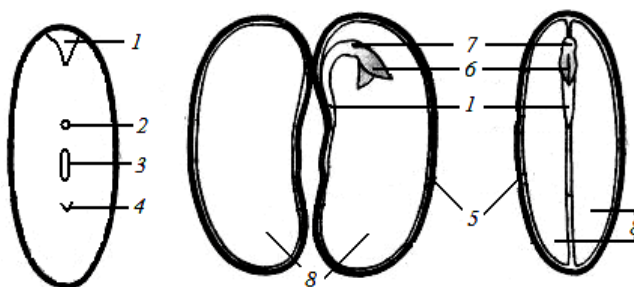


Рис. 111. Строение семени фасоли обыкновенной:

1 – зародышевый корешок; 2 – микропили; 3 – рубчик; 4 – семенной шов; 5 – семенная кожура; 6 – почечка; 7 – зародышевый стебелек; 8 –семядоли

Под семенной кожурой находится *зародыш*. Различают следующие его части:

– две *крупные семядоли* почковидной формы; они являются зародышевыми листочками, где отложились в запас питательные вещества;

– *зародышевый корешок*;

– *зародышевый стебелек*;

– *почечка*, прикрытая зародышевыми листочками.

Семя фасоли не имеет эндосперма, так как запасные вещества находятся в семядолях. Оно состоит из семенной кожуры и зародыша.

Тема 26. ПЛОД. СТРОЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛОДОВ

У цветковых растений семена развиваются в плодах, а плод обычно формируется из завязи пестика.

Плод – репродуктивный орган покрытосеменных, обеспечивающий семенное размножение растений. Он предназначен для формирования, защиты и распространения семян. Плод развивается из цветка, как правило, после двойного оплодотворения, но может образовываться и в результате апомиксиса.

Развитие и строение. В образовании плода главную роль играет гинецей, и прежде всего завязь. В процессе развития плода из стенки завязи формируется стенка плода – *околоплодник* (*перикарп*, от греч. *пери* – около, *карпос* – плод).

Околоплодник (перикарпий) обычно составляет основную массу плода. В нем выделяют три сравнительно четкие зоны: наружную, среднюю и внутреннюю. Наружная зона называется *внеплодником* или *экзокарпием*; средняя – *межплодником* или *мезокарпием*; внутренняя – *внутриплодником* или *эндокарпием*.

Наиболее четко все зоны можно различить, например, в плоде сливовых из семейства Розовые (рис. 112): тонкий наружный слой – *экзокарпий*; съедобная сочная мякоть плода – *мезокарпий*; твердая косточка, окружающая единственное семя, – *эндокарпий*.

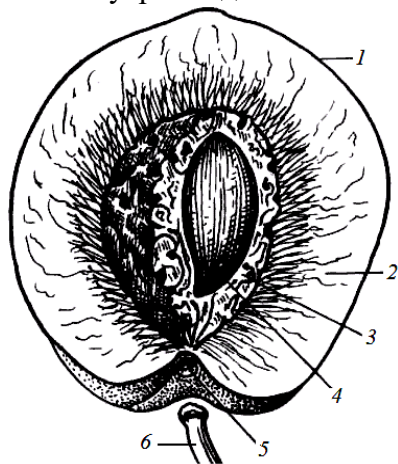


Рис. 112. Строение плода (костянка персика обыкновенного): 1–3 – околоплодник, или перикарпий (1 – экзокарпий; 2 – мезокарпий; 3 – эндокарпий); 4 – семя; 5 – след плодоножки; 6 – плодоножка

Классификация плодов. Морфогенетическая классификация основана на типе гинецея. По этому признаку плоды делят на четыре главных типа, которые приведены ниже.

1. *Апокарпии* образуются из цветков с архаичным апокарпным гинецеем. Из каждого свободного пестика одного цветка формируется отдельный плодик.

2. *Монокарпии* возникают из цветков, имеющих монокарпный гинецей. Они генетически родственны апокарпиям и образовались в результате редукции плодолистиков до одного.

3. *Ценокарпии* (синкарпий, лизикарпий и паракарпий) формируются из цветков с ценокарпным гинецеем.

4. *Псевдомонокарпии* внешне похожи на монокарпии, но образуются из гинецея, в котором первоначально закладывается два или более плодолистиков, но потом чаще развивается только один. В результате возникает одногнездная завязь с одним семязачатком.

Каждый из названных типов подразделяют на подчиненные группы в соответствии с их эволюционными тенденциями. В целом морфогенетическая классификация достаточно сложна и трудно применима при определении растений. Поэтому рассмотрим *искусственную классификацию плодов*, основанную главным образом на внешних морфологических признаках. Согласно данной классификации различают указанные ниже группы плодов.

Простой плод развивается из завязи только одного пестика (монокарпный, ценокарпный и псевдомонокарпный гинецей). Это самая многочисленная группа плодов.

Сборный (сложный) плод формируется из завязей нескольких свободных пестиков одного цветка (апокарпный гинецей).

Соплодие – это сросшиеся в единое целое несколько или много плодов, образовавшихся из цветков одного соцветия.

В основу дальнейшей классификации простых и сборных плодов положены следующие **признаки**:

- *консистенция околоплодника* (сухие и сочные плоды);
- *число семян* (многосемянные и односемянные плоды);
- *вскрытие околоплодника* (невскрывающиеся и вскрывающиеся плоды) – освобождение семян до их прорастания из сухих много-семянных плодов. Оно происходит продольными щелями по брюшному, спинному швам или по поверхности плодолистика;
- *способ вскрытия*;
- *число плодолистиков*, образующих плод.

Иногда простые плоды распадаются на части, тогда их делят на дробные и членистые.

Дробный плод распадается продольно в плоскости срастания пло-долистиков. При этом образуются односемянные мерикарпии (от греч. *мерос* – часть), как у многих сельдерейных и клена.

Членистый плод распадается поперечно в плоскости, перпендикулярной продольной оси плодолистика, в месте формирования ложных перегородок (некоторые бобовые и капустные).

Основываясь на данных морфологических признаках, выделяют следующие группы плодов: простые плоды (коробочковидные, ореховидные, ягодовидные, костянковидные), сборные (сложные) плоды, дробные, членистые плоды и соплодия.

К **коробочковидным плодам** относятся многосемянные вскрывающиеся плоды с сухим околоплодником (рис. 113).

Листовка – одногнездный плод, образованный одним плодолистиком, вскрывается одной щелью по брюшному шву, семена прикрепляются вдоль брюшного шва (сокирки, ваточник).

Боб – одногнездный плод, образованный одним плодолистиком, вскрывается одновременно по брюшному и спинному швам от верхушки к основанию. Семена прикрепляются вдоль брюшного шва (чина, люпин, горох, карагана). При созревании две створки боба часто закручиваются, с силой разбрасывая созревшие семена. Кроме типичного строения, бобы бывают спирально закрученные (люцерна посевная), сочные невскрывающиеся (софора японская), односемянные невскрывающиеся (донник, эспарцет, люцерна хмелевая, клевер), а также членистые. Генетически листовка и боб – монокарпии.

Стручок – двугнездный плод, образованный двумя плодолистиками (паракарпий). Между сросшимися краями плодолистиков образуется ложная перегородка, к которой в два ряда прикрепляются семена. Вскрывается стручок двумя швами по месту срастания краев плодолистиков от основания к верхушке (капустные). Стручки могут быть членистыми.

Стручочек имеет такое же строение, как и стручок, но отличается соотношением длины и ширины плода. У стручочка длина равна ширине или превышает ее в 2–3 раза (ярутка, пастушья сумка). У стручка длина превышает ширину в 4–5 раз и более (горчица, капуста, рапс).

Коробочка – плод, образованный двумя и большим числом плодолистиков. Коробочки различаются способом вскрывания, числом гнезд, расположением семян. Они могут вскрываться следующим образом:

- зубчиками на верхушке (куколь, примулы, гвоздика);
- дырочками (мак);
- крышечкой (подорожник, белена);
- створками (дурман, лен, хлопчатник, чай).

В зависимости от положения завязи в цветке и от типа гинецея коробочки бывают:

- а) *верхняя синкарпная* (лук, табак, дурман, белена, льнянки);
- б) *нижняя синкарпная* (ирис, гладиолус);
- г) *верхняя паракарпная* (ива, тополь);
- д) *нижняя паракарпная* (ятрышник, любка двулистная);
- е) *верхняя лизикарпная* (куколь, звездчатка, вербейник, примула).

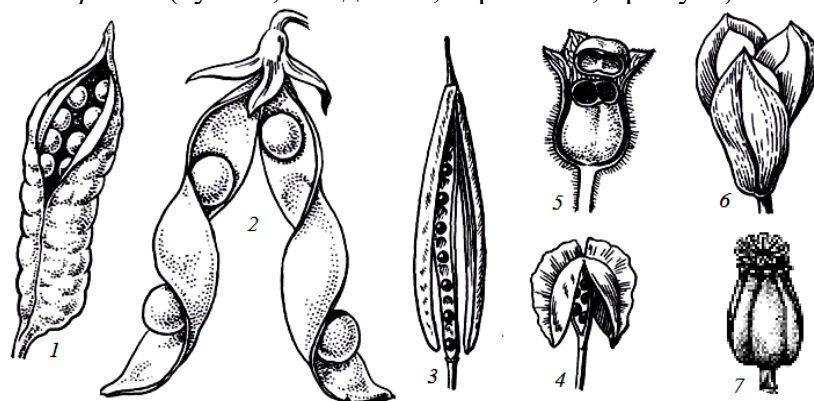


Рис. 113. Коробчовидные плоды:

1 – листовка (сокирки); 2 – боб (горох); 3 – стручок (капуста); 4 – стручочек (ярутка); 5 – коробочка (белена); 6 – коробочка (дурман); 7 – коробочка (мак)

Ореховидные плоды – это односемянные невскрывающиеся плоды с сухим околоплодником (рис. 114). Возникают они из синкарпного 2–3-гнездного гинецея, в котором развивается только одно гнездо, остальные редуцируются. Также могут происходить из паракарпного и лизикарпного гинецея, поэтому генетически ореховидные плоды являются *псевдомонокарпиями*.

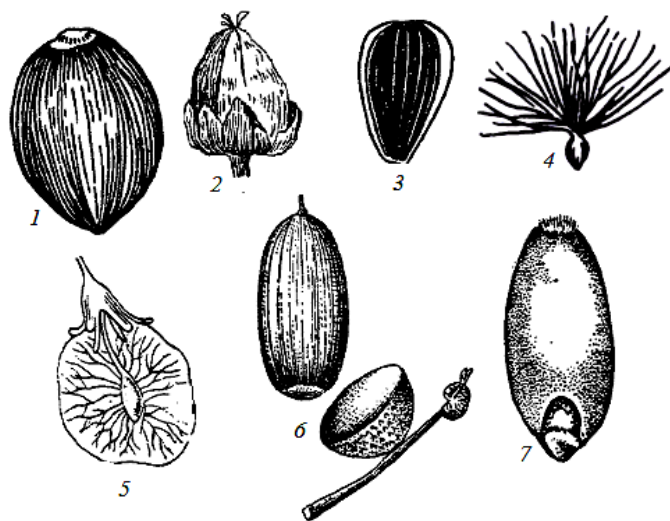


Рис. 114. Ореховидные плоды:

1 – орех (лещина); 2 – орешек (гречиха); 3 – семянка (подсолнечник); 4 – семянка (осот); 5 – крылатка (вяз); 6 – желудь (дуб); 7 – зерновка (пшеница)

Орех имеет жесткий, деревянистый, не сросшийся с кожурой семени околоплодник (лещина). У лещины (орешник) плод формируется из нижней синкарпной завязи женского цветка (завязь образована двумя плодолистиками). Орех заключен в *плюску* – это листовидная обертка, образованная тремя сросшимися прицветниками.

Орешек – это орех малых размеров (гречиха, липа, осока).

Крылатка – это орех без плюски, снабженный крыловидным придатком. Он образуется из сросшихся с околоплодником чешуевидных прицветников (береза, ольха, граб) или сегментов околоцветника (вяз, ревень, щавель, ясень)

Желудь имеет тонкокожистый или тонкодеревянистый (менее жесткий, чем у ореха) околоплодник, не сросшийся с семенной кожурой (дуб, бук). У желудя дуба плюска блюдцевидная. Она образована видоизмененными стерильными веточками соцветия.

Семянка имеет кожистый околоплодник, не срастающийся с семенем. Развивается она из разных типов гинецея: синкарпного (валериановые) или паракарпного (астровые, крапивные). Завязь может быть верхней (коноплевые, крапивные) или нижней (астровые, ворсянковые). Семянки многих астровых (одуванчик, осот, козлобородник) снабжены летучками, развившимися из видоизмененной чашечки.

Зерновка имеет тонкий, пленчатый, реже мясистый околоплодник (у некоторых бамбуков), который срастается с кожурой семени (мятликовые). Зерновка формируется из верхней паракарпной завязи, состоящей из двух плодолистиков (мытликовые), реже из трех (бамбуки).

Ягодovidные плоды – это чаще всего многосемянные нескрывающиеся плоды с мясистым или сочным околоплодником. Наружный слой околоплодника (экзокарпий) кожистый или деревянистый. Возникают ягодovidные плоды из ценокарпного гинецея с верхней или нижней завязью, поэтому генетически эти плоды представляют собой *ценокарпии* (рис. 115).

Ягода – это, как правило, многосемянный плод с сочными мясистыми эндо- и мезокарпом и тонким пленчатым, кожистым экзокарпом околоплодника, в мякоть которого погружены семена. Мясистая часть ягоды не всегда образована только околоплодником. Иногда она включает в себя сильно разросшуюся ослизлившуюся сочную кожуру семян (смородина, крыжовник) или разросшиеся сочные плаценты (томат гибридный). По происхождению ягода может быть:

- верхняя синкарпная (виноград, хурма, томат, картофель);
- нижняя синкарпная (клюква, брусника, черника);
- нижняя паракарпная (крыжовник, смородина).

Иногда ягода имеет лишь одно относительно крупное семя (барбарис, авокадо, финиковая пальма).

Тыквина – плод многих тыквенных, экзокарп жесткий, одревесневающий или кожистый. Образуется из паракарпного гинецея, состоящего из трех плодолистиков с нижней завязью. Мякоть плода образована мезо- и эндокарпом (дыня, огурец, тыква) или разросшимися плацентами (арбуз).

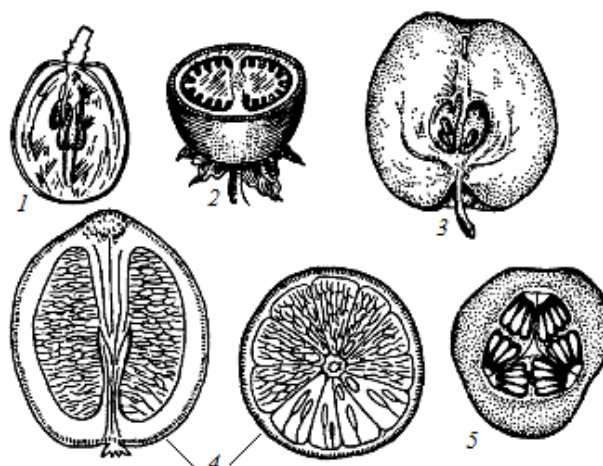


Рис. 115. Ягодovidные плоды:

1 – ягода (виноград); 2 – ягода (картофель); 3 – яблоко (яблоня, продольный разрез); 4 – померанец (лимон, продольный и поперечный разрезы); 5 – тыква (огурец, поперечный разрез)

Померанец (гесперидий) – плод цитрусовых из семейства Рутовые (апельсин, грейпфрут, лимон и др.). Он формируется из синкарпного гинецея, образованного 8–12 плодолистиками с верхней завязью.

Экзoкарпий желтый или оранжевый, состоит из наружной эпидермы, покрытой кутикулой, слоем воска, и плотной субэпидермальной хлорофиллоносной паренхимы с масляными железками. По мере созревания плода хлоропласты превращаются в хромопласты, благодаря чему незрелые зеленые плоды меняют окраску на желтую и оранжевую. Аромат плодов зависит от состава эфирных масел.

Мезокарпий – рыхлая белая безвкусная ткань.

Эндокарпий пленчатый и состоит из нескольких слоев плотной паренхимы и внутренней эпидермы. Субэпидермальные клетки эндокарпия формируют соковые мешочки на длинных ножках, заполненные клеточным соком. Благодаря различной длине ножек соковые мешочки заполняют гнезда очень плотно и слипаются между собой, образуя съедобную мякоть плода.

Яблоко формируется из пестика с нижней завязью. Мякоть плода развивается главным образом из тканей цветочной трубки и в меньшей степени из тканей экзо- и мезокарпия. Эндокарпий кожистый, хрящеватый, образует стенки гнезд с семенами (яблоня, груша, айва, рябина, арония, ирга).

Гранатина развивается из нижней многогнездной завязи с двумя этажами. Мякоть плода образуется из сочного наружного слоя семенной кожуры (пульпы) многочисленных семян (съедобная часть плода). Околоплодник и ткани цветочной трубки у зрелого плода высыхают, образуя твердую кожистую кожуру (гранат).

Костянкoвидные плоды являются односемянными, имеют деревянистый эндокарпий (косточку) (рис. 116).



Рис. 116. Костянкoвидные плоды:

1 – сочная костянка (слива); 2 – сухая костянка (миндаль)

Сочная костянка – это невскрывающийся плод с мясистым сочным съедобным мезокарпием и склерифицированным эндокарпием (косточка). Генетически сочная костянка – монокарпий. Она характерна для сливы, вишни, черешни, абрикоса, персика, алычи.

Сухая костянка имеет мясистый мезокарп в начале созревания плода, но при полном созревании – полусухой или сухой, несъедобный (миндаль, облепиха). Съедобная часть плода миндаля – семя. Запасные вещества находятся в двух крупных семядолях зародыша семени; эндосперм очень тонкий, в виде пленки.

Плод *облепихи* сочный, но это сухая костянка (экзо- и мезокарпии пленчатые, сросшиеся; эндокарпий кожистый, толстый, темно-коричневый, с продольной бороздкой). Мякоть плода – это сочные ткани разросшейся трубки чашечковидного околоцветника, которая полностью закрывает сухую костянку.

К костянкам иногда относят и псевдомонокарпии (кокосовая пальма, грецкий орех, фисташка, кизил). Так, плод *кокосовой пальмы*, неправильно называемый кокосовым орехом, образован из трех плодолистиков с верхней завязью. Он достигает массы 8 кг и содержит одно семя. Эндокарпий деревянистый; мезокарпий толстый, волокнистый, сухой; экзокарпий тонкий, кожистый.

Плод *грецкого ореха* образован из двух плодолистиков. Завязь

(нижняя, одногнездная, с ложными перегородками и одним семязачатком) обрастает двумя прицветниками. Плод зеленый, с несъедобной плюской (экзо- и мезокарпий). При созревании плюска подсыхает и растрескивается, из нее выпадает деревянистая косточка с бугристой поверхностью (эндокарпий), внутри нее – семя без эндосперма. Зародыш семени состоит из двух крупных морщинистых семядолей.

Плод *фисташки* образован из синкарпного гинецея; завязь верхняя, трехгнездная; в каждом гнезде по одному семязачатку, из них в семя развивается лишь один. Экзокарпий тонкий, желто-кремовый или фиолетовый, мезокарпий в начале созревания плодов сочный, при созревании подсыхает и становится тонким; эндокарпий (косточка) – гладкий, тонкий, вскрывается створками. Семя крупное, без эндосперма, с тонкой коричневой кожурой, в которой заключен зародыш с двумя мясистыми зелеными семядолями. В пищу используют семена.

Дробные и членистые плоды являются сухими невскрывающимися плодами. Они распадаются на части: дробные плоды – продольно в плоскости срастания плодолистиков, а членистые плоды – поперечно (рис. 117).

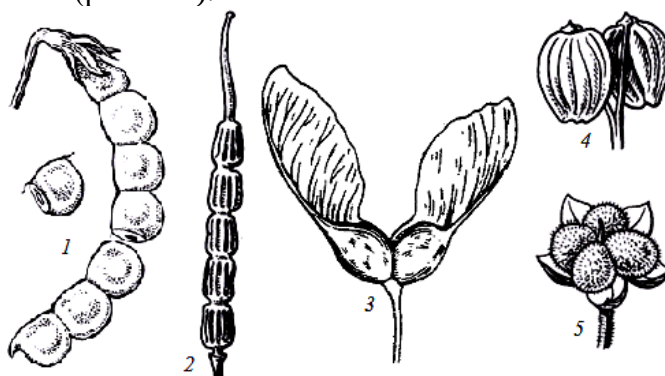


Рис. 117. Дробные и членистые плоды:

1 – членистый боб (копеечник); 2 – членистый стручок (редька дикая); 3–5 – дробные плоды (3 – двукрылатка (клен); 4 – вислоплодник (сельдерейные); 5 – ценобий (яснотковые))

Членистый боб распадается по перетяжкам между члениками (копеечник, сераделла). Генетически он является монокарпием.

Членистый стручок характерен для редьки дикой, генетически является паракарпием.

Двукрылатка относится к группе дробных плодов (кленовые). Этот плод состоит из двух долей (мерикарпиев), каждая из которых имеет вырост (крыло).

Вислоплодник (двусемянка) – это дробный плод сельдерейных. Он состоит из двух долей (мерикарпиев), висящих на карпофоре (раздвоенная нитевидная плодоножка).

Ценобий (четырёхорешек) является дробным плодом яснотковых и многих бурачниковых. Он возникает из двугнездной завязи, у которой на ранних стадиях развития появляются перегородки, разделяющие ее на четыре гнезда. В каждом гнезде находится один семязачаток. Зрелый плод состоит из четырех долей (мерикарпиев).

Сборные (сложные) плоды (апокарпии) получают название по типу плода, образующегося из отдельного пестика апокарпного гинецея. Эволюционно апокарпии – наиболее архаичные плоды (рис. 118).

Сборная листовка (многолистовка) представляет собой совокупность нескольких листовок, каждая из которых возникает из отдельного пестика апокарпного гинецея (магнолиевые, лютиковые).

Довольно редким типом плода является *сочная многолистовка* (лимонник китайский). Ко времени созревания плодов цветоложе женских цветков достигает длины 8 см, а из пестиков на нем развиваются сидячие шаровидные двусемянные сочные листовки, поэтому сборная сочная листовка становится похожей на повислую кисть.

Сборный орешек (многоорешек) – совокупность множества орешков, которые возникают из апокарпного гинецея (лютик, горицвет, лапчатка). Разновидностями сборного орешка являются плоды шиповника и земляники.

У шиповника плод называется **цинародий** – его орешки-плодики сидят внутри сильно-огнутого кувшинчатого сочного гипантия.

Многоорешек земляники имеет мелкие орешки, они сидят на выпуклой поверхности сильно разросшегося мясистого цветоложа. Такое видоизменение многоорешка называют «земляничина» или «фрага».

Плод лотоса орехоносного называется погруженным многоорешком. Каждый из отдельных его орешков сидит в углублении дисковидного губчатого разросшегося цветоложа.

Сборная костянка (многокостянка) – совокупность множества костянок, возникающих из апокарпного гинецея (малина, ежевика, морошка, костяника).

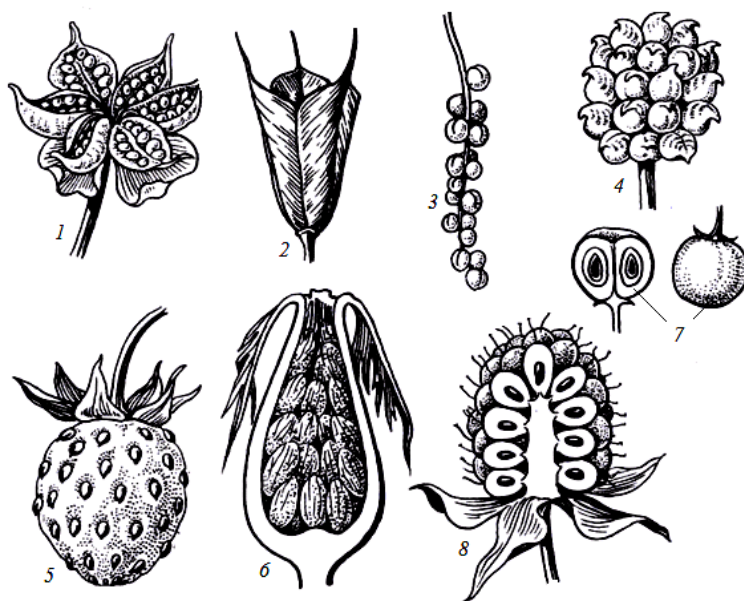


Рис. 118. Сборные (сложные) плоды:

1 – сухая многолистовка (калужница); 2 – сухая многолистовка (водосбор); 3 – сочная многолистовка (лимонник китайский); 4 – сухой многоорешек (лютик); 5 – сочный многоорешек (земляника); 6 – цинародий (шиповник); 7 – сухая многокостянка (толокнянка); 8 – сочная многокостянка (малина)

Соплодия – это сросшиеся плоды, возникшие из отдельных цветков одного соцветия. Например, у ананаса ось соцветия срастается с многочисленными завязями и основаниями прицветников в мясистую сочную ткань. Сходные соплодия образуются у хлебного дерева.

В широком смысле *соплодием называют совокупность зрелых плодов одного соцветия независимо от срастания*. Например, так называемая тутовая ягода у шелковицы образована сближенными, плотно сидящими, но не срастающимися друг с другом сеянками, которые заключены в сочные съедобные окрашенные околоцветники. У инжира (винной ягоды) плоды сеянки в соплодии также не срастаются, находясь в полном вместилище, мясистая стенка которого образована осями соцветия.

У *свеклы* соплодие называется **клубочком** и представляет собой несколько плодов, сросшихся с листьями околоцветника и друг с другом.

ТЕМА 27. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ. СЕМЕЙСТВО ЛЮТИКОВЫЕ

Методика определения растений. Определение растений – это установление его видовой принадлежности. Оно проводится при описании естественных фитоценозов, а в агрономической практике при инвентаризации сельскохозяйственных угодий – сенокосов, пастбищ, полей и др.

Для установления видовой принадлежности необходимо иметь образцы живых растений в цветущем состоянии или гербарный материал и справочную литературу. В качестве справочника может быть рекомендован «Определитель высших растений Беларуси», изданный в 1999 г. под редакцией академика В.И. Парфёнова. Определительные таблицы в нём построены по принципу дихотомического ключа и состоят из ступеней, обозначенных порядковыми номерами в левой части страницы. Каждая ступень включает два набора альтернативных признаков. Признаки, приведенные после цифры, называются **тезой**, а признаки, указанные после знака «+» – **антитезой**. Сравнивая признаки тезы и антитезы с признаками изучаемых растений, выбирают подходящее значение и переходят на следующую ступень, обозначенную цифрой справа. В некоторых случаях после номера ступени стоит цифра в скобках, например, 31(27). Цифра в скобках указывает, с какой ступени пришли на ступень, обозначенную без скобок. Определение ведется в логической последовательности: сначала определяют отдел, затем – класс, семейство, род, вид. После определения одной таксономической единицы (отдела) в книге дается указание, на какой странице начинается поиск следующей таксономической группы (класса и так далее). По мере определения ведется запись номеров ступеней с указанием тез и антитез.

Например, при определении чистяка весеннего (*Ficaria verna*) учитывают, что это травянистое цветковое растение, образующее семена внутри плода (отдел Покрытосеменные). Цветки у этого растения с двойным околоцветником, жилкование листьев сетчатое, зародыш семени с двумя семядолями (класс Двудольные). Это травянистое сухопутное растение с зелёными простыми листьями, тычинок больше 12, завязь на верхушке замкнутая; тычинки свободные, прикреплены к цветоложу; чашелистиков больше двух; цветки актиноморфные, венчик с 6–12 жёлтыми лепестками и несколькими пестиками (семейство Лютиковые). Цветоносный стебель олистенный, без мутовки листьев; листорасположение очередное; лепестки у основания без шпорцев; листья почковидно-сердцевидные; корни клубневидно утолщённые, продолговатые (род Чистяк).

Для такого растения ход определения записывается следующим образом:

- стр. 15. Отдел: 1+, 4+ – Покрытосеменные (Magnoliophyta);
- стр. 30. Класс: 1 – Двудольные (Magnoliopsida);
- стр. 31. Семейство: 1+, 27+, 31+, 48, 49+, 50+, 52+, 53+, 54+ – Лютиковые (Ranunculaceae);
- стр. 45. Род: 1+, 2+, 4+, 6+, 7+, 10+, 11, 12 – 16. Чистяк (*Ficaria*). Цифра 16 указывает, что в таблице определения вида (стр. 47 – 59) этот род указан под номером 16 (стр. 51);
- стр. 51. Вид: в Беларуси вид в составе рода один, поэтому ступени не указываются – Чистяк весенний (*Ficaria verna*).

В научных изданиях после написания наименования вида на латыни требуется указание автора в полном или сокращённом виде (*Ficaria verna* Huds.). В других случаях фамилию автора можно не указывать.

Семейство Лютиковые (*Ranunculaceae* Juss.) имеет древнее происхождение. Оно принадлежит к порядку Лютикоцветные (*Ranunculales*), отличающемуся большим разнообразием форм. Семейство не имеет сельскохозяйственного использования, однако представляет большой интерес для теории систематики, поскольку в нем прослеживаются пути эволюции цветка и плода: от простого околоцветника (калужница) к двойному (лютик), от спирального расположения частей цветка (адонис, ветреница) к спиральнокруговому и даже круговому (лютик), от актиноморфного строения цветков (лютик) к зигоморфному (борец), от многосемянных плодов (калужница, живокость) к односемянным (перелеска).

Семейство лютиковые подразделяют на четыре подсемейства: гидрастисовые (*Hydrastidoideae*), лютиковые (*Ranunculoideae*), василисниковые (*Thalictroideae*) и кингдониевые (*Kingdonioideae*). В условиях Беларуси распространены лютиковые и василисниковые.

В семействе насчитывается около 50 родов и свыше 2000 видов многолетних, реже однолетних, травянистых растений, а также полукустарников и древесных лиан.

География распространения. Представители этого семейства встречаются главным образом в умеренных широтах и холодных областях земного шара. В Беларуси произрастает 48 видов из 19 родов травянистых растений. Это разнообразные лютики, ветреницы, калужница, перелеска, чистяк и другие растения. Большинство из них – мезофиты. Калужница болотная и лютик жгучий произрастают в условиях сильного увлажнения почвы, шелковник водный является гидрофитом. В то же время в семействе есть растения сухих мест обитания.

Вегетативные органы. Корневая система у лютиковых стержневая при семенном и мочковатая при вегетативном размножении. Известно также образование корнеклубней (чистяк весенний).

Стебли разнообразны по положению в пространстве – прямостоячие (лютик едкий), приподнимающиеся (калужница болотная), ползучие (лютик ползучий). Возможно образование корневищ (ветреница дубравная). Листья простые без прилистников. Листовая пластинка может быть цельной, как у калужницы болотной, но чаще – перисто- или пальчаторассеченная. У шелковника (водяной лютик) листья многократно рассечены на нитевидные доли. Прикорневые листья на длинных черешках, а стеблевые – на коротких. Листорасположение очередное, редко супротивное (клематис).

Репродуктивные органы. Для лютиковых характерны растения с одиночными цветками (ветреница, водосбор, купальница), а также с кистевидными (сокирки) или метельчатыми (василистник, ломонос) соцветиями. Цветки бывают актиноморфными (лютик, калужница, василистник, ломонос) и зигоморфными (аконит, живокость, водосбор). У зигоморфных имеются шпорцы – полые выросты вытянутых лепестков в виде трубок, суженных книзу, где накапливается нектар (эти растения опыляются только насекомыми). Цветки обоеполые с неопределенным и определенным числом частей. Околоцветник простой венчиковидный (калужница) или двойной (чистяк). Чашечка обычно состоит из 5, реже 6 чашелистиков. Но их может быть 4 (ломонос), 3 (чистяк) и даже 2 (клопогон). Окраска цветков варьирует от белых до желтых, синих и ярко-красных тонов. Андроцей состоит из многочисленных тычинок, расположенных по спирали, которые, как правило, крепятся под пестиками или около них. Многие тычинки утрачивают пыльники и превращаются в стаминодии в виде лепестков, которые выделяют нектар и этим привлекают насекомых-опылителей. Гинецей апокарпный, состоит из нескольких плодолистиков, завязь верхняя. Формулы цветков разнообразны: у ломоноса – $* P_4 A_{\infty} G_{\infty}$, у лютика – $* \overset{\circ}{\sigma} \overset{\circ}{\rho} C_5 C_5 A_{\infty} G_{\infty}$. Наиболее примитивный цветок известен у купальницы, у которой части цветка многочисленны – $* P_{\infty} A_{\infty} G_{\infty}$, а плод – спиральная многостовчатка.

Лютиковые опыляются преимущественно насекомыми. У видов с редуцированным околоцветником (василистник) возможно также и ветроопыление.

Плоды у лютиковых – листовки (сокирки), сборные листовки (живокость), сборные орешки (лютик), реже – ягодообразные листовки (воронец). Семена имеют маслянистый эндосперм. Большинство представителей лютиковых – это насекомоопыляемые растения, редко ветроопыляемые.

Значение лютиковых. Большого практического значения лютиковые не имеют, так как многие из них являются ядовитыми растениями, содержащими в клеточном соке разнообразные алкалоиды (аконитин и др.) и гликозиды (ранункулин и др.). Однако чернушку посевную ради семян выращивают в качестве пряного растения. Экстракты из адониса, василистника, живокости и других растений используют в медицине. В древние времена из аконита получали яд для стрел. Многие лютиковые являются нектароносами. Ветреница, купальница, водосбор и чернушка дамасская культивируются как декоративные растения.

Лютик ползучий, лютик ядовитый, чистяк весенний и другие растения этого семейства являются сорняками.

В естественных фитоценозах многие виды нуждаются в охране. В Красную книгу Республики Беларусь занесено 9 видов. Это аконит шерстистоусый (*Aconitum lasistomum*), аконит северный (*Aconitum septentrionale*), ветреница лесная (*Anemone sylvestris*), живокость высокая (*Delphinium elatum*), клопогон европейский (*Cimicifuga europaea*), купальница европейская (*Trollius europaeus*), ломонос прямой (*Clematis recta*), прострел луговой (*Pulsatilla pratensis*) и равноплодник василистниковый (*Isopyrum thalictroides*).

Наименования растений семейства Лютиковые из учебного гербария

Русское	Латинское
Василистник блестящий	<i>Thalictrum lucidum</i>
Ветреница дубравная	<i>Anemone nemorosa</i>
Водосбор обыкновенный	<i>Aquilegia vulgaris</i>
Калужница болотная	<i>Caltha palustris</i>
Купальница европейская	<i>Trollius europaeus</i>
Ломонос прямой	<i>Clematis recta</i>
Лютик едкий	<i>Ranunculus acris</i>
Лютик ползучий	<i>Ranunculus repens</i>
Лютик ядовитый	<i>Ranunculus sceleratus</i>
Мышехвостник маленький	<i>Myosurus minimus</i>
Перелеска благородная	<i>Hepatica nobilis</i>
Прострел раскрытый (сон-трава)	<i>Pulsatilla patens</i>
Сокирки полевые	<i>Consolida regalis</i>
Чернушка посевная	<i>Nigella sativa</i>
Чистяк весенний	<i>Ficaria verna</i>

ТЕМА 28. СЕМЕЙСТВО РОЗОВЫЕ

Семейство Розовые (*Rosaceae*) относится к порядку Розоцветные (*Rosales*). Это одно из крупных семейств цветковых растений, включающее около 100 родов и 3000 видов. В естественных фитоценозах Беларуси произрастает около 100 видов в составе 24 родов.

География распространения. Розовые широко распространены на земном шаре, но основная их часть сконцентрирована в умеренной и субтропической зонах северного полушария. Розовые встречаются в самых разнообразных растительных сообществах и, хотя обычно не играют в них доминирующей роли, являются тем не менее одним из важнейших для нас семейством.

Экологические группы. Большинство видов – мезофиты. Гигрофиты немногочисленны (сабельник болотный). Некоторые розовые являются ксерофитами и могут расти даже в пустынях (таволгоцвет Шренка).

Жизненные формы. Семейство объединяет деревья (яблоня, груша, рябина и др.), кустарники (спирея, шиповник, кизильник и др.), полукустарники (малина), многолетние (земляника, лапчатка, манжетка и др.) и реже однолетние (лапчатка норвежская) травы.

Вегетативные органы. Корневая система у розовых, размножающихся семенами, стержневая. У многих видов (земляника, лапчатка и др.) имеются подземные видоизмененные побеги – корневища, от которых отходят придаточные корни, которые образуют мочковатую корневую систему. Стебли прямостоячие (вишня, слива), приподнимающиеся (гравилат), стелющиеся (лапчатка гусиная), чаще цилиндрические на поперечном срезе. Листья простые, цельные как у яблони и груши, перисто-рассеченные как у гравилата, а также сложные непарноперистые (роза, рябина) и тройчатые (земляника), черешковые, с прилистниками и без них. Жилкование сетчатое, листорасположение очередное, редко супротивное.

Репродуктивные органы. Цветки актиноморфные, обоеполые, 5-членные (редко 3–4-членные), с двойным околоцветником. Для розовых характерно большое разнообразие типов цветоложа: от конического (малина) до бокальчатого (шиповник). Разросшееся цветоложе в виде блюдца, чаши или бокала называется гипантием. В образовании гипантия кроме цветоложа могут принимать участие и другие части цветка: основания чашелистников, лепестков, тычинок, а иногда и подчашие – дополнительный нижний ряд более мелких чашелистиков (земляника, гравилат). При созревании плодов цветоложе может разрастаться, становиться сочным и приобретать яркую, привлекающую окраску (земляника, шиповник, яблоня и др.). Лепестки имеют белую, розовую, красную, реже желтую окраску, но никогда не бывают голубыми. Многочисленные тычинки расположены кругами, реже их число равно 4, 5 или 10.

Для розовых характерно большое разнообразие типов гинецея. Например, простой монокарпный гинецей образуется у сливы, сложный апокарпный – у земляники, простой ценокарпный – у яблони. В центре гипантия находится от одного до нескольких плодолистиков. Плодолистики свободные, реже срастаются (яблоня). Завязь верхняя, полунижняя и нижняя, одногнездная, двугнездная и многогнездная.

Типичными соцветиями являются кисть (черемуха), зонтик (яблоня, вишня), щиток (груша), метелка (волжанка). Реже встречаются одиночные цветки (роза). Большинство видов являются энтомофильными перекрестноопылителями.

Плоды необычайно разнообразны: сухие (листовка, коробочка, орешек, семянка) и сочные (костянка, яблоко). Они бывают простыми и сборными. Семена без эндосперма. Плоды распространяются ветром (пузыреплодник, спирея), водой (роза морщинистая), муравьями (лапчатка), птицами (малина, рябина), млекопитающими (яблоня, слива и др.) Важную роль в жизни розовых играет вегетативное размножение. Многие растения размножаются с помощью корневищ (морозка, малина), корневых отпрысков (терн), усами (земляника).

Представители семейства имеют большое хозяйственное значение. Среди них много пищевых, лекарственных, декоративных и нектароносных видов. Древесина может использоваться как поделочный материал.

Семейство розовые подразделяют на 4 подсемейства, главным образом на основании особенностей строения цветков и плодов.

Подсемейство спирейные (*Spiraeoideae*) – примитивная группа розовых, которая включает около 20 родов и 100 видов. Это в основном кустарники или невысокие деревья, редко многолетние травы. Цветки с плоским или блюдцевидным цветоложем. Чашечка сростнолистная, из 5 чашелистиков. Гинецей сложный апокарпный, завязь верхняя. Формула цветка: $* Ga_{(5)} Co_5 A_{\infty} G_{2-5}$. Плод – сложная листовка. Большинство представителей подсемейства обитает в горах; в лесной зоне они входят в состав подлеска.

Широко распространены роды: спирея, рябинник, пузыреплодник, волжанка. Все они давно и прочно вошли в садово-парковую культуру.

Подсемейство шиповниковые (*Rosoideae*) – самое крупное среди розовых, включает около 50 родов и 1700 видов. Это многолетние корневищные травы и кустарники. Цветки – от мелких (манжетка) до крупных (роза). Цветоложе часто коническое (земляника, лапчатка)

или бокальчатое (шиповник). Чашечка может быть с подчашием (земляника, гравилат). Тычинки и плодолистики многочисленны. Гинецей, как правило, апокарпный. Формулы цветков: * $Ca_{(5)}Co_5A_{\infty}G_{\infty}$ (малина, ежевика, шиповник), * $Ca_{(5+5)}Co_5A_{\infty}G_{\infty}$ (земляника, гравилат), * $Ca_{(4+4)}Co_0A_4G_1$ (манжетка). Распространенными представителями этого подсемейства являются роза, малина, земляника.

Дикорастущие виды розы (шиповники) имеют немахровые пятичленные двойные околоцветники, редко полумахровые. Плод – сборный орешек. При созревании плодов цветоложе разрастается, принимая яркую красную, оранжевую, иногда почти черную окраску, становясь при этом несколько мясистым. В Беларуси встречается 23 дикорастущих вида (роза морщинистая, луговая, мягкая, сизая и др.) и большое сортовое разнообразие культурных форм.

Плоды шиповников содержат большое количество витаминов (С, В₂, К, Р, каротин), пектинов, органических кислот и сахаров. Цветки роз являются источником розового масла – ценнейшего продукта, используемого в парфюмерии, косметике и медицине. Ведущее место среди роз, выращиваемых для этой цели, занимает роза дамасская.

Культурные розы высоко ценятся как декоративные растения. Все сортовое многообразие роз распределяется по группам.

1) *Чайные розы*. Возникли в Китае, теплолюбивы, хорошо растут в комнатных условиях.

2) *Ремонтантные розы*. Созданы во Франции, способны к повторному цветению в течение вегетации.

3) *Чайно-гибридные розы*. Созданы во Франции, исключительно декоративны. Используются в кустовой и штамбовой форме, пригодны для зимней выгонки и срезки.

4) *Розы флорибунда* имеют гибридное происхождение. Отличаются большим разнообразием окраски и строения цветка. Применяются в кустовой и штамбовой форме, пригодны для срезки и зимней выгонки.

5) *Полиантовые розы* отличаются низкорослыми компактными кустами с многочисленными мелкими махровыми и полумахровыми цветками.

6) *Плетистые розы*, или выющиеся, образуют побеги длиной до 5 м. Применяются для декорирования стен, арок, создания шпалер.

7) *Миниатюрные розы* завезены из Китая. Это карликовые растения с цветками диаметром 1,5 – 2,0 см, изящной формы и разной окраски.

8) *Парковые розы* – высокорослые, зимостойкие, обильно цветущие кустарники, пригодные для одиночных и групповых посадок и создания шпалер.

Малина – ценное космополитное ягодное и медоносное полукустарниковое растение. Ее плод – сборная костянка. В Беларуси произрастает 5 видов: малина, ежевика, куманика, костяника и морошка. Малина славится высоким содержанием сахаров, пектина, салициловой кислоты, витаминов и имеет большое пищевое и лекарственное значение. Кроме того, малина – хороший медонос.

Земляника – это многолетнее травянистое растение. Чашечка с подчашием. Ко времени плодоношения цветоложе становится красным, сочным, мясистым, по его поверхности располагаются мелкие односемянные сухие плодики (семянки). В Беларуси встречается 3 дикорастущих вида: земляника лесная, земляника зеленая и земляника мускусная. Это лекарственные растения. В культуре во всех садовых зонах республики выращивают землянику садовую или ананасную, которую часто неправильно называют клубникой.

Род лапчатка в Беларуси представлен 18 видами многолетних трав. Наиболее многочисленны лапчатка прямостоячая, лапчатка гусиная, лапчатка серебристая. Реже встречаются лапчатка белая, прямая, метельчатая. Лапчатки – хорошие нектароносы. Препараты из их корневищ применяются в медицине как вяжущие средства. Плод – сборный орешек.

Род манжетка также хорошо известен в Беларуси, где он включает 18 видов травянистых многолетних растений. Препараты из растений применяются как мочегонное, отхаркивающее, кровоостанавливающее средство.

Род гравилат имеет плод сборный орешек. В Беларуси встречаются гравилат городской, гравилат речной, гравилат алеппский.

Кормовое значение может иметь кровохлебка аптечная. Ее также используют в медицине и ветеринарии.

Подсемейство яблоневые (*Pomoideae*) включает около 23 родов и 600 видов деревьев и кустарников с простыми листьями. Для цветков характерно вогнутое цветоложе, которое срастается с завязью пестика. Чашелистики сросшиеся, сохраняются на верхушке плода. Синкарпный гинецей состоит из 5, реже 2–3 и даже 1 плодолистиков. Формула цветка: $\ast C_{a(5)}C_{o5}A_{\infty}G_{(2)-(5)}$. Плод – яблоко.

Большое распространение и важное пищевое значение имеют роды яблоня и груша. Это главные плодовые семечковые культуры умеренных широт. Их плоды отличаются высоким содержанием сахаров, пектина, органических кислот, витаминов и дубильных веществ. Многочисленные сорта яблонь объединяются под общим названием «яблоня домашняя». В их происхождении участвовали разные виды диких яблонь (яблоня венечная, яблоня ягодная, яблоня сливолистная, яблоня Недзвецкого и др.). Родоначальницей сортов культурной груши является груша обыкновенная. Ради плодов, достигающих 2 кг, в южных регионах культивируется айва. Семена айвы применяются в медицине как слабительное.

Пищевое и лекарственное значение имеют плоды диких и культурных форм мушмулы, боярышника, рябины, кизильника, аронии.

Многие яблоневые являются лекарственными растениями. Кроме того ценится их декоративность.

Подсемейство сливовые (*Prunoideae*) включает около 400 видов. В основном это деревья и кустарники с простым листом. Цветки имеют вогнутое цветоложе, не срастающееся с верхней завязью пестика. Гинецей простой монокарпный. Формула цветка: $\ast C_{a(5)}C_{o5}A_{\infty}G_1$. Плод – костянка, большей частью сочная, редко сухая (миндаль).

Большинство видов этого подсемейства являются ценными плодовыми косточковыми культурами. В Беларуси широко распространены слива, вишня и алыча. Слива домашняя возникла от скрещивания терна и алычи, в диком состоянии она неизвестна. Вишня садовая в диком состоянии также неизвестна. В ее происхождении участвовала дикая степная вишня кустарниковая. Ценными плодовыми растениями являются также абрикос, персик, миндаль.

Широко распространен род черемуха. Черемуха входит в состав подлеска в лесной зоне, используется в декоративном озеленении населенных мест.

Древесина сливовых идет на разнообразные поделки, музыкальные инструменты, для производства мебели. Все сливовые прекрасные раннецветущие декоративные растения.

На территории Беларуси имеются редкие и исчезающие виды розовых. В Красную книгу Республики Беларусь занесены лапчатка скальная (*Potentilla rupestris*), волжанка двудомная (*Aruncus dioicus*), кизильник алаунский (*Cotoneaster alaunicus*), слива колючая, или терн (*Prunus spinosa*), и морошка приземистая (*Rubus chamaemorus*).

Наименования растений семейства Розовые из учебного гербария

русское	латинское
Боярышника кроваво-красный	<i>Grataegus sanguinea</i>
Вишня садовая	<i>Cerasus vulgaris</i>
Гравилат городской	<i>Geum urbanum</i>
Гравилат речной	<i>Geum rivale</i>
Груша обыкновенная	<i>Pyrus communis</i>
Земляника лесная	<i>Fragaria vesca</i>
Рябина черноплодная	<i>Aronia melanocarpa</i>
Рябина обыкновенная	<i>Sorbus aucuparia</i>

Лапчатка гусиная	Potentilla anserina
Лапчатка прямостоячая	Potentilla erecta
Лапчатка серебристая	Potentilla argentea
Малина обыкновенная	Rubus idaeus
Манжетка городчатая	Alchemilla subcrenata
Роза морщинистая	Rosa rugosa
Сабельник болотный	Comarum palustre
Слива домашняя	Prunus domestica
Спирея средняя	Spiraea media
Черемуха обыкновенная	Padus avium
Яблоня домашняя	Malus domestica

ТЕМА 29. СЕМЕЙСТВО БОБОВЫЕ

Семейство Бобовые (Fabaceae L.) насчитывает около 700 родов и 18 тысяч видов. В Беларуси в естественных фитоценозах насчитывается 19 родов и 70 видов.

География распространения. Бобовые широко распространены от Арктики до антарктических островов. Представители рода произрастают по всему Средиземноморью, в Европе, Северной Америке, Ближнем Востоке. Древесные формы и лианы произрастают преимущественно в тропических и субтропических зонах. Представители травянистых видов сосредоточены в странах с умеренным и даже холодным климатом.

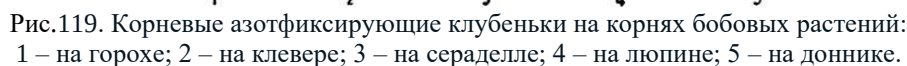
В составе семейства выделяют три подсемейства: Мимозовые (Mimosoideae), Цезальпиниевые (Caesalpinioideae) и Бобовые (Faboideae).

Подсемейство Мимозовые насчитывает около 3000 видов, которые произрастают в тропическом и субтропическом климате. Жизненные формы представлены в основном деревьями и кустарниками, реже травами. Цветки мелкие, актиноморфные, обоеполые, пятичленные, собраны в колосовидные или головчатые соцветия. К наиболее распространенным представителям относятся акации и мимозы.

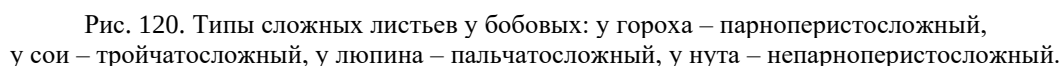
Подсемейство Цезальпиниевые включает в себя около 3000 видов, встречающихся в тропическом и субтропическом климате. Жизненные формы представлены в основном деревьями, кустарниками и лианами. Цветки крупные яркоокрашенные (делоникс царский), или мелкие невзрачные (гледичия), зигоморфные, пяти- или четырехчленные.

Подсемейство Бобовые представлено 12000 видами растений, произрастающими в условиях умеренного климата. Это могут быть деревья (робиния псевдоакация), кустарники (карагана, бобовник), полукустарники (дрок, раkitник), лианы (глициния), многолетние травы (клевер, люцерна, галега, лядвенец, люпин многолистный), однолетние травы (горох), вика посевная, люпин желтый, соя).

Вегетативные органы. Корневая система стержневая при семенном размножении с хорошо выраженным главным корнем. На корнях большинства бобовых имеются клубеньки. Они могут быть различной формы и возникают как разрастания паренхимной ткани корня вследствие внедрения и эндогенного расселения бактерий из рода ризобиум (*Rhizobium*), которые способны усваивать азот из воздуха (рис 119). При этом растения и почва обогащаются азотом, что имеет большое практическое значение в земледелии. Например, после уборки гороха в почве содержится 50 – 100 кг/га азота.



Выделяют следующие типы листьев: тройчатосложные (клевер, люцерна, донник белый, люцерна рогатый), пальчатосложные (люпин), парноперистосложные (горох посевной, горошек мышиный), непарноперистосложные (галега восточная, акация желтая). У парноперистосложных листьев верхние листочки видоизменены в усики, с помощью которых растения прикрепляются к опоре. Растения дрока имеют простые цельные листья.



Мелкие цветки собраны в соцветия в виде кисти (люпин, донник, горох, галега), головки (клевер, люцерна) или зонтика (лядвенец рогатый) (рис. 121).



Рис. 121. Соцветия головка и кисть

Для большинства бобовых свойственна энтомофилия. Роль опылителей при перекрестном опылении выполняют разнообразные насекомые. Самоопыляются горох, чечевица, виды люпинов и астрагалов, некоторые вики. Плод боб.

Семена с крупным зародышем без эндосперма. Запасные питательные вещества накапливаются в семядолях.

Значение бобовых. Бобовые играют огромную роль в жизни человечества. По экономической значимости они уступают только злакам. Помимо весьма большой группы пищевых, среди бобовых много кормовых, технических, медоносных, лекарственных, декоративных, дающих ценную древесину растений.

К наиболее распространенным культурам пищевого назначения относятся горох, фасоль, соя, нут, чечевица, арахис,

Большинство представителей семейства Бобовые являются хорошими кормовыми растениями. Среди однолетних растений можно выделить вику посевную, люпин белый, люпин желтый, (*L. luteus*). Ценными кормовыми многолетними травами можно являются клевер, люцерна, галега и др.

В Беларуси произрастает 15 видов клевера. Среди наиболее распространенных можно выделить клевер луговой, клевер ползучий, клевер розовый. Клевера богаты белком, каротином, витаминами В, С, D. Зеленая масса клевера используется для приготовления сенажа и силоса, травяной муки, гранул и брикетов.

Род Люцерна представлен в Беларуси 8 видами. Наиболее распространенными луговыми видами являются люцерна хмелевая и люцерна серповидная. Люцерну посевную возделывают в полях севооборотов. Это многоукосное высокоурожайное растение, обладающее высокими кормовыми достоинствами.

Перспективным многолетним культурным кормовым растением является галега восточная. Среди бобовых имеются лекарственные растения: донник лекарственный, солодка голая, кассия узколистная, софора японская. Ценными нектароносами являются акация желтая, донник, клевера. Декоративными растениями считаются робиния, карагана, софора японская, глициния, горошек душистый, фасоль огненно-красная.

Среди бобовых встречаются и ядовитые растения калабарские бобы, вязель изменчивый, дрок красильный, софора лисохвостая.

Наименования растений семейства Бобовые из учебного гербария

Русское	Латинское
Галега восточная	<i>Galega orientalis</i>
Горох посевной	<i>Pisum sativum</i>
Горошек заборный	<i>Vicia sepium</i>
Горошек мышиный	<i>Vicia cracca</i>
Донник белый	<i>Melilotus albus</i>
Клевер горный	<i>Trifolium montanum</i>
Клевер золотистый	<i>Trifolium aureum</i>
Клевер луговой	<i>Trifolium pratense</i>
Клевер пашенный	<i>Trifolium arvense</i>
Клевер ползучий	<i>Trifolium repens</i>
Клевер розовый	<i>Trifolium hybridum</i>
Клевер средний	<i>Trifolium medium</i>

Люпин желтый	Lupinus luteus
Люпин многолистный	Lupinus polyphyllus
Люпин узколистный	Lupinus angustifolius
Люцерна посевная	Medicago sativa
Люцерна серповидная	Medicago falcata
Люцерна хмелевая	Medicago lupulina
Лядвенец рогатый	Lotus corniculatus
Чина лесная	Lathyrus sylvestris
Чина луговая	Lathyrus pratensis

ТЕМА 30. СЕМЕЙСТВО КАПУСТНЫЕ

Семейство Капустные (Brassicaceae L.) или Крестоцветные (Cruciferae Juss.) насчитывает до 380 родов и 3200 видов из них в Беларуси встречается 45 родов и 89 видов растений.

География распространения. Капустные равномерно распространены на всех континентах мира. Главным образом они произрастают в умеренной и холодной зонах северного полушария. В торопиках и южном полушарии они преимущественно в горных местностях. Бобовые часто встречаются в лесных и луговых фитоценозах. Среди растений преобладают растения засушливых и сухих местообитаний.

Жизненные формы. Кустарники – катран, гелиофила сизая; лианы: гелиофила лазящая, кремлобус; однолетние травянистые растения: дескурения Софьи, пастушья сумка, рапс; двулетние травянистые растения: капуста огородная, сурепка обыкновенная; многолетние травянистые растения: свербига, хрен обыкновенный.

Вегетативные органы. Корневая система преимущественно стержневая, некоторые виды образуют корнеплоды (редис, редька огородная, репа) (рис. 122).

Стебли прямостоячие округлые ветвящиеся (дескурения, свербига, рапс) и неветвящиеся (капуста). По характеру опушения стебли могут быть голыми (рапс, пастушья сумка) или опушенными (редька дикая, свербига восточная). У некоторых видов стебель являетсяместилищем запасных питательных веществ (капуста кольраби).

Листья простые, без прилистников. Листовая пластинка может быть цельной (капуста огородная, свербига восточная), раздельной (рапс, редька дикая, пастушья сумка), рассеченные (сердечник луговой, клоповник сорный). Листорасположение у капустных очередные, причем нижние часто образуют прикорневую розетку. У некоторых видов наблюдается гетерофиллия. Например, у клоповника пронзеннолистного (*Lepidium perfoliatum*) розеточные листья рассечены на узкие линейные доли, тогда как стеблевые цельные, округлые, стеблеохватывающие.

Для капустных характерны верхушечные кистевидные (рапс, пастушья сумка) или щитковидные (сердечник) соцветия.

Цветки мелкие актиноморфные, обоеполые, с двойным околоцветником. Чашечка состоит из четырех свободных чашелистиков, расположенных в 2 круга, венчик – из четырех свободных лепестков, также расположенных в 2 круга крестообразно.

Окраска лепестков белая, желтая, голубая или фиолетовая. Андроцей четырехсильный – состоит из шести тычинок; 4 тычинки внутреннего круга длиннее 2 тычинок наружного круга. Гинецей ценокарпный, образован двумя плодолистиками. По шву срастания образуется ложная перегородка, которая делит завязь на два гнезда (рис. 123). Завязь верхняя.

Формула цветка: $\ast \frac{\sigma}{\rho} \text{Ca}_{2+2} \text{Co}_4 \text{A}_{2+4} \text{G}_{(2)}$.

Плод: стручок (рапс, капуста, свербига), членистый стручок (редька дикая) или стручочек (клоповник, пастушья сумка, ярутка полевая).



Рис. 122. Редька дикая.
Внешний вид вегетативных и репродуктивных органов.



Рис. 123. Генеративные органы Капустных:
соцветие, цветок, плод, семя.

Семена мелкие, шаровидные, без эндосперма и перисперма, содержат масла, зачастую накапливают гликозиды.

Хозяйственное значение крестоцветных трудно переоценить. Пищевое значение имеют капуста огородная во всем многообразии ее форм (рис. 125), репа, редька, редис, кресс-салат. Как острые приправы используют хрен, горчицу сарептскую. В качестве салата можно употреблять также ряд дикорастущих капустных, например, ложечницу, индау, сурепку, жеруху.



Рис. 124. Разнообразие видов капусты: 1- дикорастущая, 2- белокочанная, 3- савойская, 4- брюссельская, 5- цветная, 6- брокколи, 7- кольраби, 8- пекинская, 9-ромен, 10 - декоративная

Большое хозяйственное значение имеют масличные культуры: рапс, горчица сарептская, горчица черная, горчица белая, рыжик, катран абиссинский. В условиях Беларуси хорошей урожайностью выделяется рапс, семена которого содержат до 50% масла.

Ценными кормовыми растениями являются, брюква, репа и турнепс, кормовая капуста.

Многие крестоцветные благодаря высокому содержанию витаминов, особенно витамина С, имеют широкое применение в народной медицине. В траве некоторых видов желтушника содержится эризимилактон, который используют в сердечных препаратах. Сильное кровеостанавливающее действие оказывает пастушья сумка – одно из популярных растений в тибетской и китайской медицине. Из листьев вайды красильной получают краску индиго.

Для декоративных целей выращивают различные сорта левкой и бурачка приморского.

Русское	Латинское
Гулявник лекарственный	<i>Sisymbrium officinale</i>
Дескурения Софьи	<i>Deskurainia sophia</i>
Капуста огородная	<i>Brassica oleraceae</i>
Клоповник сорный	<i>Lepidium ruderae</i>
Рапс	<i>Brassica napus ssp. oleifera</i>
Свербига восточная	<i>Bunias orientalis</i>
Сердечник луговой	<i>Cardamine pratensis</i>
Сумочник пастуший	<i>Capsella bursa-pastoris</i>
Сурепка обыкновенная	<i>Barbarea vulgaris</i>
Редька дикая	<i>Raphanus raphanistrum</i>
Ярутка полевая	<i>Thlaspi arvense</i>

ТЕМА 31. СЕМЕЙСТВО СЕЛЬДЕРЕЙНЫЕ

Семейство Сельдерейные (*Apiaceae*), или Зонтичные (*Umbelliferae*), входит в состав порядка Аралиецветные (*Araliales*). В семействе более 280 родов и 3000 видов.

География распространения и экологические особенности. Сельдерейные распространены по всему земному шару, особенно в умеренно теплых и субтропических областях северного полушария, а в тропических странах приурочены главным образом к горным районам. Встречаются и в полупустынных районах Закавказья. В засушливых местах являются основным компонентом растительного покрова. Многие виды произрастают в лесах (подлесник, бутень), на лугах (борщевик, дудник), в садах (сныть), на огородах (укроп) и пустырях (бедренец, тмин). Виды из родов поручейник, омежник, вех нередко в изобилии встречаются по берегам водоемов и на болотах.

Жизненные формы. Среди сельдерейных имеются однолетние (кориандр, тургения), двулетние (морковь, тмин), но преимущественно это многолетние травы разнообразного облика, в отдельных случаях достигающие 4 м высоты и 6 см в диаметре. Значительно реже встречаются полукустарники, а кустарники и древовидные жизненные формы описаны лишь в немногих родах (мирридендрон, гетероморфа, синеголовник). В высокогорных районах Южной Америки произрастают подушковидные формы (азорелла), а в засушливых местах Закавказья бесстебельные однолетники (хохенакерия).

Вегетативные органы. Среди травянистых сельдерейных много растений со стержневой корневой системой. У моркови посевной главный корень видоизменяется в корнеплод. Утолщенный главный корень имеют представители рода петрушка, пастернак, сельдерей. У веха ядовитого толстое, многокамерное корневище, а у сныти обыкновенной – ползучее, от которых отходят придаточные корни. В семействе встречаются и другие корневищные растения. Стебли обычно прямостоячие, реже лежачие, нередко ребристые с хорошо выраженными узлами и полыми (дудчатыми) междоузлиями.

Листья простые, очередные, крупные, без прилистников, с рассеченными листовыми пластинками. Для большинства сельдерейных характерно наличие у основания листа влагалища, иногда очень крупного. Однако исключений в этом отношении довольно много. Так, у многочисленных видов володушки и щитолистника листья цельнокрайные без влагалищ. Листорасположение очередное, реже супротивное (друза супротивнолистная). Стебли и листья покрыты эфирноароматическими железками.

Репродуктивные органы. Соцветие – сложный зонтик, с оберткой и обверточками или без них, редко простой зонтик, как у астранции, или головка, как у синеголовника. Цветки обоеполые, редко однополые, актиноморфные или слегка зигоморфные в пределах одного соцветия. Чашечка редуцирована и представлена пятью зубцами и небольшой закраиной. Венчик состоит из пяти раздельных лепестков белого, желтого или розового цвета со слабо выраженными ноготками. Андроей – из пяти тычинок, нити которых прикреплены к

нектарному диску. Гинецей синкарпный, из двух плодолистиков, завязь нижняя, двухгнездная. Универсальная формула цветка: $* C_{a(0-5)} C_{o5} A_5 G_{(2)}$.

Пыльники обычно созревают раньше рылец (протерандрия), что способствует перекрестному опылению. Опыление производится короткохоботковыми насекомыми, преимущественно мухами. Плод (вислоплодник) – двусемянка, при созревании распадается на 2 плодика (мерикарпия), висящие на раздвоенной нитевидной плодоножке (карпофоре). У кориандра, омежника и некоторых других растений плодоножка не раздваивается. На поверхности мерикарпия имеется 5 продольных ребрышек. В околоплоднике им соответствует 5 проводящих пучков. Между ребрышками располагаются бороздки, под которыми имеются масляные ходы, которые размещаются также на стороне мерикарпия, обращенной к плоскости расщепления плода. Семена с хорошо развитым эндоспермом. Поверхность семени, обращенная к плоскости расщепления плода, может быть плоской или выпуклой, серповидной или вогнутой, что имеет диагностическое значение в систематике.

Семейство обычно подразделяется на 3 подсемейства. Для подсемейства **щитолистниковые** (*Hydrocotyloideae*) характерны костянкообразные плоды, отсутствие свободного карпофора и масляных ходов. Представители подсемейства **подлесниковые** (*Saniculoideae*) выделяются отсутствием свободного карпофора и цветками, собранными в простые соцветия – зонтики и головки, а не в сложные зонтики. Растения подсемейства **сельдереевые** (*Apioidae*) произрастают во внетропических зонах северного полушария. У них почти всегда хорошо развит карпофор и масляные ходы.

Значение сельдерейных. Среди сельдерейных много полезных растений. Овощными являются морковь посевная, петрушка кудрявая, сельдерей пахучий, укроп пахучий, пастернак посевной и др.

Морковь – это двулетнее травянистое растение с длинночерешковыми, дважды-трижды перисторассечёнными листьями. В первый год жизни образует корнеплод массой 30 – 200 г и более. Цветет и плодоносит на второй год жизни. Цветки обоеполые, собраны в сложный зонтик с хорошо развитыми обертками и оберточками, опыляются мелкими насекомыми. Семена удлинённо-овальной формы, с кожистой ребристой оболочкой и четырьмя рядами шипиков. Корнеплоды моркови ценятся высоким содержанием углеводов, каротина и витаминов группы В, Е, К, РР, лецитина, эфирных масел и микроэлементов. Экстракты семян используются в медицине.

Сельдерей пахучий – травянистый двулетник. Нижние листья сельдерея перисторассечённые, верхние – тройчатые. Цветки мелкие, белые, собраны в сложный зонтик без оберток. Плоды – двусемянки. Семена округлые, мелкие, с пятью рёбрами. Возделывают листовой, корневой и листовой черешковый сельдерей. Сельдерей ценится высоким содержанием витамина С и каротина, эфирных масел, углеводов и минеральных веществ.

Листовая и корневая петрушка является хорошим витаминогеном. Она широко используется в кулинарии и косметологии.

К пряноароматическим культурам относят кориандр, анис, фенхель, тмин и др. Известными лекарственными растениями являются анис обыкновенный, дягиль лекарственный, сельдерей пахучий. Многие дикорастущие растения этого семейства являются хорошими нектароносами.

Среди сельдерейных немало ядовитых растений. Весьма опасен вех ядовитый, корневище которого содержит алкалоид цикутин, действующий на центры продолговатого мозга. Болиголов крапчатый содержит алкалоид конин, который парализует центральную нервную систему. Кокорыш, или петрушка собачья содержит алкалоид цинапин, подобный по действию на кониин. Сок борщевика Сосновского может вызывать ожоги на коже и долго незаживающие раны. Поручейник широколистный имеет ядовитые корневища. Ряд видов, например сныть обыкновенная, являются корневищными сорняками.

На территории Беларуси в естественных фитоценозах произрастает 51 вид из 33 родов сельдерейных. Широко распространены: бедренец камнеломковый, борщевик сибирский, вех ядовитый, купырь лесной, сныть обыкновенная, тмин обыкновенный.

К охраняемым видам в Беларуси относятся: астранция большая (*Astrantia major*), щитовидный листник обыкновенный (*Hydrocotyle vulgaris*), горичник олений (*Peucedanum cervaria*), бедренец большой (*Pimpinella major*), сиелла прямая (*Siella erecta*), борщевик обыкновенный (*Heracleum sphondylium*).

Наименования растений семейства Сельдерейные из учебного гербария

Русское	Латинское
Бедренец камнеломковый	<i>Pimpinella saxifraga</i>
Вех ядовитый	<i>Cicuta virosa</i>
Кориандр посевной	<i>Coriandrum sativum</i>
Купырь лесной	<i>Anthriscus sylvestris</i>
Морковь посевная	<i>Daucus sativus</i>
Петрушка кудрявая	<i>Petroselinum crispum</i>
Сельдерей пахучий	<i>Apium graveolens</i>
Сныть обыкновенная	<i>Aegopodium podagraria</i>
Тмин обыкновенный	<i>Carum carvi</i>
Укроп пахучий	<i>Anethum graveolens</i>

ТЕМА 32. СЕМЕЙСТВО ЯСНОТКОВЫЕ

Семейство Яснотковые (Lamiaceae) или Губоцветные (Labiatae) включает около 200 родов и 3500 видов. Растения этого семейства легко распознаются по характерному строению цветка, который похож на раскрытый зев или пасть с двумя губами. В Беларуси насчитывают 26 родов и 53 вида яснотковых.

География распространения. Яснотковые встречаются повсеместно, наибольшее разнообразие видов в Средиземноморье, а также в Передней и Средней Азии. Однако они почти полностью отсутствуют за северным полярным кругом в Арктике и в Антарктиде. Очень мало их и в зоне тайги.

Экологические особенности. Среди яснотковых преобладают нагорные и равнинные ксерофиты, произрастающие на сухих открытых местах, часто встречаются мезофильные растения лесов и лугов. В тропических дождевых лесах представлены лишь немногие виды. Настоящих водных растений среди яснотковых нет, но имеется несколько родов, многие виды которых обитают по берегам водоемов и на болотах. Как, например, распространенные роды мята, зюзник, шлемник.

Жизненные формы. Большинство яснотковых – многолетние (яснотка белая, будра плющевидная, живучка ползучая, черноголовка обыкновенная, пустырник сердечный) и однолетние травы (яснотка пурпурная), а также полукустарники. В тропиках и субтропиках встречаются кустарники (розмарин лекарственный). Деревья встречаются только в тропиках, их высота не превышает 5 м, но хиппис перепончатый достигает в высоту 12–15 м. В тропиках можно встретить малочисленные лианы (салазария).

Вегетативные органы. Корневая система стержневая, главный корень часто сохраняется в течение всей жизни растения. Многолетние травы образуют подземное видоизменение побега – корневище. У многих прибрежных видов в корневищах образуются воздухоносные полости. Редко встречаются виды с корневыми отпрысками (живучка женовская). Некоторые тропические яснотковые имеют клубневидно утолщенные корни, которые употребляются в пищу.

Стебель в поперечном сечении четырехгранный, у травянистых форм по положению в пространстве чаще прямостоячий (пустырник), приподнимающийся (яснотка, черноголовка, чабрец), но может быть ползучим, укореняющимся в узлах (будра плющевидная, живучка

ползучая). Стебель, листья, цветки многих яснотковых покрыты железистыми волосками, содержащими эфирные масла сложного состава, что обуславливает аромат растений. Стебли и листья часто опушенные, но известны также и голостебельные виды (шалфей блестящий).

Листорасположение супротивное, листья без прилистников, простые, чаще с цельной листовой пластинкой (рис. 125), хотя встречаются пальчатораздельные (пустырник сердечный) и перистораздельные (шалфей скабиозолистный). Хорошо развитая розетка прикорневых листьев, сохраняющаяся во время цветения растения, имеется у некоторых шалфеев и других яснотковых.



Рис. 125. Листья яснотки пурпурной.

Репродуктивные органы. Цветки яснотковых обычно пятичленные, обоеполые, энтомофильные. Они располагаются в пазухах листьев или прицветников. Цветки образуют ложные мутовки, составленные двумя супротивными соцветиями, несущими прицветнички. Оси первичных соцветий часто сильно укорочены и составляющие их цветки кажутся расположенными непосредственно в листовых пазухах. Иногда ось общего соцветия сильно укорочена и всё соцветие становится головчатым (черноголовка, тимьян). Реже, например у шлемника, цветки одиночные. У зайцегуба, произрастающего в горных районах Средней Азии, прицветнички, расположенные при основании ложных мутовок, видоизменены в мощные колючки, защищающие растение от поедания травоядными животными. У некоторых яснотковых в колючки видоизменяются прицветники, а иногда и зубцы листьев. Цветки обоеполые, зигоморфные, двугубые (рис. 126). Чашечка сросшаяся, образована 5 чашелистиками, колокольчатой формы. Венчик двугубый, т. е. разделен на верхнюю и нижнюю губы, его видоизменения связаны с приспособлением к энтомофильному опылению. Верхняя губа образована двумя, а нижняя – тремя лепестками. Нижняя губа является посадочной площадкой для опылителей. У живучки верхняя губа очень короткая по сравнению с длинной нижней губой и венчик кажется одногубым. У мяты, зюзника цветки почти актиноморфные. Окраска венчика у яснотковых может быть розовой, лиловой, сиреневой, синей, желтой, белой, часто в различных комбинациях.

Андроцей обычно образован четырьмя тычинками, прикрепленными к трубке венчика. Часто двусильный, т. е. пара задних тычинок короче передней пары, но иногда, например у котовника, задние тычинки длинее передних. У мяты с ее почти актиноморфным околоцветником все 4 тычинки почти одинаковой длины. У некоторых растений (розмарин, шалфей, монарда) две задние тычинки редуцированы и иногда сохраняются в виде стаминодиев. У рода колеус и некоторых близких родов тычиночные нити срастаются, образуя короткую трубку.



Рис. 126. Яснотка белая:

А – репродуктивный побег, Б – цветок, общий вид и продольный разрез, В – тычинка, Г – бутон, Д – чашечка, Е – доля плода, распадающегося на 4 орешка, Ж – диаграмма цветка.

Гинецей синкарпный, образован двумя плодолистиками. Пестик имеет двухлопастное рыльце и длинный столбик. Завязь первоначально двугнездная. Позднее каждое из гнезд делится ложной перегородкой пополам и завязь у зрелого цветка становится четырехгнездной, с одним семязачатком в каждом гнезде.

Структуру одной из центральных моделей цветка представляют виды яснотки. Формула цветка: $\uparrow \text{Ca}_{(5)} \text{Co}_{(2+3)} \text{A}_{(2+2)} \text{G}_{(2)}$.

Для яснотковых характерно наличие флоральных нектарников, которые образованы основаниями плодолистиков. Наиболее обычный тип нектарника – это диск с 4 лопастями или зубцами. Каждая лопасть может выделять нектар. Насекомые находят нектар под завязью в нижней части цветка.

Плод – ценобий, или четырёхорешек, который распадается на четыре орешка. При плодах венчик обычно опадает, а чашечка всегда остается и нередко разрастается. Эндосперм обычно отсутствует, реже сохраняется, что является признаком эволюционной древности. Наружная оболочка долей плода нередко несет бугорки, сосочки или волоски, что является приспособлением к их распространению.

Значение яснотковых. Многие представители семейства богаты эфирными маслами (мята, тимьян, лаванда, розмарин, душица и др.) (рис. 128). Их применяют в медицине, парфюмерно-косметической, пищевой, консервной промышленности, в ликеро-водочном, кондитерском производстве и других отраслях.



Лаванда узколистная

Мята перечная

Рис. 127. Эфирномасличные культуры семейства Яснотковые

В качестве пряностей в кулинарии очень распространено использование таких представителей яснотковых, как базилик, душица (орегано), майоран, чабер, мята, иссоп, розмарин, лаванда, шалфей, мелисса, чабрец (тимьян). Многие введены в культуру и выращиваются в промышленных масштабах.

Лекарственными являются многие растения семейства. Пустырник сердечный широко используется как лекарственное растение, снижающее кровяное давление и нормализующее работу сердца. Душица обыкновенная применяется как мочегонное средство для лечения неврозов, органов дыхания, как болеутоляющее. Иссоп лекарственный обладает противовоспалительными, обезболивающим и ранозаживляющим свойствами. Мелисса лекарственная применяется при желудочно-кишечных и сердечно-сосудистых заболеваниях, гипертонии, ревматизме как болеутоляющее и противосудорожное средство. Котовник кошачий обладает отхаркивающим, общеукрепляющим, болеутоляющим, противовоспалительным, успокаивающим действием. Мяту перечную применяют как бактерицидное, сосудорасширяющее, успокаивающее и болеутоляющее средство. Многоколосник морщинистый обладает бактерицидным и седативным свойствами, применяется как жаропонижающее, потогонное и стимулирующее средство. Тимьян ползучий обладает отхаркивающим, мочегонным, антиспазматическим, обезболивающим, снотворным, противоглистным действием, нормализует пищеварение. Эфирное масло применяют в медицине как анестезирующее средство. Шалфей лекарственный – это вяжущее и антисептическое средство, обладает кровоостанавливающим, болеутоляющим, спазмолитическим, противовоспалительным свойствами.

Разные виды шалфея, монарды, розмарина, лаванды, иссопа известны как декоративные растения, применяются для озеленения населённых пунктов.

Базилик, котовник, мелисса, пустырник, мята, шалфей, яснотка являются хорошими нектароносами и разводятся при пасаках.

В этом семействе есть и сорняки: пикульник, яснотка, чистец и др.

Ядовитыми являются будра плющевидная и пикульник обыкновенный.

В **Красную книгу** Республики Беларусь внесены: шалфей луговой (*Salvia pratensis*), живучка пирамидальная (*Ajuga pyramidalis*), кадило сарматское (*Melittis sarmatica*), змееголовник Рюйша (*Dracosephalum Ruyschiana*).

Наименования растений семейства Яснотковые из учебного гербария

Русское	Латинское
Будра плющевидная	<i>Glechoma hederacea</i>
Живучка ползучая	<i>Ajuga reptans</i>
Зеленчук жёлтый	<i>Galeobdolon luteum</i>
Зюзник европейский	<i>Lycopus europaeus</i>
Мята полевая	<i>Mentha arvensis</i>
Пикульник обыкновенный	<i>Galeopsis tetrahit</i>
Пустырник сердечный	<i>Leonurus cardiaca</i>
Тимьян обыкновенный	<i>Thymus serpyllum</i>
Черноголовка обыкновенная	<i>Prunella vulgaris</i>
Яснотка белая	<i>Lamium album</i>
Яснотка пурпуровая	<i>Lamium purpureum</i>

ТЕМА 33. СЕМЕЙСТВО АСТРОВЫЕ

Семейство Астровые (*Asteraceae*) относят к порядку Астроцветные (*Asterales*). В семействе объединена 0,1 часть всех цветковых растений, т.е. около 20 – 25 тысяч видов и 1250 – 1300 родов. Во флоре Беларуси астровые также самые распространенные растения, их насчитывается около 70 родов и 230 видов. В эволюционном отношении семейство является молодым и находится на вершине филогенетической системы класса Двудольные.

География распространения и экологические особенности. Характерной особенностью семейства является широкая амплитуда экологической приспособленности в связи с интенсивным формообразовательным процессом. Астровые распространены на всех континентах мира и встречаются в тропиках и субтропиках, на морских побережьях и в высокогорьях, в полупустынях и пустынях, в средней полосе и в тундре. Многие роды являются космополитами.

Жизненные формы. Большинство астровых – это многолетние (астра, ястребинка и др.) и однолетние (подсолнечник, сушеница и др.) травы. Реже встречаются полукустарники, кустарники. В условиях тропиков произрастают высокорослые деревья с ценной древесиной: на Галапагосских островах – скалезия черешчатая, на Мадагаскаре и в Южной Африке – брахилена мерана. В высокогорьях Африки встречаются розеточные деревья со слабо ветвящимся стволом, на вершине которых в виде розетки располагаются листья (крестовник). На альпийских лугах Новой Зеландии произрастают подушковидные формы диаметром до 2 м при высоте около 60 см (хаастия подушковидная). В теплых странах изредка встречаются лианы – вернония, микания и др. Редкой формой являются водные растения, например, североамериканский склеролепис однокорзинчатый.

Вегетативные органы. Корневая система стержневая. Иногда корни клубневидно утолщены как у лопуха. На корнях могут образовываться корневые отпрыски (бодяк, осот, степной горчак). У полукустарников формируются каудексы – многолетние стеблекорни. У многих астровых обнаружена эндомикориза.

Побеги обычно с очередным листорасположением, реже с супротивным (галинзога – *Galinsoga*) или мутовчатым, иногда листья в розетке (маргаритка – *Bellis* и др.). Листья простые, без прилистников; цельные, раздельные или рассеченные, с перистосетчатым жилкованием. Однако встречаются листья со строго параллельным или параллельно-дуговидным жилкованием как у некоторых видов рода козелец. Листья и стебли могут быть опушенными. Во флоэме вегетативных органов встречаются млечники и схизогенные каналы с млечным соком, каучуком, смолами, алкалоидами. Запасным веществом является инулин.

Репродуктивные органы. Характерным признаком, по которому нетрудно отличить растения этого семейства, является соцветие – корзинка. Иногда цветки собраны в головку, а мелкие корзинки – в сложный щиток (тысячелистник, пижма) или метелку (белокопытник, сухоцветка). Иногда корзинки скучены на верхушках ветвей в клубочкообразные соцветия (сушеница). Основу корзинки образует общее ложе, т.е. расширенная и уплощенная верхушка оси соцветия. Снаружи общее ложе окружено оберткой из видоизмененных верхушечных листьев. Их число, расположение, форма и окраска являются систематическими признаками астровых. Общее ложе может быть выполненным или полым, более или менее плоским, вогнутым, выпуклым, конусовидным или другой формы. Его поверхность покрыта щетинками, пленками, чешуйками, которые являются измененными прицветниками, а также выростами эпидермиса в виде волосков. Число цветков в корзинке бывает от одного (мордовник) – двух (амброзия) до тысячи и больше (подсолнечник). Соцветия многих астровых чувствительны к интенсивности солнечного освещения, поэтому их корзинки раскрываются и закрываются в определенное время суток. Корзинки осота огородного реагируют на атмосферное давление. Если в более или менее ясный день они не раскрываются, то на следующий день велика вероятность выпадения дождя.

Цветки бывают обоеполые, однополые, иногда бесполое, даже разные в одной корзинке. Растения обычно однодомные, но бывают и двудомные (кошачья лапка). Чашечка в цветке может отсутствовать или быть редуцированной в хохолок (летучка), зубчики, чешуйки. Венчик сростнолепестной, имеет различную форму.

По строению венчика различают 4 типа цветков: трубчатые, язычковые, ложноязычковые, воронковидные. В качестве исходной формы принимают трубчатый актиноморфный цветок, такой, как цветок средней части корзинки подсолнечника или ромашки. Для него характерно 5 лепестков, сросшихся в трубку, пятизубчатую в верхней части. Андроцей состоит из 5 тычинок, прикрепленных к трубке венчика. Нити тычинок свободные, а пыльники сросшиеся. Гинецей образован двумя плодолистиками, завязь нижняя, одногнездная, у основания с одним семязачатком. Типичная формула цветка: $* C_{\infty} C_{(5)} A_{(5)} G_{(2)}$. Цветок плодущий. Плод – семянка, часто с хохолком. Семена без эндосперма.

Язычковый плодущий цветок, характерный для одуванчика, имеет зигоморфный венчик, состоящий из 5 лепестков, сросшихся снизу в очень короткую трубочку. Чуть выше

трубочка с одной стороны расщеплена и образует язычок, увенчанный 5 зубчиками. Формула цветка: $\uparrow \text{Ca}_0\text{--}\infty \text{Co}_{(5)} \text{A}_{(5)} \text{G}_{(2)}$.

Ложноязычковый цветок внешне сходен с язычковым, но имеет короткую трубку и язычковый отгиб из 3 сросшихся лепестков. Поэтому на его вершине не 5, а лишь 3 зубчика. Ложноязычковые цветки зигоморфные, однополые, чаще пестичные, или бесполое. Встречаются по краям корзинки, в которой остальные цветки трубчатые. Формула цветка: $\uparrow \text{Ca}_0 \text{Co}_{(3)} \text{A}_0 \text{G}_{(2)}$.

Воронковидные цветки имеют зигоморфный венчик из 5 – 7 лепестков, сросшихся в виде воронки с зубцами на вершине. Цветок бесполой, не имеет тычинок и пестиков, встречается на периферии корзинки (василек – *Centaurea*). Формула цветка: $\uparrow \text{Ca}_\infty \text{Co}_{(5-7)} \text{A}_0 \text{G}_0$.

Возможно несколько вариантов объединения цветков в соцветия: 1) в одной корзинке только обоополые язычковые цветки (одуванчик – *Taraxacum*); 2) краевые цветки женские ложноязычковые, а центральные – трубчатые (подсолнечник); 3) краевые – бесполое воронковидные, центральные – трубчатые (василек). Могут быть и другие сочетания.

В зависимости от строения цветков семейство астровые делится на 2 подсемейства: **астровые**, или **трубкоцветные** (*Asteroideae*), и **латуковые**, или **языкоцветные** (*Lactucoideae*). Подсемейство астровые объединяет подавляющее большинство родов; имеет или все цветки трубчатые, или срединные трубчатые, а краевые ложноязычковые или воронковидные. Растения со схизогенными смоляными ходами и обычно без млечников (подсолнечник, ромашка, астра и др.). Подсемейство латуковые менее обширно и включает лишь растения с язычковыми цветками в корзинке. В вегетативных органах имеются млечные ходы (одуванчик, салат латук и др.). В виде исключения встречаются латуковые со смоляными ходами.

Большинство астровых – это насекомоопыляемые растения. Этому способствует золотистая или оранжево-желтая окраска цветков середины корзинки, а также крупные размеры и яркая окраска краевых цветков в соцветии. Насекомых привлекает пыльца и нектар, который выделяется при основании столбика. Перекрестному опылению способствует протерандрия. К моменту созревания и высыпания пыльцы столбик пестика еще короткий, а лопасти или ветви рыльца плотно сомкнуты и опыляться не могут. По мере созревания цветка столбик удлиняется и выталкивает пыльцу, которая с участием насекомых опыляет другие цветки. Реже у астровых наблюдается анемофилия (полынь), а также апомиктическое размножение (одуванчик).

Значение Астровых. Астровые имеют большое хозяйственное значение. Ценной масличной культурой является подсолнечник однолетний. Он родом из Мексики, введен в Европу в XVI в. Его семена содержат до 50 – 60% масла. В Беларуси подсолнечник возделывают как силосную культуру. Другой используемый вид этого рода – земляная груша, многолетник родом из Северной Америки, разводится ради съедобных клубней, богатых инулином (до 15%). Молодые стебли силосуются и вместе с клубнями используются на корм скоту. Хорошими овощными культурами являются салат-латук, салатный цикорий эндивий и артишок, у которого в пищу используют мясистое цветоложе и нижние мясистые концы листочков обертки. Из утолщенных корней цикория обыкновенного получают «цикорий», который добавляют в кофе или употребляют как его заменитель. Пряноароматическим является эстрагон, или тархун; в ликеро-водочном производстве при приготовлении «абсента» и «вермута» используется полынь горькая.

Среди астровых немало лекарственных растений. Это арника горная, левзея сафлоровидная, или маралий корень, сушеница топяная, ромашка аптечная, тысячелистник обыкновенный и др. Ядовита ястребинка волосистая, которая в сыром виде вызывает заболевание овец. Каучуконосами являются кустарниковое растение гваюла, травянистые кок-сагыз и тау-сагыз. Семейство богато декоративными формами. В садах и парках широко распространены сорта георгин, хризантем, астр и др. Многие травянистые астровые являются украшением лугов.

Среди сорных растений распространены галинзога мелкоцветковая, бодяк полевой, осот желтый, или полевой, трехреберник обыкновенный и др. Амброзия полынолистная считается опасным карантинным сорняком.

Наибольшим видовым многообразием в Беларуси отличаются роды ястребинка (23 вида), ястребиночка (20 видов), крестовник (15 видов) и полынь (15 видов).

В Красную книгу Республики Беларусь занесены козелец голый (*Scorzonera glabra*), крестовник водный (*Senecio aquaticus*), крестовник днепровский (*Senecio boristhenicus*), крестовник приручейный (*Senecio rivularis*), арника горная (*Arnica montana*), репейник дубравный (*Arctium nemorosum*), астра степная (*Aster amellus*), белокопытник гибридный (*Petasites hybridus*), пиретрум щитковый (*Pyrethrum corymbosum*), козелец пурпуровый (*Scorzonera purpurea*), крестовник эруколистный (*Senecio erucifolius*), крестовник приречный (*Senecio fluviatilis*).

Наименования растений семейства Астровые из учебного гербария

Русское	Латинское
Бодяк полевой	<i>Cirsium arvense</i>
Василёк луговой	<i>Centaurea jacea</i>
Василёк синий	<i>Centaurea cyanus</i>
Галинзога мелкоцветковая	<i>Galinsoga parviflora</i>
Лепидотека пахучая	<i>Lepidotheca suaveolens</i>
Маргаритка обыкновенная	<i>Bellis perennis</i>
Мать-и-мачеха обыкновенная	<i>Tussilago farfara</i>
Мелколепестничек канадский	<i>Conyza canadensis</i>
Нивяник обыкновенный	<i>Leucantemum vulgare</i>
Одуванчик лекарственный	<i>Taraxacum officinale</i>
Осот полевой	<i>Sonchus arvensis</i>
Пижма обыкновенная	<i>Tanacetum vulgare</i>
Подсолнечник однолетний	<i>Helianthus annuus</i>
Полынь горькая	<i>Artemisia absinthium</i>
Полынь обыкновенная	<i>Artemisia vulgaris</i>
Ромашка аптечная	<i>Matricaria chamomilla</i>
Сушеница топяная	<i>Gnaphalium uliginosum</i>
Трехреберник обыкновенный	<i>Tripleurospermum inodorum</i>
Тысячелистник обыкновенный	<i>Achillea millefolium</i>
Цикорий обыкновенного	<i>Cichorium intybus</i>
Черёда трёхраздельная	<i>Bidens tripartita</i>
Ястребиночка волосистая	<i>Hieracium pilosella</i>

ТЕМА 34. СЕМЕЙСТВО ПАСЛЕНОВЫЕ

Семейство паслёновые (*Solanaceae*) входит в состав порядка Норичникоцветные (*Scrophulariales*). В семействе известно около 90 родов и не менее 2500 видов. Из них в естественных фитоценозах Беларуси обнаружено лишь около 10 видов, относящихся к 6 родам. Тем не менее, паслёновые имеют большое экономическое значение в нашей стране.

География распространения. Паслёновые распространены в тропических, субтропических и умеренных областях, большей частью в Южной и Центральной Америке.

Жизненные формы. Большинство паслёновых это однолетние, как европейский паслён черный или южноамериканский род никандра, и многолетние травы, как картофель. Реже встречаются полукустарники (паслён сладко-горький). В тропических и субтропических областях произрастают кустарники (цеструм, дереза), лианы (соландра) и небольшие деревья (бругмансия).

Семейство паслёновые подразделяют на два подсемейства: **нолановые** (*Nolanoideae*) и собственно **паслёновые** (*Solanoideae*). Первое подсемейство иногда представляют в ранге самостоятельного семейства. Оно образовано лишь двумя центральноамериканскими родами

травянистых и кустарничковых растений – нолана и алона. Второе, более обширное подсемейство, среди прочих включает травянистые растения, произрастающие в Беларуси.

Вегетативные органы. Паслёновые характеризуются хорошей корнеобразующей способностью. При семенном размножении у них формируются стержневая и смешанная корневая система, при вегетативном – мочковатая.

Стебли у наиболее распространенных родов прямостоячие, ветвистые, многогранные или округлые. У некоторых культурных видов (картофель, томаты) в стеблях слабо развиты механические ткани, что приводит к проседанию и даже полеганию растений. На юге Европы и в Азии встречаются бесстебельные виды (мандрагора) с крупными листьями в прикорневой розетке. У паслёновых могут образовываться столоны – подземные видоизменения побегов. Столоны в отличие от корней имеют хорошо выраженную метамерную структуру. Они несут мелкие чешуевидные листья низовой формации, в пазухах которых образуются боковые придаточные почки. На верхушках столонов развиваются клубни.

Листья паслёновых простые, цельные, как у дурмана, или рассеченные, как у картофеля, часто без прилистников. Листорасположение очередное, иногда в области соцветия – супротивное.

Репродуктивные органы. Цветки обоеполые, в цимозных соцветиях – завитках, или одиночные, с виду актиноморфные или реже слегка зигоморфные. Чашечка обычно 5-лопастная или 5-раздельная, сохраняющаяся часто при плодах. Венчик от колесовидного до трубчатого, 5-лопастный, редко двугубый. Тычинок обычно 5, приросших к трубке венчика с двухгнездными, реже четырехгнездными пыльниками. Гинецей синкарпный из 2 плодolistиков, завязь верхняя, обычно двухгнездная, однако в результате образования ложных перегородок или срастания цветков она может быть 4 – 6-гнездной. Общая формула цветка: $\ast Ca_{(5)}Co_{(5)}A_{(5)}G_{(2)}$. Плод – ягода или коробочка, редко костянка. Семена с эндоспермом.

Цветки пасленовых опыляются насекомыми, в тропических странах также птицами, а иногда даже млекопитающими, как у трианеи, цветки которой выделяют нектар с резким запахом, привлекающим летучих мышей. Для предотвращения самоопыления у никандры физалисолистной рыльце пестика увядает в течение часа после опыления и столбик опадает, а у белены черной рыльце расположено выше пыльников. У картофеля возможно как самоопыление, так и энтомофильное – перекрестное опыление.

Значение паслёновых велико и разнообразно. Наиболее важными продовольственными культурами являются картофель, томат, перец, баклажан. Из них наибольшее значение в Беларуси имеет картофель. Картофель, или паслен клубненосный – это многолетнее травянистое растение, центром происхождения которого является территория Чили. Для картофеля характерно образование куста (из 3 – 6 стеблей) разной плотности, высоты и формы. Лист крупный, рассеченный на доли, дольки и дольки, размеры, форма и окраска которых являются сортовыми признаками. Небольшие прилистники имеют серповидную или сердцевидную форму. Картофель имеет двойной актиноморфный околоцветник с лепестками белой, сине-фиолетовой, розовой, красно-фиолетовой окраски. Тычинки сложены конусом вокруг столбика пестика. Плод – 2-гнездная ягода. Соцветие компактное, завиток. Клубни в зависимости от сорта округлые, овальные, удлиненные, с различной окраской кожуры и мякоти, содержат 12 – 25% крахмала, около 0,5% моно- и дисахаридов, 1 – 2% белка, минеральные вещества, каротиноиды, витамины С, В₁, В₂, В₆, D, РР, К, Е, U, что определяет не только пищевое, но и лекарственное значение картофеля.

Использование клубней весьма разнообразно. Пищевая промышленность выпускает картофель сушеный, быстрозамороженный, чипсы, картофельные хлопья, картофельную крупу и др. Картофель используется как сырье для крахмало-паточной и спиртовой промышленности. На корм сельскохозяйственным животным используют клубни, ботву, барду, мезгу. Однако на свету под кожурой клубней образуются гликоалкалоиды (соланин и чоканин), которые могут вызвать отравление человека и животных, если их содержание превышает 20 – 50 мг%. При варке картофеля гликоалкалоиды частично разрушаются.

На территории Колумбии, Эквадора, Перу, Боливии и северо-западной Аргентины в культуру введен картофель андийский.

Томат, или помидор, культивируется как ценное овощное растение южноамериканского происхождения. Ягодovidные плоды красной и желтой окраски содержат сахара, органические кислоты, большое количество калия, витамины С, Р и группы В, употребляют в пищу в свежем и переработанном виде. В южных регионах выращивают баклажан и овощной перец. Менее известными пищевыми культурами являются физалис перуанский, наранхилла (лало), мандрагора туркменская.

Техническими культурами являются табак настоящий и табак-махорка. Листья махорки являются ценным сырьем для получения лимонной и никотиновой кислоты (витамин РР) и никотин-сульфата, применяемого для борьбы с сельскохозяйственными вредителями. К декоративным растениям относятся табак душистый, петуния гибридная, сальпиглоссис выемчатый, брунфельсия и др.

В семействе пасленовые немало ядовитых растений, содержащих различные алкалоиды: белладонна и дурман содержат алкалоид атропин; белена черная – алкалоид гиосциамин; паслен сладко-горький и паслен черный содержат соланин. В табаке и махорке образуется один из сильных алкалоидов – никотин. Большое содержание алкалоидов и других веществ позволяет использовать многие ядовитые пасленовые для получения лекарств: белладонну (красавку), скополию, дурман, белену черную.

Сорными огородными растениями являются паслены: крылатый, сладко-горький, черный. На мусорных местах произрастают белена, физалис обыкновенный, дурман обыкновенный и многие паслены.

Видов, занесённых в Красную книгу Беларуси, нет.

Наименования растений семейства Паслёновые из учебного гербария

русское	латинское
Белена черная	<i>Hyoscyamus niger</i>
Картофель, или паслен клубненосный	<i>Solanum tuberosum</i>
Паслен сладко-горький	<i>Solanum dulcamara</i>
Паслен черный	<i>Solanum nigrum</i>
Табак-махорка	<i>Nicotiana rustica</i>
Томат, или помидор	<i>Lycopersicon esculentum</i>

ТЕМА 35. СЕМЕЙСТВО ГРЕЧИШНЫЕ

Семейство Гречишные (*Polygonaceae*) насчитывается около 30 родов и 800 видов, во флоре Беларуси – 8 родов и более 80 видов.

География распространения. Гречишные широко распространены на всех континентах земного шара, но особенно многочисленны в северной умеренной зоне.

Экологические особенности. Гречишные произрастают в самых разнообразных экологических условиях. Многие представители являются мезофитами, например, гречиха посевная, щавель кислый и др. На альпийских высокогорных лугах встречается ревень благородный. В крайне засушливых условиях в пустынях Азии произрастают джужгуны. Некоторые виды являются водными растениями, например, горец земноводный.

Жизненные формы. Чаще всего это однолетние (гречиха посевная, спорыш птичий, гречишка вьюнковая) и многолетние (щавель кислый и малый, змеевик большой) травы. В тропических и субтропических областях встречаются невысокие деревья (кокколоба) и кустарники (мюленбекия), лианы (горец бальджуанский).

Вегетативные органы. Корневая система стержневая, у многолетних трав часто образуются подземные видоизмененные побеги – корневища, от которых отходят придаточные корни.

Надземный стебель прямостоячий (гречиха, щавель) или приподнимающийся (горец птичий), редко – вьющийся (гречишка вьюнковая), ветвистый, часто с вздутыми узлами. Рост междоузлий частично обеспечивается вставочной меристемой.

Листья у гречишных простые, цельные, реже разделены на доли (у некоторых ревеней и щавелей). Листорасположение очередное, но иногда мутовчатое (птеростегия). Некоторые многолетники образуют прикорневую розетку листьев. У основания листьев ясно выражены прилистники, сросшиеся в раструб. Раструб представляет собой пленчатую трубку, охватывающую стебель (рис. 128).



Рис. 128. Раструб у горца птичьего (спырыша)

Генеративных органов. Мелкие цветки гречишных собраны в метельчатые (щавель, гречиха), колосовидные (змеевик большой) или головчатые соцветия. Цветки обоеполые, реже раздельнополые, актиноморфные. Околоцветник простой из 3–6 цветостыков (чашечковидный у щавеля или венчиковидный у гречихи, змеевика) зеленой, белой или красной окраски, свободных, реже сросшихся. Тычинки в числе 5–9 расположены в два круга. Гинецей состоит из 3, реже 2–4 плодостыков со свободными или сросшимися столбиками. Завязь верхняя, одногнездная. Формула цветка: $* P_{3-6} A_{5-9} G_{(2)-(4)}$.

Цветки опыляются ветром (щавель, ревень) и насекомыми (гречиха, горец). У насекомоопыляемых видов имеются нектарники, расположенные либо у оснований тычинок, либо в нектароносных дисках. Ветроопыляемые формы имеют удлинённые цветоножки и крупные перистые рыльца пестиков. Приспособлением к перекрестному опылению является также гетеростилия, или разностолбчатость. Например, у гречихи посевной одни цветки имеют длинностолбчатые пестики и короткие тычиночные нити, а другие – короткостолбчатые пестики и длинные нити тычинок. Гетеростилия часто дополняется диогогамией, т.е. разными сроками созревания пыльцы и рылец пестика в одном цветке.

Плод односемянный – орешек, с 2–3 гранями, соответствующими числу плодостыков. Семена с эндоспермом. Плоды многих гречишных распространяются ветром, чему способствуют крыловидные выросты. Плоды сорных растений (щавелек, спырыш) разносятся вместе с грязью, прилипшей к ногам домашних животных. У тропического дерева кокколоба околоцветник при плодах становится мясистым, окрашенным и привлекает птиц, которые разносят плоды.

Размножение гречишных в арктических и горных областях может происходить вегетативно, посредством выводковых почек, которые образуются в нижней части соцветия (горец живородящий).

Значение гречишных. Ценной пищевой культурой является гречиха посевная. Культивируются как овощные культуры ревень обыкновенный и щавель кислый (рис.129, 130).



Рис. 129. Гречиха посевная



Рис. 130. Ревень обыкновенный

Гречиха введена в культуру более 4000 лет назад, сначала в горных районах Северной Индии, затем в Китае, Корее и Средней Азии. В Европе эта культура появилась в XV в. Из её плодов получают высококалорийную крупу, содержащую белки (10–16 %), крахмал (60–84 %), жиры (2–3 %), сахара (0,3–0,5 %), органические кислоты и витамины В₁, В₂, РР, большой набор микроэлементов. Из гречихи промышленным способом получают рутин, который широко используется в медицине.

Гречиха хорошо поглощает из почвы тяжелые металлы и радионуклиды, поэтому для пищевых целей её следует выращивать в экологически чистых зонах. Гречиха – ценный медонос. С 1 га посева пчелы собирают до 100 кг мёда. Гречишный мед имеет тонкий вкус и темно-коричневый цвет.

У ревеня в пищу используют мясистые черешки листьев, которые содержат лимонную и яблочную кислоты, витамины В₂, С, Е и каротин. Из них готовят компоты, кисели, варенье, вино и пр. Корневища ревеня содержат антрагликозиды, которые относятся к слабительным средствам. Листья щавеля кислого богаты органическими кислотами, железом, калием, витаминами А и С. Они также используются в кулинарии.

Многие гречишные из-за большого содержания дубильных веществ и щавелевой кислоты плохо поедаются скотом. Наблюдались случаи отравления овец и лошадей щавельком, а поедание коровами щавеля кислого способствует быстрому скисанию молока.

Хорошими источниками дубильных веществ являются таран дубильный и горец гиссарский. Некоторые виды содержат до 35 % дубильных веществ.

Среди гречишных есть также красильные растения. Из корней горца птичьего и горца красильного получают синюю краску, желтую – из корней щавеля конского. В бассейне реки Конго (Заир) культивируют щавель абиссинский, дающий красную краску.

В пустынях Средней Азии джужгун древовидный используется для закрепления песков.

Декоративными являются горец сахалинский, горец Вейриха и гречиха японская.

К сорным растениям относятся щавель конский, или густой, горец льняной, горец птичий. Охраняемых гречишных в Беларуси нет.

Наименования растений семейства Гречишные из учебного гербария

Русское	Латинское
Горец перечный	<i>Polygonum hydropiper</i>
Горец пятнистый (Г. почечуйный)	<i>Polygonum maculatum</i>
Горец шероховатый	<i>Polygonum scabrum</i>
Гречиха посевная	<i>Fagopyrum esculentum</i>
Змеевик большой (раковые шейки)	<i>Bistorta major</i>
Ревень обыкновенный	<i>Rheum rhabarbarum</i>

Спорыш птичий
Щавель густой (Щ. конский)
Щавель кислый
Щавель малый

Polygonum aviculare
Rumex confertus
Rumex acetosa
Rumex acetosella

ТЕМА 36. СЕМЕЙСТВО ЛИЛЕЙНЫЕ

Семейство Лилейные (*Liliaceae*) является основным и самым примитивным в древнем порядке Лилиецветные (*Liliales*), в котором типичные признаки класса Однодольные выражены наиболее отчетливо.

География распространения. Лилейные включает около 200 родов и до 4000 видов многолетних растений, произрастающих в разных климатических зонах земного шара. Однако наибольшее распространение лилейные имеют во внетропических областях Европы, Азии, Африки и Северной Америки. Они особенно многочисленны в субтропиках с периодическими засухами, а также в степях и полупустынях. В горных районах лилейные выходят на уровень альпийских лугов. В естественных фитоценозах в Беларуси встречается 25 видов из 15 родов, но в овощеводстве и декоративном озеленении используется немало сортов интродуцентов.

Жизненные формы. В семействе преобладают травянистые многолетние растения. Однако в тропиках встречаются древовидные: драцена, юкка карнерозанская, алоэ Байнеса и «травянистое дерево» – кингия австралийская и др. Реже встречаются лианы (мирзифиллум). Комнатным листовым суккулентом является алоэ древовидное, в естественных местообитаниях оно формирует габитус древесного растения.

Вегетативные органы. При семенном и вегетативном размножении у лилейных формируется мочковатая корневая система. Надземный стебель прямой, реже выющийся, облиственный или безлистный, именуемый цветоносной стрелкой. Для большинства лилейных свойственно образование характерных для эфемероидов подземных луковиц (лук, лилия, тюльпан), клубнелуковиц (безвременник) или корневищ (чемерица, ландыш, спаржа). Эти видоизменения побегов обеспечивают сохранение почек возобновления во время летней жары и зимней стужи.

Листья более или менее мясистые, сидячие; узкие, реже широкие; цельнокрайние с параллельным или дуговым жилкованием. Листорасположение очередное, у вороньего глаза 4 – 10 листьев образуют мутовку на стебле.

Репродуктивные органы. Цветки одиночные, как у безвременника, или многочисленные, например, у ландыша. Соцветия самые разнообразные: метельчатое (чемерица), кистевидное (эремурус), иногда зонтик (лук). Цветки актиноморфные, обоеполые. Околоцветник простой, чаще из шести свободных листочков или сросшихся в длинную трубку. Околоцветник обычно венчиковидный, реже, как у вороньего глаза, из восьми листочков околоцветника четыре образуют внешний чашечковидный круг.

Андроцей состоит из 6, иногда 4 или 8 тычинок, расположенных в два круга. Гинецей синкарпный из трех плодолистиков. Рыльце обычно сидячее, как у тюльпана. Завязь верхняя, очень редко полунижняя; трехгнездная, реже одно- или четырехгнездная, с многочисленными семязачатками. Формула цветка: $* P_{3+3} A_{3+3} G_{(3)}$ или $* P_{(3+3)} A_{3+3} G_{(3)}$. Плод 3-гнездная коробочка (лук) или ягода (ландыш). Семена с эндоспермом. Растения опыляются в большинстве случаев насекомыми, редко – ветром, в тропиках – птицами.

Значение лилейных. Лилейные имеют большое хозяйственное значение. Ценными овощными культурами являются многочисленные виды лука и спаржи.

Род лук представлен луковичными или корневищными растениями. Луковицы простые (лук репчатый) и сложные (чеснок). Листья либо плоские, как у лука поррея и чеснока, либо трубчатые, как у лука репчатого и лука дудчатого. Соцветие – зонтик, покрытый до распускания пленчатой оберткой, расположен на цветоносной стрелке и включает до 2000 цветков. Цветки мелкие, обоеполые на длинных цветоножках; зеленоватой, белой, фиолетовой, розо-

вой, желтой и других окрасок. Иногда в соцветии развиваются луковички – выводковые почки. Плод – трехгранная, трехгнездная коробочка. Опыляется пчелами и мухами. В Беларуси встречается 6 дикорастущих видов.

В культуре наиболее широко распространен лук репчатый, выходец из Центральной Азии. Луковицы содержат 2 – 15 % сахаров, 12 – 16 мг% эфирного лукового масла, обладающего бактерицидным действием, инулин, фитин, сапонины, витамин С, соли калия, фосфора, железа. Большим набором витаминов отличаются листья.

Повсеместно в средней и центральной полосе Европы, на Кавказе, в азиатском регионе возделывается чеснок. Луковица состоит из многочисленных почеч-зубков, сидящих на плоском донце. Листья плоские. Каждый последующий лист прорастает внутри трубки предыдущего и выходит выше него. В результате формируется ложный стебель высотой до 50 см. В соцветии часто образуются почки-детки. Плоды и семена, как правило, не образуются. В зубках чеснока содержится около 35% сухого вещества, до 27% углеводов, 8% белка, до 30 мг% витамина С, инулин и фитонциды. Наряду с луком репчатым чеснок используется в народной медицине.

Пищевое значение имеют также лук порей, лук батун, лук шалот, лук слизун. Из дикорастущих видов используются лук победный и лук медвежий, или черемша.

Деликатесной овощной культурой является спаржа. Это корневищные растения с сильно разветвленным стеблем. Листья очень мелкие, пленчато-чешуйчатые, при основании с мелкими колючками. Из пазух листьев выходят обычно многочисленные зеленые, большей частью игловидные веточки – кладодии, заменяющие листья. Растения двудомные раздельнополые. Околоцветник из 6 сросшихся листочков, тычинок 6, плод – ягода. В пищу употребляются отваренные молодые нежные этиолированные побеги, богатые углеводами, витаминами, аминокислотами.

Невозможно переоценить декоративное значение лилейных. Важнейшими из них являются лилии: лилия белая, желтоцветная лилия однобратственная, лилия королевская, лилия кудреватая, или мартагон. Они имеют крупные нарядные цветы со стойким приятным запахом.

Тюльпаны выращиваются не только в садах и парках. Они являются объектом цветочной индустрии в Нидерландах и других странах мира.

Эффектными декоративными растениями являются эремурусы, у которых стрелка достигает 2 м высотой и в одном кистевидном соцветии собрано до 800 цветков красной и других окрасок. Из других декоративных лилейных можно отметить безвременник великолепный, красноед желтый, рябчик Эдуарда, кандык сибирский, гиацинты, миниатюрные весенние пролески, мускари.

Лекарственными видами являются купена лекарственная, ландыш майский, алоэ древовидное и др. Колхицин, добываемый из безвременника осеннего, используется в генетике для удвоения числа хромосом.

В лесах и среди кустарников довольно часто встречаются корневищные ядовитые растения, одновременно и лекарственные: ландыш, купена, вороний глаз и другие. К ядовитым относятся также лук луговой и чемерица Лобеля. Они вызывают нервное возбуждение и нарушение сердечной деятельности.

В Красную книгу Республики Беларусь занесено 8 видов растений семейства лилейные. Это тофилдия чашечковая (*Tofieldia calyculata*), лук медвежий (*Allium ursinum*), лук скорода (*Allium schoenoprasum*), безвременник осенний (*Colchicum autumnale*), гусиный лук луговой (*Gagea pratensis*), гусиный лук покрывальцевый (*Gagea spathacea*), тюльпан лесной (*Tulipa sylvestris*), лилия кудреватая (*Lilium martagon*).

Наименования растений семейства Лилейные из учебного гербария

Русское
Ландыш майский

Латинское
Convallaria majalis

Лук репчатый	Allium cepa
Спаржа лекарственная	Asparagus officinalis
Гусиный лук жёлтый	Gagea lutea
Майник двулистный	Maianthemum bifolium
Вороний глаз обыкновенный	Paris quadrifolia

ТЕМА 37. СЕМЕЙСТВО МЯТЛИКОВЫЕ

Семейство Мятликовые (*Poaceae*), или Злаковые (*Gramineae*), относится к порядку Мятликоцветные (*Poales*). Семейство включает до 700 родов и 10000 видов. В естественных фитоценозах Беларуси отмечено около 150 видов из 70 родов.

География распространения. Мятликовые равномерно распространены по всей суше Земного шара, а в Арктических широтах они по видовому составу занимают первое место среди других семейств. Мятликовые играют важнейшую роль в формировании растительного покрова лугов, степей, прерий и саванн. Для равнинных лугов характерны ежа сборная, кострец безостый, мятлик луговой, овсяница луговая, тимофеевка. В степях распространены ковыль, типчак, житняк. В прериях первостепенная роль принадлежит хлорису, бизоновой траве. На подвижных песках обитают селин и песколюбка. Велики роль и разнообразие мятликовых в лесах и на торфяниках.

Экологические особенности. Широкое распространение мятликовых связано со строением их вегетативных и репродуктивных органов, физиологическими и биохимическими особенностями, которые позволяют растениям иметь очень высокую приспособляемость к разнообразным экологическим условиям. В семействе встречаются типичные мезофиты – это почти все культивируемые злаки: рожь, пшеница, ячмень, кукуруза, овес и другие; гигрофиты – рис, манник; а также ксерофиты – белоус торчащий, овсяница овечья, ковыли, житняки и др. А тростник обыкновенный может произрастать и на болотах различных типов, и на горных склонах.

Жизненные формы. Представители семейства – это многолетние (овсяница луговая), двулетние (лисохвост коленчатый) и однолетние травы (канареечник канарский, полевые культурные злаки), реже – древовидные растения (бамбук). У близкородственной бамбуку динохлой известны колючие лианообразные виды.

Вегетативные органы.

Корневая система у мятликовых мочковатая, состоящая из многочисленных, хорошо развитых придаточных корней.

Стебель – соломина с хорошо выраженными узлами. У большинства внетропических видов (овсяница, пшеница, рожь) междоузлия с широкой полостью. У тропических видов (кукуруза, просо, сорго) междоузлия с маленькой полостью или заполнены паренхимой. Первичная кора и хлорофиллоносная паренхима развиты слабо.

В основаниях междоузлий локализована интеркалярная меристема, которая обеспечивает рост стебля в длину. В надземных узлах могут закладываться зачаточные бугорки боковых пазушных почек. Однако они обычно не развиваются и поэтому стебли мятликовых не ветвятся. Боковые побеги образуются в результате кущения. Кущение может быть плотным (белоус торчащий), рыхлым (пшеница мягкая) и корневищным (пырей ползучий).

Лист состоит из утолщенного основания в виде стеблевого узла, листового влагалища открытого типа, линейной листовой пластинки; язычка – перепончатого выроста, расположенного в месте соединения влагалища и листовой пластинки. Иногда язычок отсутствует или вместо него развивается ряд волосков. У некоторых злаков (ячмень) края влагалища в месте отгиба листовой пластинки образуют двусторонние линейные выросты – ушки. В эпидермисе могут быть моторные клетки, обеспечивающие сворачивание листа в жаркую дневную пору. У видов, выходцев из тропиков и субтропиков, вокруг проводящих пучков располагаются клетки ассимиляционной обкладки, участвующие в фотосинтезе. Листорасположение двухрядное очередное.

Репродуктивные органы.

Различные виды мятликовых имеют сходную организацию репродуктивных органов: многочисленные **цветки** объединяются в **колоски**, из которых образуются **сложные соцветия**.

Цветки без цветоножки, зигоморфные, с простым чешуевидным околоцветником. На цветоложе расположены наружная и внутренняя цветковые чешуи. Наружная (нижняя) чешуя может быть остистой или безостой. У персидской пшеницы ости образуются как на цветковой, так и на колосковой чешуе. Напротив наружной чешуи в цветке находится двухкилевая внутренняя (верхняя) цветковая чешуя, образованная двумя сросшимися листочками наружного круга околоцветника. Внутренний круг околоцветника обычно представлен двумя (пшеница, рожь) пленочками, или лодикулами. У бамбука и ковыля их три. Во время цветения в лодикулы активно поступает вода; они увеличиваются в размерах и раздвигают нижнюю и верхнюю цветочные чешуи, обеспечивая раскрытие цветков.

У большинства мятликовых в цветке три тычинки, но их может быть шесть (рис, бамбук, сахарный тростник), две (душистый колосок) и даже одна (цинна). Пестик образован двумя сросшимися плодолистиками, столбик с двухлопастным перистым рыльцем. Завязь верхняя. Формула цветка: $\uparrow P_{(2)+2} A_3 G_{(2)}$, где P – простой околоцветник, (2) – двухкилевая внутренняя цветковая чешуя, $+2$ – две лодикулы.

Большинство видов имеют обоеполые цветки. В случае раздельнополости цветков растения могут быть как однодомными (кукуруза), так и двудомными (пампасская трава).

Колоски. Цветки собраны в простые соцветия – колоски. Колосок имеет основание, к которому крепится коленчатая ось. Колоски могут быть сидячими (пшеница), или располагаться на боковых веточках соцветия (овёс). У основания колоска на оси располагаются колосковые чешуи. У плевела она одна. У пшеницы, ржи и многих других растений колосковых чешуй две – верхняя и нижняя. У проса, риса, душистого колоска и некоторых других видов их более двух. В строении колосковых чешуй выделяют киль, килевой зубец и плечо, размеры и форма которых учитываются при определении видов и сортов злаков. Между колосковыми чешуями на коленчатой оси поочерёдно, двухрядно располагаются цветки. Наиболее развитые, крупные цветки находятся в нижней части колоска, а в верхней – мелкие, слабо развитые. Колоски могут быть одноцветковыми (ячмень), двухцветковыми (овёс, рожь) и многоцветковыми (пшеница, кострец).

Сложные соцветия. Простые колоски у злаков объединяются в сложные соцветия: сложный колос (рожь, пшеница, ячмень), метёлку (овес, просо), султан (timoфеевка, лисохвост). Например, у пшеницы, в составе сложного колоса выделяют членистый колосовой стержень. На уступах члеников располагаются колоски, число которых (5 – 30) зависит от вида и сорта пшеницы. Как правило, наиболее развитыми являются колоски средней части сложного колоса. У кукурузы женские цветки собраны в початок, а мужские – в метелку.

Цветение мятликовых может быть открытым (рожь, кукуруза) и закрытым (овёс, ячмень). В связи с этим основными способами опыления будут перекрестное (анемофилия) и самоопыление. Мятликовые являются монокарпическими растениями, они цветут и плодоносят один раз в жизни.

Плод сухой, не вскрывающийся, односемянный, называется зерновкой. Он имеет тонкую плодовую оболочку, плотно прилегающую к семенной оболочке. У пленчатых форм злаков (ячмень, овёс и др.) плодовая оболочка слипается с плотно прилегающими к ней цветковыми чешуями. В отличие от плёнчатых, у голозерных форм (рожь, пшеница мягкая и др.) семена с чешуями не слипаются.

Зародыш семени имеет одну развитую семядолю – щиток, который граничит с эндоспермом. Вторая семядоля – эпибласт, редуцирована. Зародышевая почечка окружена листовидным образованием, именуемым колеоптилем, которое защищает всходы при выходе их на поверхность почвы. Зачатки корней защищены корневым влагалищем, или колеоризой.

Эндосперм семени хорошо развит, богат крахмалом и белком. Семена имеют разную продолжительность послеуборочного дозревания. У озимых форм она короткая, всходы могут давать даже свежееубранные семена, у яровых – длинная, до нескольких месяцев. Некоторые виды, включая отдельные сорта пшеницы и ячменя, являются «двуручками», т.е. могут давать всходы как при осеннем, так и при весеннем посеве.

Апомиктическое размножение, при котором семена образуются без слияния половых клеток, встречается у тропических просовых злаков. Реже наблюдается вивипария (живорождение). Так, у арктических видов мятлика, овсяницы, щучки размножение происходит луковичкообразными почками, которые образуются в соцветии из колосков.

С учетом многообразия анатомо-морфологических признаков вегетативных и репродуктивных органов семейство Мятликовые подразделяют на шесть подсемейств: бамбуковые (*Bambusoideae*), рисовые (*Oryzoideae*), мятликовые (*Pooideae*), тростниковые (*Arundinoideae*), полевищниковые (*Eragrostideae*), просовые (*Panicoideae*).

Подсемейство бамбуковые образовано высокорослыми тропическими и субтропическими одревесневающими (арундинария, бамбук, дендрокаламус) и травянистыми растениями (макляролира, пирезия). Бамбуковые распространены в Африке, Центральной и Южной Америке, Юго-Восточной Азии, где имеют пищевое и техническое значение.

Подсемейство рисовые объединяет травянистые одно- и многолетние самоопыляющиеся растения. Для них характерны сплюснутые с боков колоски с одним развитым цветком. Колосковых чешуй четыре, лодикул две, тычинок шесть. Соцветие – однобокая, раскидистая или сжатая метелка. Важнейшей культурой в мировом земледелии является рис посевной, используемый для изготовления крупы, муки, спиртных напитков, бумаги и плетеных изделий.

К подсемейству мятликовые принадлежит большинство внетропических травянистых одно- и многолетних злаков. Одно- и многоцветковые колоски у них собраны в сложный колос (пшеница), метелку (овес), султан (тимофеевка). Колосковых чешуй и лодикул две, тычинок три. Сюда относятся хлебные (пшеница, рожь), крупяные (ячмень, овёс), а также кормовые (овсяница, тимофеевка) травы.

Род пшеница насчитывает около 30 видов. В культуре наиболее распространены пшеница мягкая и пшеница твёрдая. Пшеница мягкая отличается полым стеблем под колосом, крупным колосом с растопыренными остями у остистых форм, семенами с мучнистым эндоспермом и хорошим содержанием клейковинообразующих белков. Используется для выпечки хлеба, производства крахмала и спирта. У пшеницы твердой стебель под колосом выполненный, колос плотный, сжат с боков, семена со стекловидным эндоспермом и высоким содержанием белка. Используется для изготовления круп, макаронных и кондитерских изделий.

У ржи посевной колоски двухцветковые, часто с зачатком третьего цветка. Отличается высокой зимостойкостью и хорошей урожайностью, успешно возделывается в Беларуси. Используется для производства хлеба и на кормовые цели.

В результате межродовой гибридизации пшеницы и ржи получены амфидиплоиды тритикале, сорта которых имеют хорошую перспективу использования в сельском хозяйстве.

Ячмень имеет плотный ломкий остистый колос, колоски одноцветковые, сидят по три на уступе членика колосового стержня. Листья с хорошо развитыми ушками. У ячменя обыкновенного колос широкий, 4 – 6-гранный, все колоски плодущие. У ячменя двурядного колос линейный, плоский, средний колосок плодущий, а боковые – бесплодные. Из зерна делают крупы, пиво, корма для животных.

Овёс посевной имеет листья с длинным язычком, соцветие – метёлка, колоски крупные, 2 – 3-цветковые. Имеются пленчатые и голозерные формы. Овсяная крупа ценится как диетический продукт. Зерно используется также на корм животным.

Подсемейство тростниковые объединяет высокорослые, многолетние травы с выполненными стеблями, сильно развитыми корневищами и многоцветковыми колосками. Их

можно встретить на лесных полянах и болотистых лугах. К тростниковым относятся тростник обыкновенный и пампасская трава.

В подсемействе **полевищниковые** преобладают травянистые растения, выходцы из засушливых районов тропиков. В южных регионах Беларуси изредка встречаются сорные виды полевищники, на солончаках Северной Африки обычна прибрежница, в североамериканских прериях – дистихлис.

Подсемейство просовые является наиболее высокоспециализированным в семействе. Колоски обычно двучетковые, расположены по одному или группами по 2-3 на боковых веточках. В подсемейство входят просо посевное, ежовник, или куриное просо, ежовник хлебный, сорго, сахарный тростник, а также важнейшая культура мирового земледелия – кукуруза. Зерно кукурузы перерабатывают на крупу, муку, крахмал, патоку, спирт и другие продукты. В условиях Беларуси кукурузу выращивают на корм скоту.

Значение семейства Мятликовые. Семейство Мятликовые имеет исключительно большое значение. Им принадлежит выдающаяся роль в формировании оседлого образа жизни многих народов мира в связи с переходом от сбора семян злаковых растений к их выращиванию и хлебопечению. Основными хлебными культурами в Беларуси являются мягкая пшеница и рожь. Крупу получают из ячменя, овса, проса, риса, кукурузы. Зубровка и душистый колосок содержат ароматические вещества, используемые в парфюмерии, пищевой промышленности и медицине. Ценными луговыми кормовыми растениями являются тимopheевка луговая, ежа сборная, овсяница луговая, райграс пастбищный и др. Овсяницу красную используют в качестве газонной травы. В декоративном садоводстве популярны мискантусы, молинии, пеннисетумы и другие растения.

Для закрепления подвижных песков высевают песколюбку песчаную и колосняк песчаный.

Многие злаки используются в качестве строительного материала. В тропических странах в качестве водопроводных труб применяют прочные и легкие стебли бамбуковых. Бумагу высокого качества изготавливают из ковыля и риса.

Среди злаков имеется немало сорных растений. Это пырей ползучий, костер ржаной, куриное просо, мятлик однолетний, некоторые виды щетинника. Сорняками на лугах являются малоценные в кормовом отношении луговик дернистый, или щучка и белоус торчащий.

Ядовитым является манник водный, который в свежем виде вызывает у животных судороги и нарушение сердечной деятельности.

В Красную книгу Республики Беларусь из семейства Мятликовые занесены: кострец Бенекена (*Bromopsis Benekenii*), овсяница высокая (*Festuca altissima*), овсяница дюнная (*Festuca sabulosa*), овсяница тонколистная (*Festuca tenuifolia*), овсяница валисская (*Festuca valesiaca*), ячменеволоснец европейский (*Hordelymus europaeus*).

Наименования растений семейства Мятликовые из учебного гербария

Русское	Латинское
Белоус торчащий	<i>Nardus stricta</i>
Ежа сборная	<i>Dactylis glomerata</i>
Ежовник, или куриное просо	<i>Echinochloa crusgalli</i>
Костер ржаной	<i>Bromus secalinus</i>
Кострец безостый	<i>Bromopsis inermis</i>
Кукуруза обыкновенная	<i>Zea mays</i>
Луговик дернистый, или щучка	<i>Deschampsia cespitosa</i>
Мятлик луговой	<i>Poa pratensis</i>
Мятлик однолетний	<i>Poa annua</i>
Овес посевной	<i>Avena sativa</i>
Овсяница луговая	<i>Festuca pratensis</i>
Просо посевное	<i>Panicum miliaceum</i>
Пшеница мягкая	<i>Triticum aestivum</i>
Пшеница твердая	<i>Triticum. durum</i>

Пырей ползучий
Райграс пастбищный
Рожь посевная
Тимофеевка луговая
Щетинник сизый
Ячмень двурядный

Elytrigia repens
Lolium perenne
Secale cereale
Phleum pratense
Setaria glauca
Hordeum distichon

III. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1. Вопросы текущей аттестации

Специальность 6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения

Модуль 1 «Структурная ботаника» блок 1 «Цитология».

1. Ботаника. Разделы и задачи ботаники.
2. Значение растений в природе и жизни человека.
3. Краткая история изучения клеточного строения растений.
4. Особенности строения растительной клетки.
5. Структурная организация растительной клетки: протопласт, производные протопласта.
6. Цитоплазма: ее физическое состояние, структура, химический состав.
7. Свойства и функции цитоплазмы.
8. Органоиды цитоплазмы: рибосомы, лизосомы, митохондрии, аппарат Гольджи, эндоплазматическая сеть (ЭС), сферосомы, пероксисомы (микротельца).
9. Пластиды (хлоропласты, лейкопласты, хромопласты), происхождение, взаимопревращения, строение и функции.
10. Ядро. Его строение и функции.
11. Хромосомно-ядрышковый комплекс. Понятие о кариотипе. Полиплоидия.
12. Способы деления клетки (амитоз, митоз, мейоз).
13. Клеточная оболочка: образование, рост, химический состав, структура и функции.
14. Видоизменения клеточной оболочки.
15. Межклеточные связи (поры и плазмодесмы). Мацерация.
16. Вакуоли, их образование и значение.
17. Химический состав и значение клеточного сока.
18. Запасные питательные вещества клетки (углеводы, белки, жиры).

блок 2 «Гистология».

1. Гистология. Понятие о тканях, их эволюция и классификация.
2. Образовательные ткани (меристемы). Особенности строения и значение.
3. Классификации образовательных тканей по происхождению и месту локализации. Строение конуса нарастания корня и побега.
4. Покровные ткани, их значение и классификация.
5. Эпидерма, строение и значение. Строение устьица. Эпиблема.
6. Пробка, образование и строение пробки. Комплекс перидермы. Чечевички. Корка.
7. Механические ткани (колленхима, склеренхима, склереиды), значение и особенности строения.
8. Основные ткани. Их классификация, особенности строения и значения.
9. Проводящие ткани (трахеиды, сосуды, ситовидные клетки и ситовидные трубки), значение и особенности строения.
10. Понятие о ксилеме и флоэме. Проводящие пучки.
11. Выделительные ткани внешней секреции.
12. Выделительные ткани внутренней секреции.

блок 3 «Органография и размножение растений».

1. Органография. Понятие об органах растений. Общие закономерности строения органов растений: симметричность, полярность, метамерность и их развитие.

2. Корень и его функции. Классификации корней (по происхождению, по отношению к субстрату, по форме) и корневых систем.
3. Строение кончика корня. Зоны корня. Значение и образование корневого чехлика и корневых волосков.
4. Первичное анатомическое строение корня однодольных растений (корень ириса).
5. Переход ко вторичному анатомическому строению корня, вторичное анатомическое строение корня двудольных растений (корень тыквы).
6. Корнеплоды: классификация и морфологическое строение.
7. Анатомическое строение корнеплодов типа редьки, типа моркови, типа свеклы.
8. Специализации корней (микориза и симбиоз с клубеньковыми бактериями).
9. Метаморфозы (видоизменения) корней.
10. Побег и его морфологическое строение.
11. Почка. Классификации почек по наличию почечных чешуй, по составу и функциям, по местоположению. Листорасположение.
12. Ветвление и его биологическое значение. Кущение злаков.
13. Классификации побегов по направлению роста, по характеру роста и положению в пространстве, по длине междоузлий.
14. Стебель. Особенности и функции типичного надземного стебля. Классификации стеблей.
15. Особенности анатомического строения стебля однодольных и двудольных растений.
16. Анатомическое строение стебля однодольных растений (рожь посевная, кукуруза обыкновенная).
17. Анатомическое строение стебля пучкового типа двудольных растений (стебель кирказона).
18. Анатомическое строение стебля непучкового типа двудольных травянистых растений (стебель льна).
19. Анатомическое строение стебля переходного типа двудольных растений (стебель подсолнечника).
20. Анатомическое строение стебля древесных растений (стебель липы).
21. Подземные видоизменения побега (корневище, клубень, луковица, клубнелуковица).
22. Надземные видоизменения побега (клубень, колючки, усы, кладодии, филлокладии, кочан).
23. Лист, его функции и особенности.
24. Морфологическое строение листа.
25. Классификации простых листьев: по форме листовой пластинки и по форме ее края.
26. Классификации простых листьев по надрезанности листовой пластинки.
27. Классификация сложных листьев.
28. Жилкование, его типы.
29. Формации листьев.
30. Анатомическое строение дорсовентрального листа (лист камелии).
31. Видоизменения листа.
32. Воспроизведение и размножение растений. Типы размножения растений.
33. Значение и сущность вегетативного размножения. Способы вегетативного размножения.
34. Бесполое размножение, его сущность и значение. Понятие о спорофите и органах спороношения.

35. Половое размножение, его сущность и значение. Понятие о гаметофите. Органы полового размножения.

36. Чередование и взаимосвязь полового и бесполого поколений в цикле развития растений.

37. Жизненные формы растений и их классификация.

38. Жизненные формы растений по Раункиеру.

Модуль 2 «Систематика растений» блок 1 «Архегониальные растения».

1. Систематика растений, ее разделы, задачи, методы и значение.

2. Понятие о таксонах и таксономических категориях. Правило наименования растений. Бинарная номенклатура К. Линнея.

3. Общая характеристика и классификация растений. Происхождение и пути эволюции растений.

4. Общая характеристика и классификация отдела Моховидные.

5. Жизненный цикл и развитие моховидных (мох кукушкин лен, сфагнум).

6. Общая характеристика и классификация отдела Плауновидные.

7. Жизненный цикл и развитие плауновых (плаун булавовидный, селлагинелла).

8. Общая характеристика и классификация отдела Хвощевидные.

9. Жизненный цикл и развитие хвощевидных (хвощ полевой).

10. Общая характеристика и классификация отдела Папоротниковидные.

11. Жизненный цикл и развитие папоротниковидных (щитовник мужской, сальвиния).

12. Общая характеристика и классификация отдела Голосеменные.

13. Жизненный цикл и развитие голосеменных на примере сосны обыкновенной.

блок 2 «Репродуктивные органы Цветковых».

1. Общая характеристика отдела Цветковые.

2. Цветок. Морфологические части цветка и их функции. Типы цветков.

3. Обозначение и составление формулы цветка.

4. Андроцей и его классификации. Морфологическое и анатомическое строение тычинок и пыльника.

5. Микроспорогенез и микрогаметогенез.

6. Гинецей и его строение. Типы гинецея и завязи.

7. Строение семязачатка. Типы семязачатков

8. Мегаспорогенез и мегагаметогенез.

9. Соцветия, их биологическое значение и классификация.

10. Простые моноподиальные соцветия.

11. Сложные моноподиальные соцветия.

12. Симподиальные соцветия.

13. Цветение растений. Продолжительность, периодичность и частота цветения и плодоношения.

14. Опыление цветковых растений. Способы перекрестного опыления. Морфологические и физиологические приспособления растений к перекрестному опылению.

15. Сущность и биологическое значение самоопыления, его формы (хазмогамия и клейстогамия). Морфологические и физиологические приспособления растений к самоопылению.

16. Оплодотворение у покрытосеменных растений. Прорастание пыльцы и рост пыльцевых трубок. Поро-, халазо- и мезогамия. Двойное оплодотворение.

17. Апомиксис и его значение. Разнообразие форм апомиксиса: партеногенез, апогамия, апоспория. Полиэмбриония и партенокарпия.

18. Семя. Общность строения семян покрытосеменных растений и их типы.
19. Строение семян однодольных (на примере пшеницы) и двудольных покрытосеменных (на примере фасоли).
20. Плод. Классификация плодов.
21. Коробочковидные и ореховидные плоды.
22. Ягодовидные и костянковидные плоды.
23. Сборные плоды и соплодия.

блок 3 «Систематика Цветковых».

1. Основные системы цветковых растений.
2. Сравнительная характеристика растений классов Двудольные и Однодольные.
3. Характеристика растений семейства Лютиковые
4. Характеристика растений семейства Бобовые
5. Характеристика растений семейства Капустные
6. Характеристика растений семейства Сельдерейные
7. Характеристика растений семейства Розовые
8. Характеристика растений семейства Астровые
9. Характеристика растений семейства Пасленовые.
10. Характеристика растений семейства Тыквенные.
11. Характеристика растений семейства Льновые.
12. Характеристика растений семейства Гречишные.
13. Характеристика растений семейства Яснотковые.
14. Характеристика растений семейства Мятликовые
15. Характеристика растений семейства Лилейные.
16. Характеристика растений семейства Осоковые.

Модуль 3 блок 1 «Фитоценология и география растений»

1. Основы геоботаники. Понятие о фитоценозе.
2. Признаки фитоценоза.
3. Классификация фитоценозов. Агрофитоценоз.
4. Флористическая география. Ареалы растений. Типы ареалов
5. Понятие о флоре и растительности. Типы растительности Республики Беларусь
Формы контроля знаний: устная, тестирование.

Специальность 6-05-0811-05 Защита растений и карантин

Модуль 1 «Структурная ботаника» блок 1 «Цитология »

1. Краткая история развития ботаники. Разделы ботаники.
2. Отличительные признаки растений.
3. Значение растений в природе.
4. Значение растений в жизни человека.
5. Основные положения клеточной теории.
6. Структура растительной клетки.
7. Значение, строение и образование клеточной оболочки.
8. Поры, перфорации. Плазмодесмы.
9. Химические изменения клеточной оболочки.
10. Строение и функции клеточных мембран.
11. Химический состав и структура цитоплазмы.
12. Строение и функции ядра. Хромосомы.

13. Строение и функции пластид.
14. Строение и функции митохондрий.
15. Органоиды клетки. Эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, лизосомы.
16. Органоиды клетки. Сферосомы, микротельца, рибосомы.
17. Вакуоли. Значение и химический состав клеточного сока.
18. Производные протопласта.
19. Запасные питательные вещества растительной клетки.

Блок 2 «Гистология»

1. Понятие о тканях растений. Классификация тканей.
2. Характеристика образовательных тканей.
3. Характеристика покровных тканей.
4. Характеристика основных тканей.
5. Характеристика проводящих тканей.
6. Строение и классификация проводящих пучков.
7. Характеристика механических тканей.
8. Характеристика выделительных тканей.

Блок 3 «Органография и размножение растений»

1. Общие закономерности строения органов растений: полярность, симметрия, метамерность.
2. Морфология и функции корня.
3. Виды корней и типы корневых систем.
4. Строение кончика корня.
5. Первичное анатомическое строение корня.
6. Вторичное анатомическое строение корня.
7. Морфология и анатомическое строение корнеплодов.
8. Видоизменения корней.
9. Морфология и функции побега.
10. Строение почки. Классификация почек по функциям, местоположению, наличию кроющих чешуй.
11. Ветвление побега. Кущение.
12. Анатомическое строение стебля пучкового, переходного и непучкового типа у травянистых двудольных растений.
13. Анатомическое строение стебля травянистых однодольных растений на примере пшеницы и кукурузы.
14. Анатомическое строение стебля древесных растений на примере липы.
15. Видоизменения побега.
16. Морфологические части листа и их функции. Жилкование листьев.
17. Расположение листьев на побеге. Листовая мозаика.
18. Формации листьев. Гетерофиллия.
19. Разнообразие простых листьев по форме, краю и расчленению листовой пластинки.
20. Отличительные признаки и разнообразие сложных листьев.
21. Анатомическое строение листа покрытосеменных растений.
22. Анатомическое строение листа голосеменных на примере сосны обыкновенной.
23. Видоизменения листьев.
24. Онтогенез листа. Листопад и его значение.
25. Понятие о размножении и воспроизведении растений. Способы размножения.
26. Вегетативное размножение растений.
27. Половое размножение растений. Органы полового размножения. Гаметы.
28. Споровое размножение растений.
29. Понятие о спорофите и гаметофите. Чередование и взаимосвязь полового и бесполого поколений в жизни растений.

Модуль 2 «Систематика растений» блок 1 «Систематика растений»

1. Понятие о систематике растений. Разделы и методы систематики.
2. Таксоны и таксономические единицы.
3. Правила наименования растений.
4. Классификация отделов растений.
5. Отличительные признаки высших растений.
6. Характеристика отдела Моховидные.
7. Характеристика отдела Плауновидные.
8. Характеристика отдела Хвощевидные.
9. Характеристика отдела Папоротниковидные.
10. Характеристика отдела Голосеменные.
11. Характеристика отдела Покрывтосеменные.

Блок 2 «Репродуктивные органы Цветковых «

1. Морфология цветка. Части цветка и их значение.
2. Значение и классификация соцветий.
3. Андроцей. Морфология и анатомия тычинки.
4. Образование пыльцы и мужских гамет.
5. Гинецей. Типы гинецея.
6. Анатомическое строение пестика на продольном срезе.
7. Образование макроспор и женских гамет.
8. Цветение растений.
9. Опыление растений. Способы переноса пыльцы.
10. Приспособления растений к перекрестному опылению.
11. Оплотворение цветковых растений.
12. Апомиксис и партенокарпия.
13. Развитие зародыша и эндосперма семени.
14. Строение и классификация плодов.
15. Строение и классификация семян.
16. Приспособления растений к распространению плодов и семян.

Блок № 2.3 (Семейства покровтосеменных)

1. Характеристика семейства Лютиковые.
2. Характеристика семейства Розовые.
3. Характеристика семейства Бобовые.
4. Характеристика семейства Паслёновые.
5. Характеристика семейства Капустные.
6. Характеристика семейства Сельдерейные.
7. Характеристика семейства Тыквенные.
8. Характеристика семейства Льновые.
9. Характеристика семейства Астровые.
10. Характеристика семейства Мятликовые.
11. Характеристика семейства Лилейные.
12. Характеристика семейства Осоковые.

Модуль 3 блок 1 «Фитоценология и география растений»

1. Понятие о фитоценозе и его структуре.
 2. Отличительные признаки агрофитоценозов.
 3. Жизненные формы растений.
 4. Понятие о флоре. Флора Беларуси.
 5. Понятие о растительности. Растительность Беларуси.
 6. Влияние антропогенных факторов на растительность
- Форма контроля знаний – контрольные работы, тестирование.*

3.2 Вопросы промежуточной аттестации

Специальность 6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения

1. Ботаника. Разделы и задачи ботаники.
2. Значение растений в природе и жизни человека.
3. Краткая история изучения клеточного строения растений.
4. Особенности строения растительной клетки.
5. Структурная организация растительной клетки: протопласт, производные протопласта.
6. Цитоплазма: ее физическое состояние, структура, химический состав.
7. Свойства и функции цитоплазмы.
8. Органоиды цитоплазмы: рибосомы, лизосомы, митохондрии, аппарат Гольджи, эндоплазматическая сеть (ЭС), сферосомы, пероксисомы (микротельца).
9. Пластиды (хлоропласты, лейкопласты, хромопласты), происхождение, взаимопревращения, строение и функции.
10. Ядро. Его строение и функции.
11. Хромосомно-ядрышковый комплекс. Понятие о кариотипе. Полиплоидия.
12. Способы деления клетки (амитоз, митоз, мейоз).
13. Клеточная оболочка: образование, рост, химический состав, структура и функции.
14. Видоизменения клеточной оболочки.
15. Межклеточные связи (поры и плазмодесмы). Мацерация.
16. Вакуоли, их образование и значение.
17. Химический состав и значение клеточного сока.
18. Запасные питательные вещества клетки (углеводы, белки, жиры).
19. Гистология. Понятие о тканях, их эволюция и классификация.
20. Образовательные ткани (меристемы). Особенности строения и значение.
21. Классификации образовательных тканей по происхождению и месту локализации. Строение конуса нарастания корня и побега.
22. Покровные ткани, их значение и классификация.
23. Эпидерма, строение и значение. Строение устьица. Эпиблема.
24. Пробка, образование и строение пробки. Комплекс перидермы. Чечевички. Корка.
25. Механические ткани (колленхима, склеренхима, склереиды), значение и особенности строения.
26. Основные ткани. Их классификация, особенности строения и значения.
27. Проводящие ткани (трахеиды, сосуды, ситовидные клетки и ситовидные трубки), значение и особенности строения.
28. Понятие о ксилеме и флоэме. Проводящие пучки.
29. Выделительные ткани внешней секреции.
30. Выделительные ткани внутренней секреции.
31. Органография. Понятие об органах растений. Общие закономерности строения органов растений: симметричность, полярность, метамерность и их развитие.
32. Корень и его функции. Классификации корней (по происхождению, по отношению к субстрату, по форме) и корневых систем.
33. Строение кончика корня. Зоны корня. Значение и образование корневого чехлика и корневых волосков.

34. Первичное анатомическое строение корня однодольных растений (корень ириса).
35. Переход ко вторичному анатомическому строению корня, вторичное анатомическое строение корня двудольных растений (корень тыквы).
36. Корнеплоды: классификация и морфологическое строение.
37. Анатомическое строение корнеплодов типа редьки, типа моркови, типа свеклы.
38. Специализации корней (микориза и симбиоз с клубеньковыми бактериями).
39. Метаморфозы (видоизменения) корней.
40. Побег и его морфологическое строение.
41. Почка. Классификации почек по наличию почечных чешуй, по составу и функциям, по местоположению. Листорасположение.
42. Ветвление и его биологическое значение. Кущение злаков.
43. Классификации побегов по направлению роста, по характеру роста и положению в пространстве, по длине междоузлий.
44. Стебель. Особенности и функции типичного надземного стебля. Классификации стеблей.
45. Особенности анатомического строения стебля однодольных и двудольных растений.
46. Анатомическое строение стебля однодольных растений (рожь посевная, кукуруза обыкновенная).
47. Анатомическое строение стебля пучкового типа двудольных растений (стебель кирказона).
48. Анатомическое строение стебля непучкового типа двудольных травянистых растений (стебель льна).
49. Анатомическое строение стебля переходного типа двудольных растений (стебель подсолнечника).
50. Анатомическое строение стебля древесных растений (стебель липы).
51. Подземные видоизменения побега (корневище, клубень, луковица, клубнелуковица).
52. Надземные видоизменения побега (клубень, колючки, усы, кладодии, филлокладии, кочан).
53. Лист, его функции и особенности.
54. Морфологическое строение листа.
55. Классификации простых листьев: по форме листовой пластинки и по форме ее края.
56. Классификации простых листьев по надрезанности листовой пластинки.
57. Классификация сложных листьев.
58. Жилкование, его типы.
59. Формации листьев.
60. Анатомическое строение дорсовентрального листа (лист камелии).
61. Видоизменения листа.
62. Воспроизведение и размножение растений. Типы размножения растений.
63. Значение и сущность вегетативного размножения. Способы вегетативного размножения.
64. Бесполое размножение, его сущность и значение. Понятие о спорофите и органах спороношения.
65. Половое размножение, его сущность и значение. Понятие о гаметофите. Органы полового размножения.
66. Чередование и взаимосвязь полового и бесполого поколений в цикле развития растений.

67. Жизненные формы растений и их классификация.
68. Жизненные формы растений по Раункиеру.
69. Систематика растений, ее разделы, задачи, методы и значение.
70. Понятие о таксонах и таксономических категориях. Правило наименования растений. Бинарная номенклатура К. Линнея.
71. Общая характеристика и классификация растений. Происхождение и пути эволюции растений.
72. Общая характеристика и классификация отдела Моховидные.
73. Жизненный цикл и развитие моховидных (мох кукушкин лен, сфагнум).
74. Общая характеристика и классификация отдела Плауновидные.
75. Жизненный цикл и развитие плауновых (плаун булавовидный, селлагинелла).
76. Общая характеристика и классификация отдела Хвощевидные.
77. Жизненный цикл и развитие хвощевидных (хвощ полевой).
78. Общая характеристика и классификация отдела Папоротниковидные.
79. Жизненный цикл и развитие папоротниковидных (щитовник мужской, сальвиния).
80. Общая характеристика и классификация отдела Голосеменные.
81. Жизненный цикл и развитие голосеменных на примере сосны обыкновенной.
82. Общая характеристика отдела Цветковые.
83. Цветок. Морфологические части цветка и их функции. Типы цветков.
84. Обозначение и составление формулы цветка.
85. Андроцей и его классификации. Морфологическое и анатомическое строение тычинки и пыльника.
86. Микроспорогенез и микрогаметогенез.
87. Гинецей и его строение. Типы гинецея и завязи.
88. Строение семязачатка. Типы семязачатков
89. Мегаспорогенез и мегагаметогенез.
90. Соцветия, их биологическое значение и классификация.
91. Простые моноподиальные соцветия.
92. Сложные моноподиальные соцветия.
93. Симподиальные соцветия.
94. Цветение растений. Продолжительность, периодичность и частота цветения и плодоношения.
95. Опыление цветковых растений. Способы перекрестного опыления. Морфологические и физиологические приспособления растений к перекрестному опылению.
96. Сущность и биологическое значение самоопыления, его формы (хазмогамия и клейстогамия). Морфологические и физиологические приспособления растений к самоопылению.
97. Оплодотворение у покрытосеменных растений. Прорастание пыльцы и рост пыльцевых трубок. Поро-, халазо- и мезогамия. Двойное оплодотворение.
98. Апомиксис и его значение. Разнообразие форм апомиксиса: партеногенез, апогамия, апоспория. Полиэмбриония и партенокарпия.
99. Семя. Общность строения семян покрытосеменных растений и их типы.
100. Строение семян однодольных (на примере пшеницы) и двудольных покрытосеменных (на примере фасоли).
101. Плод. Классификация плодов.
102. Коробочковидные и ореховидные плоды.
103. Ягодovidные и костянковидные плоды.

104. Сборные плоды и соплодия.
105. Основные системы цветковых растений.
106. Сравнительная характеристика растений классов Двудольные и Однодольные.
107. Характеристика растений семейства Лютиковые
108. Характеристика растений семейства Бобовые
109. Характеристика растений семейства Капустные
110. Характеристика растений семейства Сельдерейные
111. Характеристика растений семейства Розовые
112. Характеристика растений семейства Астровые
113. Характеристика растений семейства Пасленовые.
114. Характеристика растений семейства Тыквенные.
115. Характеристика растений семейства Льновые.
116. Характеристика растений семейства Гречишные.
117. Характеристика растений семейства Яснотковые.
118. Характеристика растений семейства Мятликовые
119. Характеристика растений семейства Лилейные.
120. Характеристика растений семейства Осоковые.
121. Основы геоботаники. Понятие о фитоценозе.
122. Признаки фитоценоза.
123. Классификация фитоценозов. Агрофитоценоз.
124. Флористическая география. Ареалы растений. Типы ареалов
125. Понятие о флоре и растительности. Типы растительности Республики Беларусь

Специальность 6-05-0811-05 Защита растений и карантин

1. Краткая история развития ботаники. Разделы ботаники.
2. Отличительные признаки растений.
3. Значение растений в природе и жизни человека.
4. Основные положения клеточной теории.
5. Структура растительной клетки.
6. Значение, строение и образование клеточной оболочки.
7. Поры, перфорации. Плазмодесмы.
8. Химические изменения клеточной оболочки.
9. Строение и функции клеточных мембран.
10. Химический состав и структура цитоплазмы.
11. Строение и функции ядра. Хромосомы.
12. Строение и функции пластид.
13. Строение и функции митохондрий.
14. Органоиды клетки. Эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, лизосомы.
15. Органоиды клетки. Сферосомы, микротельца, рибосомы.
16. Вакуоли. Значение и химический состав клеточного сока.
17. Производные протопласта.
18. Запасные питательные вещества растительной клетки.
19. Понятие о тканях растений. Классификация тканей.
20. Характеристика образовательных тканей.
21. Характеристика покровных тканей.
22. Характеристика основных тканей.
23. Характеристика проводящих тканей.

24. Строение и классификация проводящих пучков.
25. Характеристика механических тканей.
26. Характеристика выделительных тканей.
27. Общие закономерности строения органов растений: полярность, симметрия, метаморфность.
28. Морфология и функции корня.
29. Виды корней и типы корневых систем.
30. Строение кончика корня.
31. Первичное анатомическое строение корня.
32. Вторичное анатомическое строение корня.
33. Морфология и анатомическое строение корнеплодов.
34. Видоизменения корней.
35. Морфология и функции побега.
36. Строение почки. Классификация почек по функциям, местоположению, наличию кроющих чешуй.
37. Ветвление побега. Кущение.
38. Анатомическое строение стебля у травянистых двудольных растений .
39. Анатомическое строение стебля травянистых однодольных растений на примере пшеницы и кукурузы.
40. Анатомическое строение стебля древесных растений на примере липы.
41. Видоизменения побега.
42. Морфологические части листа и их функции. Жилкование листьев.
43. Расположение листьев на побеге. Листовая мозаика.
44. Формации листьев. Гетерофиллия.
45. Разнообразие простых листьев по форме, краю и расчленению листовой пластинки.
46. Отличительные признаки и разнообразие сложных листьев.
47. Анатомическое строение листа покрытосеменных растений.
48. Анатомическое строение листа голосеменных на примере сосны обыкновенной.
49. Видоизменения листьев.
50. Онтогенез листа. Листопад и его значение.
51. Понятие о размножении и воспроизведении растений. Способы размножения.
52. Вегетативное размножение растений.
53. Половое размножение растений. Органы полового размножения. Гаметы.
54. Спорное размножение растений.
55. Понятие о спорофите и гаметофите. Чередование и взаимосвязь полового и бесполого поколений в жизни растений.
56. Понятие о систематике растений. Разделы и методы систематики.
57. Таксоны и таксономические единицы.
58. Правила наименования растений.
59. Отделы царства Растения.
60. Отличительные признаки высших растений.
61. Характеристика отдела Мохообразные.
62. Характеристика отдела Плаунообразные.
63. Характеристика отдела Хвощеобразные.
64. Характеристика отдела Папоротникообразные.
65. Характеристика отдела Голосеменные.
66. Характеристика отдела Покрытосеменные.
67. Цветок как орган семенного размножения. Морфология цветка.
68. Значение и классификация соцветий.
69. Андроцей. Морфология и анатомия тычинки.
70. Образование пыльцы и мужских гамет у покрытосеменных.

71. Гинецей. Типы гинецея.
 72. Анатомическое строение пестика на продольном срезе.
 73. Образование макроспор и женских гамет у покрытосеменных.
 74. Цветение растений.
 75. Опыление растений. Способы переноса пыльцы.
 76. Приспособления растений к перекрестному опылению.
 77. Оплодотворение цветковых растений.
 78. Апомиксис и партенокарпия.
 79. Развитие зародыша и эндосперма семени.
 80. Строение и классификация плодов.
 81. Строение и классификация семян.
 82. Приспособления растений к распространению плодов и семян.
 83. Характеристика семейства Розовые.
 84. Характеристика семейства Бобовые.
 85. Характеристика семейства Паслёновые.
 86. Характеристика семейства Капустные.
 87. Характеристика семейства Сельдерейные.
 88. Характеристика семейства Тыквенные.
 89. Характеристика семейства Мятликовые.
 90. Характеристика семейства Лилейные.
 91. Характеристика семейства Осоковые.
 92. Понятие о фитоценозе и его структуре.
 93. Отличительные признаки агрофитоценозов.
 94. Жизненные формы растений.
 95. Понятие о флоре. Флора Беларуси.
 96. Понятие о растительности. Растительность Беларуси.
-
60. Ягодовидные и костянковидные плоды.
 61. Сборные плоды и соплодия.
 62. Сравнительная характеристика растений классов Двудольные и Однодольные.
 63. Характеристика растений семейства Бобовые
 64. Характеристика растений семейства Капустные
 65. Характеристика растений семейства Сельдерейные
 66. Характеристика растений семейства Розовые
 67. Характеристика растений семейства Астровые
 68. Характеристика растений семейства Пасленовые.
 69. Характеристика растений семейства Тыквенные.
 70. Характеристика растений семейства Льновые.
 71. Характеристика растений семейства Гречишные.
 72. Характеристика растений семейства Яснотковые.
 73. Характеристика растений семейства Мятликовые
 74. Характеристика растений семейства Лилейные.
 75. Жизненные формы растений и их классификация.

IV. ВСПОМАГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

УТВЕРЖДАЮ



Первый проректор академии

А.В. Колмыков

28 июня 2023 г.

Регистрационный № УФ-А-61-23 /уч.

БОТАНИКА

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:
6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения,
6-05-0811-05 Защита растений и карантин**

2023

Учебная программа составлена в соответствии с примерными учебными планами общего высшего образования № 6-05-08-010/пр. от 18.01.2023 по специальности 6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения; № 6-05-08-014/пр. от 18.01.2023 по специальности 6-05-0811-05 Защита растений и карантин и учебными планами по специальностям.

СОСТАВИТЕЛИ:

О. А. Порхунцова, заведующий кафедрой ботаники и физиологии растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

С. В. Лазаревич, профессор кафедры ботаники и физиологии растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», доктор биологических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

О. В. Созинов, заведующий кафедрой ботаники учреждения образования «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы», доктор биологических наук, доцент;

Е. Л. Андроник, заведующий лабораторией селекции льна масличного Республиканского унитарного предприятия «Институт льна» НАН Беларуси, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

кафедрой ботаники и физиологии растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»
(протокол № 8 от 13.04.2023 г.);

методической комиссией агротехнологического факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»
(протокол № 10 от 27.04.2023 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 10 от 28.06.2023 г.)

Ответственный за редакцию: О. А. Порхунцова

Ответственный за выпуск: О. А. Порхунцова

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Ботаника – это наука о растениях, изучающая закономерности строения, роста и развития растений, их происхождение и распространение на Земном шаре.

Цель преподавания учебной дисциплины «Ботаника» состоит в изучении особенностей строения, размножения, эволюции и разнообразия растений, закономерностей их распространения для рационального использования и сохранения растительных ресурсов.

Задачей преподавания учебной дисциплины «Ботаника» является формирование у студентов диалектического мировоззрения, понимания эволюционной роли растений на Земном шаре, знаний о строении и жизни растений как объектов сельскохозяйственного производства.

Учебная дисциплина «Ботаника» относится к государственному компоненту модуля «Биологический» и является теоретической основой для изучения таких учебных дисциплин, как «Физиология и биохимия растений», «Генетика», «Селекция и семеноводство», «Биотехнология», «Земледелие», «Технологии кормов», «Агрохимия», «Энтомология», «Фитопатология» и комплекса прикладных растениеводческих наук, которые необходимы при подготовке специалистов высшей квалификации в области агрономии.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен закрепить и развить базовые профессиональные компетенции:

для специальности 6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения: применять в практической деятельности знания о биологическом разнообразии видов, структурно-функциональной и молекулярно-генетической организации, биологических особенностях и физиологических механизмах формирования урожайности сельскохозяйственных растений;

для специальности 6-05-0811-05 Защита растений и карантин: применять знания о строении, распространении, происхождении и эволюции растений в профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- особенности строения растительной клетки;
- значение, происхождение, местонахождение и отличительные признаки клеточного строения тканей растительного организма;
- строение и значение вегетативных и репродуктивных органов растений;
- отличительные признаки отделов растений и биологические особенности их важнейших представителей;
- характеристику семейств покрытосеменных, имеющих широкое распространение и значение в Беларуси;
- особенности флоры и растительности Беларуси;

уметь:

- описывать и анализировать строение вегетативных и репродуктивных органов растений;
- определять виды растений по совокупности диагностических признаков;
- определять видовую структуру и состояние фитоценозов;

владеть:

- навыками использования оптического микроскопа;
- методами морфологического анализа растений.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине обучающийся должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, общественной и социально-культурной жизни страны.

На изучение учебной дисциплины «Ботаника» по специальности 6-05-0811-01 *Производство продукции растительного происхождения* дневной (полной) формы получения высшего образования отведено 228 часов. Из них на аудиторные занятия предусмотрено 144 часа (лекций 54 часа, лабораторных занятий 90 часов), на самостоятельную работу – 84 часа. Аудиторные занятия проводятся на I курсе в 1 семестре (лекций 36 часов, лабораторных занятий 36 часов) и 2 семестре (лекций 18 часов, лабораторных занятий 54 часа).

На изучение учебной дисциплины «Ботаника» по специальности 6-05-0811-01 *Производство продукции растительного происхождения* дневной формы получения высшего образования на основе *среднего специального образования* отведено 228 часов. Из них на аудиторные занятия предусмотрено 72 часа (лекций 36 часов, лабораторных занятий 36 часов), на самостоятельную работу – 42 часа. Аудиторные занятия проводятся на I курсе в 1 семестре.

На изучение учебной дисциплины «Ботаника» по специальности 6-05-0811-05 *Защита растений и карантин* дневной формы получения высшего образования отведено 216 часов. Из них на аудиторные занятия предусмотрено 126 часов (лекций 54 часа, лабораторных занятий 72 часа), на самостоятельную работу – 90 часов. Аудиторные занятия проводятся на I курсе в 1 семестре.

На изучение учебной дисциплины «Ботаника» по специальностям 6-05-0811-01 *Производство продукции растительного происхождения* заочной (полной) формы получения высшего образования отведено 228 часов. Из них на аудиторные занятия предусмотрено 32 часа (лекций 12 часов, лабораторных занятий 20 часов), на самостоятельную работу – 196 часов. Аудиторные занятия проводятся на I и II курсах.

На изучение учебной дисциплины «Ботаника» по специальности 6-05-0811-01 *Производство продукции растительного происхождения* заочной формы получения высшего образования на основе *среднего специального образования* отведено 228 часов. Из них на аудиторные занятия предусмотрено 16 часов (лекций 8 часов, лабораторных занятий 8 часов), на самостоятельную работу – 98 часов. Аудиторные занятия проводятся на I курсе.

Формой промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Ботаника» по дневной и заочной форме получения высшего образования является экзамен (по специальности 6-05-0811-01 *Производство продукции растительного происхождения* дневной (полной) формы получения высшего образования формой промежуточной аттестации в 1 семестре является зачет, во 2 семестре – экзамен).

II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение

Ботаника как наука о растениях и растительном покрове Земли. Отличительные признаки растительных организмов. Значение растений в природе и жизни человека. Понятие об эволюции растений и их онтогенезе. Краткая история развития ботаники. Разделы ботаники и их задачи. Связь ботаники с другими биологическими и прикладными агрономическими науками.

1. Цитология

Клетка как основная структурная единица живой материи. Клеточная теория М. Шлейдена и Т. Шванна и ее современные дополнения. Краткая история изучения растительной клетки. Форма и размеры клеток. Отличия растительной клетки от животной. Структурная организация растительной клетки. Понятие об элементарной мембране. Химический состав, строение и функции мембран.

Цитоплазма. Химический состав, физические свойства, структура, свойства и значение цитоплазмы. Классификация органоидов по наличию мембран. Пластиды. Строение, пигменты и функции хлоропластов. Особенности строения, пигменты и роль хромопластов. Лейкопласты. Происхождение, онтогенез и превращение пластид. Строение и функции митохон-

дрий, эндоплазматической сети, аппарата Гольджи, лизосом, сферосом, микротелец и рибосом.

Ядро. Строение, химический состав и функции ядра. Понятие о хромосомах и кариотипе. Способы деления клетки. Амитоз. Локализация митотического деления в растительном организме. Особенности мейоза и его значение в жизни растений, его структура и функции.

Производные протопласта. Образование и значение вакуолей. Химический состав и значение клеточного сока.

Понятие о физиологически активных веществах клетки и их значение в жизни растений. Запасные питательные вещества клетки. Места и способы запасаания углеводов, белков и жиров в растительном организме.

Клеточная оболочка. Химический состав, строение и образование клеточной оболочки. Строение и разнообразие пор. Плазмодесмы. Перфорации. Химические изменения клеточной оболочки: одревеснение, пробковение, кутинизация, минерализация, ослизнение.

2. Гистология

Понятие о тканях растений. Разнообразие тканей и принципы их классификации. Возникновение и развитие тканей в филогенезе.

Образовательные ткани (меристемы). Особенности клеточного строения и функций меристем. Классификация образовательных тканей по происхождению и месту локализации: апикальные, латеральные, интеркалярные, раневые меристемы. Строение конуса нарастания стебля и корня, возникновение образовательных тканей в онтогенезе.

Покровные ткани. Первичная покровная ткань эпидерма. Происхождение, особенности клеточного строения и функции эпидермы. Строение и работа устьичного аппарата. Выросты эпидермы. Первичная покровная ткань эпиблема. Образование, особенности клеточного строения и значение эпиблемы. Корневые волоски.

Вторичный покровный комплекс перидерма, ее формирование, строение и функции. Чечевички. Формирование, строение и значение корки.

Основные ткани. Значение, топография и особенности клеточного строения ассимиляционной, запасающей, воздухоносной, водозапасающей и типичной паренхимы.

Механические ткани. Значение, возникновение в онтогенезе и классификация механических тканей. Особенности строения клеток угольной и пластинчатой колленхимы, древесинных и лубяных волокон склеренхимы и склереиды. Местоположение механических тканей в органах растений.

Проводящие ткани. Значение, классификация и возникновение проводящих тканей в онтогенезе растений. Особенности клеточного строения трахеид. Клеточное строение и разнообразие сосудов. Значение, строение и работа ситовидных трубок и клеток-спутниц. Образование тилл и каллезы. Эволюция проводящих тканей. Проводящие пучки. Строение и классификация проводящих пучков. Гистологический состав и функции ксилемы и флоэмы. Понятие о стеле и ее эволюции.

Выделительные ткани. Строение и значение структур внешней секреции – железок, железистых волосков, нектарников, водяных устьиц. Образование и строение структур внутренней секреции – простых и членистых млечников, смоляных и эфиромасличных ходов иместилиц.

3. Органография и размножение растений

Понятие об органах растений и их классификация. Морфологическое расчленение тела растения как следствие жизни в наземных условиях. Возникновение органов растений в филогенезе. Общие закономерности их строения: полярность, симметрия, метамерия. Понятие об аналогичных и гомологичных органах.

Корень. Морфология и функции. Классификация корней и корневых систем. Зоны корня. Первичное анатомическое строение корня в зоне корневых волосков. Переход ко вторичному анатомическому строению корня и его значение в жизни растений. Вторичное анатомическое строение корня.

Видоизменения корней. Морфологическое и анатомическое строение корнеплодов. Корневые клубни. Ассимилирующие корни. Пневматофоры. Гаустории. Микориза. Симбиотические клубеньки на корнях бобовых.

Понятие о побеге. Значение и морфологическое строение побега. Развитие побега из почки. Ветвление и его биологическое значение. Кущение злаков. Подземные и надземные видоизменения побега.

Стебель. Функции типичного надземного стебля. Морфологическая классификация стеблей. Формирование стебля из меристемы конуса нарастания у двудольных растений. Роль прокамбия, перицикла и камбия в развитии стебля. Вторичное анатомическое строение стебля пучкового, непучкового и переходного типа у травянистых растений.

Анатомическое строение стебля древесного растения. Образование годичных колец. Гистологический состав коры и древесины у покрытосеменных и голосеменных растений.

Формирование стебля из меристемы конуса нарастания у однодольных растений. Анатомическое строение стебля злаков.

Лист. Морфологические части листа и их функции. Простые и сложные листья. Разнообразие простых листьев по форме, краю, степени расчленения листовой пластинки. Сложные листья. Гетерофиллия. Листорасположение. Жилкование.

Формирование листа из меристемы конуса нарастания побега. Анатомическое строение листьев двудольных и однодольных растений. Анатомическое строение хвои Голосеменных.

Продолжительность жизни листа. Листопад и его значение. Видоизменения листьев.

Понятие о размножении и воспроизведении растений. Формы размножения. Бесполое размножение.

Вегетативное размножение с помощью вегетативных органов, их видоизменений, его биологическое и хозяйственное значение.

Споровое размножение. Образование, строение и типы спор.

Сущность и биологическое значение полового размножения. Органы полового размножения у растений. Гамета. Зигота. Основные типы полового процесса.

Чередование и взаимосвязь полового и бесполого поколений в цикле развития растений. Понятие о спорофите и гаметофите и их эволюция.

4. Систематика растений

Задачи, разделы и методы систематики. Таксономические категории и таксоны. Учение о виде и его критериях. Правила наименования растений.

Общая характеристика растений. Возникновение тканей и органов. Эволюция морфологической структуры органов высших растений. Происхождение и взаимосвязь отделов растений.

Отдел Риниевидные. Происхождение и общая характеристика.

Отдел Моховидные. Происхождение, распространение и видовое многообразие моховидных. Классификация мхов. Особенности строения и размножения типичных представителей классов антоцеротовые, печеночники и листостебельные мхи. Соотношение гаметофита и спорофита в жизненном цикле. Значение мхов в природе в хозяйственной деятельности человека.

Отдел Плауновидные. Происхождение, распространение, видовое многообразие и классификация плаунов. Особенности строения и размножения равноспоровых плаунов на примере плауна булавовидного и разноспоровых – на примере селлагинеллы селлагинелловидной. Значение плауновидных. Охраняемые виды.

Отдел Хвощевидные. Происхождение, распространение, видовое многообразие и классификация хвощей. Особенности строения и размножения хвощей на примере хвоща полевого. Значение хвощевидных.

Отдел Папоротниковидные. Происхождение, распространение, видовое многообразие и классификация папоротников. Особенности строения и размножения равноспоровых и раз-

носпоровых папоротников. Значение папоротниковидных. Роль равноспоровых и разнospоровых папоротников в эволюции высших растений.

Отдел Голосеменные. Происхождение, распространение, видовое многообразие и классификация голосеменных. Особенности морфологического и анатомического строения вегетативных органов. Размножение. Микро- и мегаспорогенез, развитие гаметофитов на примере сосны обыкновенной. Оплодотворение. Развитие и строение семян.

Основные представители голосеменных в Беларуси, их значение в природе и народном хозяйстве. Охраняемые виды.

5. Репродуктивные органы Цветковых

Отдел Цветковые (Покрытосеменные) растения. Происхождение, время и место появления Цветковых. Морфологическое и анатомическое строение вегетативных органов, особенности строения репродуктивных органов. Отличия от голосеменных.

Цветок как орган семенного размножения. Понятие о цветке и теориях его происхождения. Морфологическая характеристика, функциональная роль и формирование частей цветка в онтогенезе. Разнообразие форм околоцветника. Обоеполые и однополые цветки. Составление формул и диаграмм цветков. Пути эволюции цветка.

Андроцей. Типы андроеца. Морфологическое и анатомическое строение тычинок. Микроспорогенез, формирование мужского гаметофита. Строение пыльца.

Гинецей. Понятие о плодolistиках. Типы гинецея. Филогенетическая связь апокарпного и ценокарпного (синкарпного, лизикарпного, паракарпного) гинецеев и типов плацентации. Морфологическое строение пестика. Способы расположения завязи на цветоложе. Анатомическое строение пестика. Строение и типы семязачатков. Мегаспорогенез, формирование и развитие женского гаметофита (зародышевого мешка).

Соцветия. Биологическое и диагностическое значение соцветий. Разнообразие моноподиальных и симподиальных соцветий.

Цветение растений. Растения монокарпические и поликарпические. Открытое (хазмогамное) и закрытое (клеистогамное) цветение.

Опыление. Сущность и биологическое значение самоопыления и перекрестного опыления. Приспособление к самоопылению (автогамия). Перекрестное опыление (ксеногамия и гейтоногамия). Приспособления к перекрестному опылению. Способы перекрестного опыления: энтомофилия, орнитофилия, анемофилия, гидрофилия. Сопреженность эволюции способов опыления и насекомых-опылителей. Влияние условий среды на опыление цветковых растений.

Двойное оплодотворение у покрытосеменных растений. Прорастание пыльца. Порогамия, халазогамия. Апомиксис. Разнообразие форм апомиксиса и его значение. Партенокарпия.

Плоды и семена. Образование и значение плодов. Строение околоплодника. Морфологическая классификация плодов. Соплодия. Значение и развитие семян. Образование эндосперма. Образование зародыша. Строение семян однодольных покрытосеменных на примере пшеницы и двудольных покрытосеменных на примере фасоли. Принципы классификации семян. Приспособления плодов и семян к распространению.

6. Систематика Цветковых

Методы филогенетической систематики. Деление цветковых на классы. Происхождение и важнейшие отличительные признаки классов двудольных и однодольных.

Класс Двудольные. Характеристика основных семейств и их представителей из класса двудольных. География распространения и видовое многообразие, особенности строения вегетативных и генеративных органов, родственные связи, специфические экологические особенности, значение в природе и хозяйственной деятельности человека, охраняемые виды следующих семейств и их представителей: Лютиковые, Розовые, Крыжовниковые, Бобовые, Льновые, Сельдерейные, Пасленовые, Яснотковые, Маревые, Гречишные, Гвоздичные, Капустные, Тыквенные, Астровые.

Класс Однодольные. Морфологические и анатомические особенности однодольных. Важнейшие пути эволюции однодольных. Характеристика основных семейств и их представителей из класса однодольных: Лилейные, Осоковые, Мятликовые. Значение однодольных в природе и хозяйственной деятельности человека. Охраняемые виды.

7. Фитоценология и география растений

Фитоценология – наука о растительных сообществах. Задачи и методы фитоценологии. Понятие о флоре, растительности и фитоценозе. Основные жизненные формы растений. Классификация жизненных форм растений.

Видовая структура фитоценоза. Доминантные, субдоминантные, викарирующие и редкие виды. Эдификаторы. Значение редких видов в структуре фитоценоза. Пограничный эффект видовой структуры фитоценоза. Пространственная структура фитоценоза. Горизонтальная (мозаичность) и вертикальная (ярусность) расчлененность фитоценоза. Экологическая структура фитоценоза. Классификации фитоценозов. Агрофитоценозы. Сохранение видового разнообразия фитоценозов.

Экология растений. Понятие о биотических и абиотических факторах среды и их влиянии на жизнь растений. Экологические группы растений по отношению к воде, свету, почве.

География растений. Ареалы растений. Понятие о флористических царствах, областях, провинциях. Понятие о флоре и растительности. Особенности флоры и растительности Беларуси. Красная книга Республики Беларусь, Растения.

Закрепление навыков определения растений флоры Беларуси, знакомство с растительными сообществами, овладение методикой и навыками гербаризации проводится во время летней учебной практики по ботанике.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Специальности

6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения

Форма получения высшего образования: ДНЕВНАЯ (полная)

№	Название раздела, темы	Всего аудиторных	в том числе			Форма контроля знаний	Иное
			лекции	лабораторные занятия	количество часов СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
	Введение	1	1				
1	Цитология	17	9	8	9		
1.1.	Ботаника как наука. Разделы и задачи ботаники. Значение растений. Основы цитологии. Особенности строения растительной клетки	4	1	2	1	Модуль 1, блок 1: тестирование	
1.2.	Протопласт: структура и свойства. Цитоплазма: химический состав, структура, свойства, функции. Пластиды.	4	2	2	2		
1.3.	Ядро: структура, свойства, функции. Хромосомно-ядрышковый комплекс. Понятие амитоз, митоз, мейоз.	2	2		2		
1.4.	Производные протопласта. Клеточная оболочка. Видоизменения клеточной оболочки.	2	2		2		
1.5.	Вакуоль. Химический состав клеточного сока. Запасные питательные и физиологически активные вещества растительной клетки.	6	2	4	2		
2	Гистология	18	8	10	7		
2.1.	Гистология. Понятие о тканях, их эволюция и классификация. Характеристика образовательных тканей.	2	2		1	Модуль 1, блок 2: тестирование	
2.2.	Характеристика покровных, механических и основных тканей.	8	2	6	2		
2.3.	Проводящие ткани и комплексы. Проводящие пучки.	4	2	2	2		
2.4.	Характеристика выделительных тканей.	4	2	2	2		
3	Органография и размножение растений	36	18	18	14		
3.1.	Органография. Понятие об органах растений. Общие закономерности строения растений: симметричность, полярность, метамерность.	2	2		2	Модуль 1, блок 3: тестирование	
3.2.	Корень. Классификация корней и корневых систем. Морфологическое и анатомическое строение корня.	6	2	4	1		
3.3.	Специализация и метаморфозы корней.	4	2	2	2		
3.4.	Побег и его морфологическое строение. Ветвление. Кущение злаков.	3	2	1	1		
3.5.	Стебель: строение, функции. Классификация стеблей. Особенности анатомического строения стеблей однодольных и двудольных растений	7	2	5	2		
3.6.	Подземные и надземные метаморфозы побега.	2	2		2		

1	2	3	4	5	6	7	8
3.7.	Лист: морфология, классификация, анатомия. Метаморфозы листа.	6	2	4	2		
3.8.	Понятие о воспроизведении и размножении растений. Типы размножения растений.	2	2		1		
3.9.	Понятие о жизненном цикле и чередовании поколений. Жизненные формы растений и их классификация.	4	2	2	1		
4	Систематика растений	18	6	12	6		
4.1.	Систематика: разделы, задачи, методы и значение. Таксономические единицы. Общая характеристика царства Растений.	2	2		2	Модуль 2, блок 1: тестирование	
4.2.	Характеристика отделов споровых растений: моховидные, плауновидные, хвощевидные, папоротниковидные.	10	2	8	2		
4.3.	Отдел Голосеменные: характеристика, систематика, распространение.	6	2	4	2		
5	Репродуктивные органы Цветковых	20	6	14	12		
5.1.	Отдел Цветковые: характеристика, происхождение, систематика, распространение.	1	1			Модуль 2, блок 2: тестирование	
5.2.	Цветок: теории происхождения, морфология. Соцветия.	5	1	4	2		
5.3.	Андроцей. Микроспорогенез и микрогаметогенез.	3	1	2	2		
5.4.	Гинецей. Семязачаток. Мегаспорогенез и мегагаметогенез.	3	1	2	2		
5.5.	Цветение, опыление и оплодотворение цветковых растений.	1	1		2		
5.6.	Развитие семян и плодов. Апомиксис. Партеокарпия. Строение и классификация плодов и семян.	7	1	6	4		
6	Систематика Цветковых	26	2	24	26		
6.1.	Сравнительная характеристика растений классов Однодольные и Двудольные.	1	1		2	Модуль 2, блок 3: устный опрос	
6.2.	Характеристика семейств класса Двудольные: Тыквенные и Льновые.	1	1		2		
6.3.	Характеристика семейств класса Двудольные: Лютиковые, Розовые, Бобовые, Капустные, Пасленовые	10		10	10		
6.4.	Характеристика семейств класса Двудольные: Сельде-рейные, Гречишные, Яснотковые и Астровые.	8		8	8		
6.5.	Характеристика семейств класса Однодольные: Лилейные и Мятликовые.	6		6	4		
7	Фитоценология и география растений	8	4	4	10		
7.1.	Фитоценология. Классификация и строение фитоцено-зов.	4	2	2	5	Модуль 3: контрольная работа	
7.2.	География растений. Понятие о флоре и растительно-сти. Ареал и его типы. Флора и растительность Бела-руси	4	2	2	5		
Всего		144	54	90	84	зачет, экзамен	

3.2. Специальности

6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения

Форма получения высшего образования: ДНЕВНАЯ (сокращенная)

№ п/п	Название раздела, темы	Всего аудиторных	в том числе			Форма контроля знаний	Иное
			лекции	лабораторные занятия	количество часов СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
	Введение	1	1				
1	Цитология	7	5	2	5		
1.1.	Ботаника как наука о растениях и растительном покрове земли. Разделы и методы ботаники. Роль растений в природе и жизни человека. Особенности растительной клетки. Структура клетки. Клеточная оболочка.	1	1		1	Модуль 1, блок 1: тестирование	
	Протопласт. Цитоплазма, свойства и функции цитоплазмы. Органоиды клетки. Клеточная оболочка.	2	2		2		
1.2.	Производные протопласта. Понятие о конституционных, физиологически активных и запасных питательных веществах, конечных продуктах обмена	4	2	2	2		
2	Гистология	10	4	6	4		
2.1.	Учение о тканях. Классификация тканей. Возникновение тканей в онтогенезе. Образовательные ткани.	2	2		2		
2.2.	Характеристика покровных, основных, механических и выделительных тканей. Проводящие ткани и проводящие пучки.	8	2	6	2		
3	Органография и размножение растений	20	10	10	9		
3.1.	Понятие об органах растений. Общие закономерности строения растений (полярность, симметричность, метамерность, полимерность) и взаимосвязь органов растений.	2	2		2	Модуль 1, блок 2: тестирование	
3.2.	Корень. Морфология и функции корня. Виды корней и типы корневых систем. Анатомия корня. Видоизменения корней.	4	2	2	2		
3.3.	Стебель. Морфология и функции типичного надземного стебля. Побег. Видоизменения побега. Анатомическое строение стебля однодольных растений. Анатомическое строение стебля двудольных травянистых и древесных растений.	6	2	4	2		
3.4.	Лист. Формации листьев. Морфология и функции листа. Видоизменения листа. Онтогенез листа. Листопад и его значение. Анатомическое строение листа.	4	2	2	2		
3.5.	Размножение растений. Бесполое (вегетативное) размножение. Половое размножение. Понятие о гаметофите, спорофите и чередовании поколений.	4	2	2	1		

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Систематика растений	4	4		4		
4.1.	Систематика как наука. Разделы и методы систематики. Таксоны и таксономические единицы. Классификация царства Растений. Характеристика отделов споровых растений.	2	2		2	Модуль 2, блок 1: Тестирование	
4.2.	Характеристика отделов семенных растений: Голосеменные, Цветковые.	2	2		2		
5	Репродуктивные органы Цветковых	12	4	8	6		
5.3.	Морфологическое строение цветка. Соцветия. Образование спор и гамет.	4	2	2	2		
5.4.	Андроцей. Гинецей.	2		2	2		
5.5.	Цветение, опыление и оплодотворение Цветковых. Апомиксис. Партенокарпия. Развитие плодов и семян. Строение и классификация плодов и семян.	6	2	4	2		
6	Систематика Цветковых	12	4	8	10		
6.1.	Характеристика семейств класса Двудольные: Розовые, Паслёновые и Тыквенные; Бобовые, Капустные, Астровые.	6	2	4	6	Модуль 2, блок 2: устный опрос	
6.2.	Характеристика семейств класса Однодольные: Лилейные, Мятликовые.	6	2	4	4		
7	Фитоценология и география растений	6	4	2	4		
7.1.	Основы фитоценологии. Сущность и структура фитоценоза. Типы фитоценозов и их наименование. Жизненные формы растений.	2	2		2	Модуль 3: контрол. работа	
7.2.	География растений. Флора и растительность Беларуси. Красная книга.	4	2	2	2		
Всего		72	36	36	42	экзамен	

3.3. Специальности

6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения

Форма получения высшего образования: ЗАОЧНАЯ (полная)

№ п/п	Название раздела, темы	Всего аудиторных	в том числе			Форма контроля знаний	Иное
			лекции	лабораторные занятия	количество ча- сов СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
	Введение				1		
1	Цитология	4	2	2	17		
1.1.	Ботаника как наука. Разделы и задачи ботаники. Значение растений. Основы цитологии. Особенности строения растительной клетки				1		
1.2.	Протопласт: структура и свойства. Цитоплазма: химический состав, структура, свойства, функции. Пластиды.	2	1	1	4		
1.3.	Ядро: структура, свойства, функции. Хромосомно-ядрышковый комплекс. Понятие амитоз, митоз, мейоз.				4		
1.4.	Производные протопласта. Клеточная стенка. Видоизменения клеточной стенки.	1	1		6		
1.5.	Вакуоль. Химический состав клеточного сока. Запасные питательные и физиологически активные вещества растительной клетки.	1		1	2		
2	Гистология	4	2	2	14		
2.1.	Гистология. Понятие о тканях, их эволюция и классификация. Характеристика образовательных тканей.	1	1		2		
2.2.	Характеристика покровных, механических и основных тканей.	2		2	4		
2.3.	Проводящие ткани и комплексы. Проводящие пучки.	1	1		4		
2.4.	Характеристика выделительных тканей.				4		
3	Органография и размножение растений	8	2	6	56		
3.1.	Органография. Понятие об органах растений. Общие закономерности строения растений: симметричность, полярность, метамерность.	1	1		8		
3.2.	Корень. Классификация корней и корневых систем. Морфологическое и анатомическое строение корня.	2		2	6		
3.3.	Специализация и метаморфозы корней.				8		
3.4.	Побег и его морфологическое строение. Ветвление. Кушчение злаков.				6		
3.5.	Стебель: строение, функции. Классификация стеблей. Особенности анатомического строения стеблей однодольных и двудольных растений	2		2	6		
3.6.	Подземные и надземные метаморфозы побега.	1	1		8		
3.7.	Лист: морфология, классификация, анатомия. Метаморфозы листа.	2		2	4		
3.8.	Понятие о воспроизведении и размножении растений. Типы размножения растений.				6		

1	2	3	4	5	6	7	8
3.9.	Понятие о жизненном цикле и чередовании поколений. Жизненные формы растений и их классификация.				4		
4	Систематика растений	2	2		28		
4.1.	Систематика: разделы, задачи, методы и значение. Таксономические единицы. Общая характеристика царства Растений.				8		
4.2.	Характеристика отделов споровых растений: моховидные, плауновидные, хвощевидные, папоротниковидные.	1	1		12		
4.3.	Отдел Голосеменные: характеристика, систематика, распространение.	1	1		8		
5	Репродуктивные органы Цветковых	8	2	6	34		
5.1.	Отдел Покрытосеменные: характеристика, происхождение, систематика, распространение.				4		
5.2.	Цветок: теории происхождения, морфология. Соцветия.	2		2	8		
5.3.	Андроцей. Гинецей. Образование спор и гамет.	3	1	2	8		
5.5.	Цветение, опыление и оплодотворение цветковых растений.	1	1		6		
5.6.	Развитие семян и плодов. Апомиксис. Партекарпия. Строение и классификация плодов и семян.	2		2	8		
6	Систематика Цветковых	5	1	4	36		
6.1.	Сравнительная характеристика растений классов Однодольные и Двудольные.	1	1		4		
6.2.	Характеристика семейств класса Двудольные: Розовые, Бобовые, Капустные, Пасленовые, Тыквенные, Льновые, Сельдерейные, Гречишные, Яснотковые и Астровые.	3		3	26		
6.5.	Характеристика семейств класса Однодольные: Лилейные и Мятликовые.	1		1	6		
7	Фитоценология и география растений	1	1		10		
7.1.	Фитоценология. Классификация и строение фитоценозов.	1	1		5		
7.2.	География растений. Понятие о флоре и растительности. Ареал и его типы. Флора и растительность Беларуси				5		
Всего		32	12	20	196	зачет, экзамен	

3.4. Специальности

6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения

Форма получения высшего образования: ЗАОЧНАЯ (сокращенная)

№ п/п	Название раздела, темы	Всего аудиторных	в том числе			Форма контроля знаний	Иное
			лекции	лабораторные занятия	количество часов СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
	Введение				1		
1	Цитология	1	1		13		
1.1.	Ботаника как наука о растениях и растительном покрове земли. Разделы и методы ботаники. Роль растений в природе и жизни человека. Особенности растительной клетки. Структура клетки. Клеточная оболочка.				1		
1.2.	Протопласт. Цитоплазма, свойства и функции цитоплазмы. Органоиды клетки. Клеточная оболочка.	1	1		6		
1.3.	Производные протопласта. Понятие о конституционных, физиологически активных и запасных питательных веществах, конечных продуктах обмена				6		
2	Гистология	3	1	2	8		
2.3.	Учение о тканях. Классификация тканей. Возникновение тканей в онтогенезе. Образовательные ткани.	1	1		2		
2.4.	Характеристика покровных, основных, механических и выделительных тканей. Проводящие ткани и проводящие пучки.	2		2	6		
3	Органография и размножение растений	5	3	2	22		
3.1.	Понятие об органах растений. Общие закономерности строения растений (полярность, симметричность, метамерность, полимерность) и взаимосвязь органов растений.	1	1		4		
3.2.	Корень. Морфология и функции корня. Виды корней и типы корневых систем. Анатомия корня. Видоизменения корней.	1		1	5		
3.3.	Стебель. Морфология и функции типичного надземного стебля. Побег. Видоизменения побега. Анатомическое строение стебля однодольных растений. Анатомическое строение стебля двудольных травянистых и древесных растений.	1	1		5		
3.4.	Лист. Формации листьев. Морфология и функции листа. Видоизменения листа. Онтогенез листа. Листопад и его значение. Анатомическое строение листа.	1		1	4		
3.5.	Размножение растений. Бесполое (вегетативное) размножение. Половое размножение. Понятие о гаметофите, спорофите и чередовании поколений.	1	1		4		

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Систематика растений	2	2		8		
4.1.	Систематика как наука. Разделы и методы систематики. Таксоны и таксономические единицы. Классификация царства Растений. Характеристика отделов споровых растений.	1	1		4		
4.2.	Характеристика отделов семенных растений: Голосеменные, Покрытосеменные.	1	1		4		
5	Репродуктивные органы Цветковых	4	2	2	14		
5.3.	Морфологическое строение цветка. Соцветия. Образование спор и гамет.	1		1	4		
5.4.	Андроцей. Гинецей.	1	1		4		
5.5.	Цветение, опыление и оплодотворение Покрытосеменных. Апомиксис. Партекарпия. Развитие плодов и семян. Строение и классификация плодов и семян.	2	1	1	6		
6	Систематика Цветковых	4	2	2	22		
6.1.	Характеристика семейств класса Двудольные: Розовые, Паслёновые и Тыквенные; Бобовые, Капустные, Астровые.	3	1	2	16		
6.2.	Характеристика семейств класса Однодольные: Лилейные, Мятликовые.	1	1		6		
7	Фитоценология и география растений	1	1		10		
7.1.	Основы фитоценологии. Сущность и структура фитоценоза. Типы фитоценозов и их наименование. Жизненные формы растений.	1	1		5		
7.2.	География растений. Флора и растительность Беларуси. Красная книга.				5		
Всего		16	8	8	98	экзамен	

3.5. Специальности 6-05-0811-05 Защита растений и карантин
 Форма получения высшего образования: ДНЕВНАЯ (полная)

№ п/п	Название раздела, темы	Всего аудиторных	в том числе			Форма контроля знаний	Иное
			лекции	лабораторные занятия	количество ча- сов СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
	Введение						
1	Цитология	18	10	8	9		
1.1.	Введение. Ботаника как наука. Разделы и задачи ботаники. Значение растений. Основы цитологии. Особенности строения растительной клетки	4	2	2	1	Модуль 1, блок 1: тестирование	
1.2.	Протопласт: структура и свойства. Цитоплазма: химический состав, структура, свойства, функции. Пластиды.	4	2	2	2		
1.3.	Ядро: структура, свойства, функции. Хромосомно-ядрышковый комплекс. Понятие амитоз, митоз, мейоз.	2	2		2		
1.4.	Производные протопласта. Клеточная оболочка. Видоизменения клеточной оболочки.	2	2		2		
1.5.	Вакуоль. Химический состав клеточного сока. Запасные питательные и физиологически активные вещества растительной клетки.	6	2	4	2		
2	Гистология	16	8	8	7		
2.1.	Гистология. Понятие о тканях, их эволюция и классификация. Характеристика образовательных тканей.	2	2		1	Модуль 1, блок 2: тестирование	
2.2.	Характеристика покровных, механических и основных тканей.	6	2	4	2		
2.3.	Проводящие ткани и комплексы. Проводящие пучки.	4	2	2	2		
2.4.	Характеристика выделительных тканей.	4	2	2	2		
3	Органография и размножение растений	28	14	14	16		
3.1.	Органография. Понятие об органах растений. Общие закономерности строения растений: симметричность, полярность, метамерность.	2	2		2	Модуль 1, блок 3: тестирование	
3.2.	Корень. Классификация корней и корневых систем. Морфологическое и анатомическое строение корня.	4	2	2	1		
3.3.	Специализация и метаморфозы корней.	4	2	2	2		
3.4.	Побег и его морфологическое строение. Ветвление. Кущение злаков.	3	2	1	2		
3.5.	Стебель: строение, функции. Классификация стеблей. Особенности анатомического строения стеблей однодольных и двудольных растений	4	1	3	1		
3.6.	Подземные и надземные метаморфозы побега.	2	2		2		
3.7.	Лист: морфология, классификация, анатомия. Метаморфозы листа.	5	1	4	2		
3.8.	Понятие о воспроизведении и размножении растений. Типы размножения растений.	1	1		2		

1	2	3	4	5	6	7	8
3.9.	Понятие о жизненном цикле и чередовании поколений. Жизненные формы растений и их классификация.	3	1	2	2		
4	Систематика растений	14	6	8	8		
4.1.	Систематика: разделы, задачи, методы и значение. Таксономические единицы. Общая характеристика царства Растений.	2	2		2	Модуль 1: тестирование	
4.2.	Характеристика отделов споровых растений: моховидные, плауновидные, хвощевидные, папоротниковидные.	6	2	4	4		
4.3.	Отдел Голосеменные: характеристика, систематика, распространение.	6	2	4	2		
5	Репродуктивные органы Цветковых	20	8	12	14		
5.1.	Отдел Цветковые: характеристика, происхождение, систематика, распространение.	1	1			Модуль 2: тестирование	
5.2.	Цветок: теории происхождения, морфология. Соцветия.	5	1	4	2		
5.3.	Андроцей. Микроспорогенез и микрогаметогенез.	2	1	1	3		
5.4.	Гинецей. Семязачаток. Мегаспорогенез и мегагаметогенез.	3	2	1	3		
5.5.	Цветение, опыление и оплодотворение цветковых растений.	2	2		2		
5.6.	Развитие семян и плодов. Апомиксис. Партеокарпия. Строение и классификация плодов и семян.	7	1	6	4		
6	Систематика Цветковых	24	4	20	26		
6.1.	Сравнительная характеристика растений классов Однодольные и Двудольные.	1	1		2	Модуль 2, блок 3: устный опрос	
6.2.	Характеристика семейств класса Двудольные: Тыквенные, Льновые, Пасленовые, Гречишные	3	3		2		
6.3.	Характеристика семейств класса Двудольные: Лютиковые, Розовые, Бобовые, Капустные	8		8	10		
6.4.	Характеристика семейств класса Двудольные: Сельдерейные, Яснотковые, Астровые.	6		6	8		
6.5.	Характеристика семейств класса Однодольные: Лилейные и Мятликовые.	6		6	4		
7	Фитоценология и география растений	6	4	2	10		
7.1.	Фитоценология. Классификация и строение фитоценозов.	2	2		5	Модуль 3: контр. работа	
7.2.	География растений. Понятие о флоре и растительности. Ареал и его типы. Флора и растительность Беларуси	4	2	2	5		
Всего		126	54	72	90	экзамен	

IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Литература

Основная литература

1. Лазаревич, С. В. Ботаника: учебник / С. В. Лазаревич. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 496 с.
2. Лазаревич, С. В. Ботаника: учебное пособие / С. В. Лазаревич. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – 480 с.
3. Порхунцова, О. А. Ботаника. Цитология. Гистология: учеб.-метод. пособие / О. А. Порхунцова. – Горки: УО БГСХА, 2021. – 85 с.

Дополнительная литература

1. Андреева, И. И. Ботаника: учебник / И. И. Андреева, Л. С. Родман. – М.: Колос, 2007. – 528 с.
2. Бавтуто, Г. А. Атлас по анатомии растений: учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремич, М. П. Жигар. – Минск: Ураджай, 2001. – 146 с.
3. Бавтуто, Г. А. Учебно-полевая практика по ботанике / Г. А. Бавтуто. – Минск: Вышэйш. шк., 1990. – 269 с.
4. Ботаника. Вегетативные органы покрытосеменных растений: учеб.-метод. пособие / О. А. Порхунцова [и др.]. – Горки: БГСХА, 2012. – 90 с.
5. Ботаника: Морфология и анатомия растений: учеб. пособие / А. Е. Васильев [и др.]. – М.: Просвещение, 1988. – 480 с.
6. Ботаническая география с основами экологии растений / В. Г. Хржановский [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986. – 255 с.
7. Жизнь растений: 6 т. / гл. ред. А. А. Федоров. – М.: Просвещение, 1974.
8. Жуковский, П. М. Ботаника: учебник / П. М. Жуковский. – М.: Колос, 1982. – 623 с.
9. Еленевский, А. Г. Ботаника высших, или наземных, растений / А. Г. Еленевский, М. П. Соловьева, В. Н. Тихомиров. – М.: Академия, 2000. – 432 с.
10. Лазаревич, С. В. Гистология: курс лекций / С. В. Лазаревич. – Горки: БГСХА 2007. – 46 с.
11. Лазаревич, С. В. Систематика Покрытосеменных: курс лекций / С. В. Лазаревич. – Горки: БГСХА, 2007. – 76 с.
12. Лазаревич, С. В. Цитология: курс лекций / С. В. Лазаревич. – Горки: БГСХА, 2010. – 66 с.
13. Лемеза, Н. А. Геоботаника: Учебная практика: учеб. пособие / Н. А. Лемеза, М. А. Джус. – Минск: Выш. шк., 2008. – 255 с.
14. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
15. Порхунцова, О. А. Ботаника. Репродуктивные органы покрытосеменных растений: учеб.-метод. пособие / О. А. Порхунцова, Н. А. Дуктова, О. А. Цыркунова – Горки: БГСХА, 2013. – 72 с.
16. Порхунцова, О. А. Ботаника. Систематика архегонияльных растений / О. А. Порхунцова, Т. В. Сачивко, М. В. Сандалова. – Горки: БГСХА, 2022. – 51 с.
17. Родман, Л. С. Ботаника с основами географии растений: учеб. пособие / Л. С. Родман. – М.: КолосС, 2006. – 397 с.
18. Суворов, В. В. Ботаника с основами геоботаники / В. В. Суворов, И. Н. Воронова. – Л.: Колос, 1979. – 560 с.
19. Хржановский, В. Г. Практикум по курсу общей ботаники : учеб. пособие / В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко. – М.: Агропромиздат, 1989. – 416 с.

4.2. Методы (технологии) обучения

В процессе освоения учебной дисциплины используется модульно-рейтинговая технология.

Основными методами являются:

- элементы проблемного обучения учебной дисциплины, реализуемые на лекционных занятиях и при самостоятельной работе;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на лабораторных занятиях, при самостоятельной работе.

4.3. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов является важным составляющим компонентом учебной деятельности студентов по учебной дисциплине «Ботаника».

Самостоятельная работа студентов по данной учебной дисциплине организуется в соответствии с Положением о самостоятельной работе студентов, утвержденным Министерством образования Республики Беларусь, требованиями образовательного стандарта, Положением о самостоятельной работе, разработанным и утвержденным учреждением высшего образования, и другими документами учреждения высшего образования по организации, выполнению и контролю самостоятельной работы студентов.

При организации самостоятельной работы студентов, кроме использования при изучении лекционных материалов (включая электронные и бумажные тексты лекций), учебников, учебно-методических пособий, реализуются следующие формы самостоятельной работы: подготовка рефератов и (или) презентации по темам, выносимым на самостоятельное изучение.

4.4 Перечень рекомендуемых средств диагностики

Для оценки учебных достижений студента в приобретении компетенций рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- тестирование;
- устный опрос
- проведение текущих (контрольных) опросов;
- защита выполненных лабораторных работ;
- сдача модулей (блоков);
- сдача зачета, экзамена.

4.5. Примерный перечень лабораторных занятий.

специальности 6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения (дневная полная форма получения образования)

1. Устройство микроскопа, правила работы с ним. Изучение строения растительной клетки.
2. Пластиды: хлоропласты, лейкопласты, хромопласты (строение, функции, размещение).
3. Запасные питательные вещества: углеводы, белки, жиры.
4. Модуль 1, блок Цитология
5. Покровные ткани. Эпидерма, строение устьица. Эпидлема. Пробка, комплекс перидермы. Корка.

6. Основные ткани: ассимиляционная и ее типы, запасаящая, водозапасающая, воздухоносная.
7. Механические ткани: колленхима и ее типы, склеренхима (типы волокон), склереиды.
8. Проводящие ткани: трахеиды, сосуды, ситовидные трубки. Проводящие пучки.
9. Модуль 1, блок Гистология
10. Корень. Зоны корня. Первичное анатомическое строение корня.
11. Корень. Переход ко вторичному строению и вторичное анатомическое строение корня.
12. Морфологическое и анатомическое строение корнеплодов.
13. Стебель. Типы ветвления побегов. Кущение злаков. Первичное анатомическое строение стеблей однодольных растений.
14. Стебель. Вторичное анатомическое строение стеблей травянистых двудольных растений (пучковый, непучковый, переходный).
15. Стебель. Строение стеблей древесных растений.
16. Лист. Морфологические части листа. Типы жилкования. Классификации простых и сложных листьев.
17. Анатомическое строение листа.
18. Модуль 1, блок Органография и размножение растений.
19. Отдел Моховидные: мох лен кукушкин лен, мох сфагнум
20. Отдел Плауновидные: плаун булавовидный, селлагинелла
21. Отдел Хвощевидные: хвощ полевой
22. Отдел Папоротниковидные: щитовник мужской, сальвиния плавающая.
23. Отдел Голосеменные: сосна обыкновенная
24. Модуль 2, блок Систематика растений. Археогониальные растения.
25. Цветок и его морфологическое строение. Формула цветка.
26. Андроцей. Строение тычинки и пыльника. Типы андрогнея.
27. Гинецей, строение пестика. Типы завязи. Типы гинецея.
28. Соцветия и их классификация.
29. Строение семян Цветковых. Типы семян.
30. Плод. Строение и классификация плодов.
31. Модуль 2, блок Репродуктивные органы Цветковых.
32. Методика определения растений. Семейство Лютиковые.
33. Семейство Розовые.
34. Семейство Бобовые.
35. Семейство Капустные.
36. Семейство Сельдерейные.
37. Семейство Яснотковые.
38. Семейство Астровые
39. Семейство Пасленовые
40. Семейство Гречишные
41. Семейства класса Двудольные.
42. Семейство Лилейные
43. Семейство Мятликовые
44. Модуль 2, блок Систематика Цветковых.
45. Модуль 3 Фитоценология и география растений.

специальности 6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения (дневная сокращенная форма получения образования)

1. Устройство микроскопа и техника работы с ним. Изучение строения растительной клетки. Запасные питательные вещества клетки

2. Покровные ткани.
3. Проводящие ткани и проводящие пучки.
4. Текущий контроль знаний: модуль 1, блок 1 Цитология и гистология.
5. Корень. Корневые системы. Морфология и анатомическое строение корня. Корнеплоды.
6. Морфология побега. Ветвление, кущение. Первичное анатомическое строение стебля (пшеница, кукуруза).
7. Вторичное анатомическое строение стеблей двудольных травянистых и древесных растений.
8. Лист. Морфологическое и анатомическое строение листа.
9. Модуль 1, блок 2 Органография и размножение растений.
10. Цветок. Морфология цветка. Соцветия.
11. Андроцей и гинецей.
12. Плоды и семена. Строение, разнообразие и классификация плодов и семян.
13. Модуль 2 по блоку 1 Систематика растений. Репродуктивные органы Цветковых.
14. Характеристика семейств Бобовые, Капустные.
15. Характеристика семейства Астровые.
16. Характеристика семейства Мятликовые.
17. Модуль 2 по блоку 2 Систематика Цветковых.
18. Модуль 3 по блоку 1 Фитоценология и география растений.

специальности 6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения (заочная полная форма получения образования)

1. Устройство микроскопа, правила работы с ним. Изучение строения растительной клетки. Пластиды. Запасные питательные вещества.
2. Ткани. Покровные, основные и механические ткани.
3. Корень. Зоны корня. Анатомическое строение корня двудольных растений. Корнеплоды.
4. Стебель. Типы ветвления побегов. Кущение злаков. Анатомическое строение стеблей однодольных и двудольных растений.
5. Лист. Морфологические части листа. Типы жилкования. Классификации простых и сложных листьев.
6. Цветок и его морфологическое строение. Соцветия.
7. Андроцей и гинецей.
8. Строение семян Цветковых. Типы семян. Плод. Строение и классификация плодов.
9. Характеристика растений семейств Бобовые, Розовые, Капустные, Пасленовые.
10. Характеристика растений семейств Сельдерейные, Астровые, Лилейные, Мятликовые.

специальности 6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения (заочная сокращенная форма получения образования)

1. Устройство микроскопа и техника работы с ним. Постоянные ткани растений.
2. Корень. Корневые системы. Корнеплоды. Стебель. Лист. Морфологическое строение листа
3. Цветок. Морфология цветка. Соцветия. Плоды и семена.
4. Характеристика семейств классов Двудольные (Бобовые, Капустные, Розовые) и Однодольные (Мятликовые).

специальности 6-05-0811-05 Защита растений и карантин (дневная форма получения образования)

1. Устройство микроскопа, правила работы с ним. Изучение строения растительной клетки.
2. Пластиды: хлоропласты, лейкопласты, хромопласты (строение, функции, размещение).
3. Запасные питательные вещества: углеводы, белки, жиры.
4. Модуль 1, блок Цитология.
5. Покровные ткани. Эпидерма, строение устьица. Эпиблема. Пробка, комплекс перидермы. Корка.
6. Основные ткани: ассимиляционная и ее типы, запасаящая, водозапасающая, воздухоносная. Механические ткани: колленхима и ее типы, склеренхима (типы волокон), склереиды.
7. Проводящие ткани: трахеиды, сосуды, ситовидные трубки. Проводящие пучки.
8. Модуль 1, блок Гистология.
9. Корень. Зоны корня. Анатомическое строение корня.
10. Морфологическое и анатомическое строение корнеплодов.
11. Стебель. Типы ветвления побегов. Кущение злаков. Первичное анатомическое строение стеблей однодольных растений.
12. Стебель. Вторичное анатомическое строение стеблей (в т.ч. древесных растений).
13. Лист. Морфологические части листа. Типы жилкования. Классификации простых и сложных листьев.
14. Анатомическое строение листа.
15. Модуль 1, блок Органография и размножение растений.
16. Отдел Моховидные: мох сфагнум; Плауновидные: плаун булавовидный;
17. Хвощевидные: хвощ полевой; Папоротниковидные: щитовник мужской.
18. Отдел Голосеменные: сосна обыкновенная.
19. Модуль 2, блок Систематика растений. Археогониальные растения.
20. Цветок и его морфологическое строение. Формула цветка.
21. Андроцей. Строение тычинки и пыльника. Типы андроцея. Гинецей, строение пестика. Типы завязи. Типы гинецея.
22. Соцветия и их классификация.
23. Строение семян Цветковых. Типы семян.
24. Плод. Строение и классификация плодов.
25. Модуль 2, блок Репродуктивные органы Цветковых.
26. Методика определения растений. Семейство Лютиковые.
27. Семейство Розовые.
28. Семейство Бобовые.
29. Семейство Капустные.
30. Семейство Сельдерейные.
31. Семейство Яснотковые.
32. Семейство Астровые
33. Семейство Лилейные
34. Семейство Мятликовые
35. Модуль 2, блок Систематика Цветковых.
36. Модуль 3 Фитоценология и география растений.

4.6. Оборудование и наглядные пособия.

1.	Микроскопы оптические.
2.	Стекла предметные и покровные.
3.	Иглы препаравальные, пинцеты, лезвия безопасной бритвы.
4.	Микропрепараты клеток, тканей, органов растений

5.	Раздаточный материал вегетативных и генеративных органов
6.	Учебный гербарий по семействам покрытосеменных растений
7.	Демонстрационный гербарий растений
8.	Таблицы, плакаты, схемы, графики, рисунки.
9.	Учебные видеофильмы
10.	Слайды
11.	Видеопроектор, компьютерные презентации
12.	Компьютерный класс

V. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учреждений высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Генетика	Селекции и генетики	Предложений об изменениях нет зав. каф. Г.И. Витко	
Физиология и биохимия растений	Ботаники и физиологии растений	Предложений об изменениях нет зав. каф. О.А. Порхунцова	
Фитопатология	Защиты растений и карантина	Предложений об изменениях нет зав. каф. Л.Г. Коготько	

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на _2024/2025 учебный год

№	Дополнения и изменения	Основание
	Дополнить список основной литературы: Ботаника. Систематика цветковых растений / СВ лазаревич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – 96 с.	Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины
	Дополнить программное обеспечение: Ботаника. Примерная учебная программа по учебной дисциплине для специальностей 6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения, 6-05-0811-05 Защита растений и карантин	Регист. № 6-05-08-008/пр. от 20.05.2024

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
(протокол № 10 от 28.06.2024 г.)

Заведующий кафедрой
Биологии растений и химии

О.А. Порхунцова

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
агротехнологического

Н.А. Дуктова_____