

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

# **БОТАНИКА**

*Учебное пособие*

*для студентов биологического факультета*

Саратов 2020

УДК 581

ББК 28.5

**Буланый Ю.И., Архипова Е.А., Степанов М.В.**

Ботаника: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавриата 44.03.01 Педагогическое образование (профиль "Биология") биологического факультета по дисциплине "Ботаника" – Саратов: Амрита, 2020. – 104 с.

ISBN 978-5-00140-706-5

Учебное пособие содержит краткий теоретический материал и подробное описание хода занятий, инструкции по приготовлению микропрепаратов, перечень терминов к занятиям.

Для студентов бакалавриата 44.03.01 Педагогическое образование (профиль "Биология") биологического факультета. Может быть полезно учителям школ, преподавателям лицеев и гимназий.

Рецензенты:

кафедра ботаники и экологии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского; кандидат биологических наук, доцент О.В. Синичкина

*Печатается по рекомендации учебно-методической комиссии и по решению  
учёного совета биологического факультета  
Саратовского государственного университета*

УДК 581

ББК 28.5

ISBN 978-5-00140-706-5 © Ю.И. Буланый, Е.А. Архипова, М.В. Степанов,  
2020

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О КЛЕТКЕ .....	7
ЗАНЯТИЕ 1.1. УСТРОЙСТВО МИКРОСКОПА. СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ.....	9
ЗАНЯТИЕ 1.2. ПЛАСТИДЫ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ. ПЛАЗМОЛИЗ И ДЕПЛАЗМОЛИЗ .....	10
ЗАНЯТИЕ 1.3. ВКЛЮЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ .....	12
ЗАНЯТИЕ 1.4. КЛЕТОЧНАЯ ОБОЛОЧКА И ЕЁ ВИДОИЗМЕНЕНИЯ.....	14
2. ТКАНИ .....	16
ЗАНЯТИЕ 2.1. ВЕРХУШЕЧНЫЕ МЕРИСТЕМЫ.....	18
ЗАНЯТИЕ 2.2. ПЕРВИЧНАЯ ПОКРОВНАЯ ТКАНЬ – ЭПИДЕРМА.....	19
ЗАНЯТИЕ 2.3. ВТОРИЧНАЯ И ТРЕТИЧНАЯ ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ - ПЕРИДЕРМА КОРКА .....	21
ЗАНЯТИЕ 2.4. МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ .....	22
ЗАНЯТИЕ 2.5. ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ – КСИЛЕМА И ФЛОЭМА.....	23
ЗАНЯТИЕ 2.6. ПРОВОДЯЩИЕ ПУЧКИ .....	25
ТЕМА 3. СЕМЯ И ПРОРОСТОК .....	26
ЗАНЯТИЕ 3.1. СТРОЕНИЕ СЕМЯН И ПРОРОСТКОВ ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ.....	29
ЗАНЯТИЕ 3.2. СТРОЕНИЕ СЕМЯН И ПРОРОСТКОВ ОДНОДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ.....	31
ТЕМА 4. КОРЕНЬ .....	32
ЗАНЯТИЕ 4.1. ПЕРИЧНОЕ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ....	35
ЗАНЯТИЕ 4.2 ВТОРИЧНОЕ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ. МЕТАМОРФОЗЫ КОРНЯ .....	37
ТЕМА 5. ПОБЕГ .....	38
ЗАНЯТИЕ 5.1 МОРФОЛОГИЯ ПОБЕГА. СТРОЕНИЕ ПОЧКИ. ЛИСТОРАСПОЛОЖЕНИЕ.....	45
ЗАНЯТИЕ 5.2. ВЕТВЛЕНИЕ И НАРАСТАНИЕ ПОБЕГОВ. КУЩЕНИЕ ЗЛАКОВ .....	47
ЗАНЯТИЕ 5.3. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ .....	48
ЗАНЯТИЕ 5.4. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ОДНОДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ .....	50
ЗАНЯТИЕ 5.5. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ.....	51
ЗАНЯТИЕ 5.6. МЕТАМОРФОЗ ПОБЕГА.....	52
ТЕМА 6. ЛИСТ.....	55

ЗАНЯТИЕ 6.1 МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА.....	61
ЗАНЯТИЕ 6.2. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА.....	64
ТЕМА 7. ЦВЕТОК.....	65
ЗАНЯТИЕ 7. СТРОЕНИЕ И РАЗНООБРАЗИЕ ЦВЕТКОВ .....	71
ТЕМА 8. СОЦВЕТИЕ .....	74
ЗАНЯТИЕ 8. СОЦВЕТИЯ .....	77
ТЕМА 9. ПЛОД .....	78
ЗАНЯТИЕ 9. ПЛОДЫ .....	84
ТЕМА 10. ВОДОРΟΣЛИ.....	85
ЗАНЯТИЕ 10. РАЗНООБРАЗИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ.....	89
ТЕМА 11. ГРИБЫ .....	91
ЗАНЯТИЕ 11. РАЗНООБРАЗИЕ ГРИБОВ.....	93
ТЕМА 12 ЛИШАЙНИКИ.....	94
ЗАНЯТИЕ 12. РАЗНООБРАЗИЕ ЛИШАЙНИКОВ .....	96
ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	98
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	104

## ВВЕДЕНИЕ

"Ботаника есть естественная наука, которая учит познанию растений"\*.

Такое определение ботаники – необходимое и достаточное – дано выдающимся шведским ученым Карлом Линнеем (1707–1778 гг.). В сферу ботаники входят изучение строения и функций растений, их происхождения, эволюции, классификации, взаимоотношений друг с другом и средой обитания, представления об образуемых растениями сообществах, расселении на Земном шаре, использовании и охране.

Конечно, уже первобытный человек обладал первоначальными знаниями о растениях, необходимыми для его существования. Это понятно, поскольку его жизнь зависела от знаний о съедобных, ядовитых, целебных растениях и полезных для скота. Обширнейшими сведениями о растениях, особенно сельскохозяйственных и лекарственных, располагали культуры Индии, Финикии, страны древнего Египта и Месопотамии. Не случайно первый "травник на камне" был создан в знаменитом храме в Карнаке фараоном новой египетской династии Тутмосом III.

Но основы ботаники как научной дисциплины были заложены в античное время Теофрастом (371-286 гг. до н.э.) – любимым и выдающимся учеником великого древнегреческого мыслителя Аристотеля (384-322 гг. до н. э.). Титул "отца ботаники" Теофраст заслужил потому, что его интересовали не только применение растений в хозяйстве и медицине, он исследовал строение и физиологические отправления растений, их распространение, влияние на них почвы и климата. Теофрасту принадлежит и первая классификация растений, хотя и весьма наивная с позиций XX века.

В процессе исторического развития в ботанике появились разные методы изучения растений. Чем более расширялись представления о растениях, тем более дифференцировались научные дисциплины, составляющие ботанику как одну из самых разветвленных естественных наук: морфология в широком понимании, палеоботаника, физиология, биохимия растений, систематика, гео-

графия, экология растений, геоботаника, палиноморфология, изучающая структуру пыльцевых зерен, и т.д.

*Метаморфоз* – генетически закрепленное видоизменение органа растения в зависимости от выполняемых функций

Органы, имеющие различный вид и строение, и выполняющие различные функции, но произошедшие, образовавшиеся из одной исходной формы, называют *гомологичными* и гомологами.

Органы или части их, выполняющие одинаковую функцию и имеющие сходный внешний вид, но различной морфологической природы (эволюционно произошли от различных основных органов, структур), называются *аналогичными*.

Если растения из разных, не близких по своему происхождению систематических групп под влиянием сходных условий обитания принимают внешнее сходство, то такое явление называется *конвергенцией* (схождение). Это понятие применяют и для отдельных органов (аналогичные органы – это результат конвергентной эволюции).

Иногда же близкородственные растения в различных условиях среды отличаются по внешнему и внутреннему строению. Такое явление называется *дивергенцией* (расхождение) признаков. Например: сосна на песчаной почве и на болоте.

У каждого вида наряду с примитивными, или архаичными, признаками можно найти и прогрессивные. Явление, когда у одного и того же вида сочетаются признаки различных эволюционных уровней (примитивные и продвинутые) называется *гетеробатмией*.

У многих растений наблюдается наследственно закреплённое явление *редукции* тех или иных органов, когда они в ходе филогенеза потерпели обратное развитие, из хорошо развитых и сложно устроенных, стали недоразвитыми, потеряли свои функции. Если налицо полная утрата органов, то такое явление носит название *абортирования*. Причиной редукции органа может быть его не-

нужность или недостаток питания, или необходимость уменьшить транспирацию или ряд других причин.

Иногда у растения появляются признаки, не свойственные данному виду, но имевшиеся у его далёких предков. Такое явление носит название *атавизма*.

Плоскость *симметрии* делит растение на две зеркально подобные части. В зависимости от того, сколько плоскостей симметрии можно провести через растение или его часть, различают следующие типы симметрии. Если через орган растения можно провести только одну плоскость симметрии, то такое строение называется *моносимметричным*. Цветки в таких случаях называют *неправильными*, или *зигоморфными*.

Если через ось растения или какой-либо другой его орган можно провести две плоскости симметрии, то растение называется *бисимметричным*, или *билатеральным*. Если через растение или его орган можно провести несколько осей симметрии, то такое строение называется *полисимметричным*, или *радиальным*. Цветки в таких случаях называют *правильными*, или *актиноморфными*. Есть *ассимметричные органы*, т.е. лишенные всяких плоскостей симметрии.

В заключение необходимо отметить, что ботаника как фундаментальная дисциплина абсолютно необходима для решения разнообразных практических задач: медицинских, лесохозяйственных, природоохранных и многих других.

## **1. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О КЛЕТКЕ**

В большинстве растительных клеток, различают три основные части: более или менее жесткую и прочную углеводную оболочку, одевающую клетку снаружи; протопласт – живое содержимое клетки, – прижатый в виде довольно тонкого постенного слоя к оболочке и вакуоль – пространство в центральной части клетки, заполненное в типичном случае водянистым содержимым – клеточным соком.

Клеточная оболочка и вакуоль являются продуктами жизнедеятельности протопласта и образуются им на определённых этапах развития клетки. В протопласте и в клеточном соке (редко в оболочке) могут встречаться различные

оформленные частицы – включения (кристаллы, крахмальные зёрна, капли масла и др.). Протопласт представляет собой чрезвычайно сложное образование, дифференцированное на различные компоненты, называемые органоидами, которые постоянно в нём встречаются, имеют характерное строение, позволяющее легко отличать их друг от друга, и выполняют специфические функции. К органоидам клетки относятся ядро, пластиды, митохондрии, рибосомы, эндоплазматическая сеть, диктиосомы, микротельца, лизосомы. Органоиды погружены в гиалоплазму, которая обеспечивает их взаимодействие. Гиалоплазма с органоидами, за вычетом ядра, образует цитоплазму клетки. Количественное соотношение и особенности строения органоидов определяют специфическую направленность жизнедеятельности той или иной специализированной клетки.

Органоиды в клетках различных растений и животных имеют сходную молекулярную организацию и близки по химическому составу, что обусловлено сходством выполняемых ими функций. В этом проявляется общность основных процессов жизнедеятельности у растений и животных. Однако между ними имеются и существенные различия. Так, своеобразие растительных клеток заключается в наличии у них прочных оболочек, пронизанных плазмодесмами, пластид и в большинстве случаев крупной центральной вакуоли. Эти особенности, присущие только растительным клеткам, обусловлены прикрепленным образом жизни, отсутствием скелета, автотрофностью и отсутствием или слабым развитием у растений системы выделения отходов. Характерная особенность растительных клеток, связанная с наличием у них прочной оболочки и вакуоли, – рост путём растяжения, при этом увеличение размера клетки происходит в основном за счёт увеличения объёма вакуоли, а не протопласта. В отличие от животных клеток у клеток высших растений отсутствуют центриоли, участвующие в делении клетки.

Форма и размеры растительных клеток различны и зависят от их положения в теле растения и функций, которые они выполняют. Плотнo сомкнутые клетки наиболее часто имеют форму многогранников, определяемую главным образом их взаимным давлением. Длина всех граней редко бывает одинаковой.

Форма свободно растущих клеток может быть шаровидной, лопастной, звёздчатой, цилиндрической.

Клетки, диаметр которых по всем направлениям различается не сильно, называют *паренхимными*. Обычно в зрелом состоянии они остаются живыми. Примером паренхимных клеток может служить большинство клеток листьев, сочных плодов. Однако очень часто разрастание клеток идёт преимущественно в одном направлении, в результате чего образуются сильно вытянутые, *прозенхимные* клетки. Концы их обычно заострены. Прозенхимные клетки характерны для древесины. В зрелом состоянии обычно они мертвы. Взрослые клетки растений, в отличие от клеток животных, почти всегда имеют постоянную форму, что объясняется присутствием у них довольно жёсткой оболочки. Хотя размеры клеток сильно колеблются, они лежат в пределах, характерных для рода растения и типа клетки.

## **ЗАНЯТИЕ 1.1. УСТРОЙСТВО МИКРОСКОПА. СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ**

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** основание микроскопа, предметный столик, тубус, револьвер с объективами, окуляр, зеркало, конденсор, диафрагма, микровинт, макровинт, протопласт, цитоплазма, гиалоплазма, клеточная оболочка, вакуоль, паренхимная клетка, прозенхимная клетка.

**ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ МИКРОСКОПА И НАУЧИТЬСЯ ГОТОВИТЬ ЕГО К РАБОТЕ**

Уяснить строение микроскопа, назначение и принцип работы всех его систем и частей. Подготовить микроскоп к работе.

**ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ЭПИДЕРМЫ СОЧНОЙ ЧЕШУИ ЛУКА**

Приготовить микропрепарат эпидермы сочной чешуи лука. Рассмотреть участок эпидермы при малом увеличении. Изучить строение клетки при большом увеличении в капле воды, затем окрасить реактивом Люголя. Зарисовать

одну-две клетки и обозначить клеточную оболочку, поры, цитоплазму, ядро, вакуоль с клеточным соком.

Контрольные вопросы:

1. Какие части клетки видны в световой микроскоп?
2. Какие органоиды относятся к субмикроскопическим?
3. Какими физическими и биохимическими свойствами обладает цитоплазма?
4. Как приготовить реактив Люголя?
5. От чего зависит форма и размеры клеток?

## **ЗАНЯТИЕ 1.2. ПЛАСТИДЫ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ.**

### **ПЛАЗМОЛИЗ И ДЕПЛАЗМОЛИЗ**

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** хлоропласт, хромопласт, лейкопласт, тонопласт, плазмалемма, плазмолиз, деплазмолиз, осмос, осмотическое давление, полупроницаемость, диффузия, гипертонический и гипотонический растворы, плазмодесмы, тургор, мацерация.

#### **ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ ХЛОРОПЛАСТЫ В КЛЕТКАХ ЛИСТА ЭЛОДЕИ**

Рассмотреть типичную клетку листа элодеи. Отметить форму, окраску, размеры, количество и расположение хлоропластов в клетке. Данные наблюдений занести в тетрадь. Обратит внимание на форму хлоропластов, лежащих вдоль боковых стенок, и сравнить с формой других хлоропластов. Окрасить препарат реактивом Люголя, рассмотреть хлоропласты с зёрнами ассимиляционного (первичного) крахмала. **ЗАРИСОВАТЬ** клетку листа элодеи и обозначить клеточную оболочку, хлоропласты с зёрнами ассимиляционного крахмала, цитоплазму, вакуоль.

#### **ЗАДАНИЕ 2. РАССМОТРЕТЬ КРУГОВОЕ ДВИЖЕНИЕ ЦИТОПЛАЗМЫ В КЛЕТКАХ ЛИСТА ЭЛОДЕИ**

Рассмотреть клетку с центральной вакуолей в оптическом разрезе. Постараться увидеть перемещение пластид вдоль стенок и вокруг вакуоли. Перемещение пластид объясняется движением цитоплазмы, которая увлекает их за со-

бой. По перемещению пластид можно судить о направлении движения цитоплазмы, которое в разных клетках может быть различным. ЗАРИСОВАТЬ клетку листа элодеи, обозначить стрелками направление движения цитоплазмы.

### ЗАДАНИЕ 3. ПРОВЕСТИ ПЛАЗМОЛИЗ И ДЕПЛАЗМОЛИЗ КЛЕТОК ЛИСТА ЭЛОДЕИ

Изучить влияние на клетку 10%-ного раствора хлорида натрия. ЗАРИСОВАТЬ плазмолизированную клетку и обозначить клеточную оболочку, плазмодесмы.

### ЗАДАНИЕ 4. ИЗУЧИТЬ ХРОМОПЛАСТЫ В КЛЕТКАХ ОКОЛОПЛОДНИКА РЯБИНЫ И ШИПОВНИКА

Рассмотреть хромопласты клеток мякоти плода рябины и шиповника, найти различие между ними, обратить внимание на их видоспецифичность. Результаты наблюдений занести в тетрадь. ЗАРИСОВАТЬ клетку околоплодника рябины и шиповника, отметить клеточную оболочку, хромопласты, цитоплазму, вакуоль.

### ЗАДАНИЕ 5. ИЗУЧИТЬ ЛЕЙКОПЛАСТЫ В КЛЕТКАХ ЭПИДЕРМЫ ЛИСТА ТРАДЕСКАНЦИИ

Рассмотреть клетку эпидермы листа традесканции. Вокруг ядра и на тяжях цитоплазмы располагаются мелкие округлые тельца – лейкопласты. Обратите внимание на особенности расположения лейкопластов в клетке. ЗАРИСОВАТЬ 2–3 клетки эпидермы листа традесканции и обозначить клеточную оболочку, ядро, тяжи цитоплазмы, лейкопласты.

#### Контрольные вопросы

1. Объяснить этимологию терминов "хлоропласт", "хромопласт", "лейкопласт".
2. Объясните закономерности расположения пластид: хлоропластов – в зеленых частях растения, хромопластов в лепестках и плодах, лейкопластов - в запасующих тканях и эпидерме.

3. Почему хлоропласты, лежащие у боковых стенок, отличаются по форме от остальных хлоропластов?
4. Каково биологическое значение отложения крахмала в хлоропластах?
5. Почему лейкопласты в эпидерме листа приурочены в основном к ядру?
6. Почему в старых клетках хлоропласты движутся вдоль стенок, а в молодых - во всех направлениях?
7. Объясните позеленение клубней картофеля на свету.
8. Каково онтогенетическое происхождение хромопластов?
9. Почему плазмолиз характерен только для растительных клеток?
10. Как доказать, что наблюдаемая клетка растения живая?

### **ЗАНЯТИЕ 1.3. ВКЛЮЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ**

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** включения, запасные вещества, крахмальное зерно, алейроновое зерно, амилопласт, олеопласт, рафиды, первичный и вторичный крахмал, друзы.

#### **ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ КРАХМАЛЬНЫЕ ЗЁРНА КАРТОФЕЛЯ**

Рассмотреть простое, сложное и полусложное крахмальные зёрна. При действии йода (реактив Люголя) образуется нестойкий йодистый крахмал, в результате чего любые крахмальные зёрна окрашиваются от светло-синего до тёмно-фиолетового цвета. С помощью этой реакции можно обнаружить следы крахмала в любом органе растения. **ЗАРИСОВАТЬ** простые, сложные, полусложные крахмальные зёрна картофеля. Отразить на рисунке слоистость зёрна.

#### **ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ КРАХМАЛЬНЫЕ ЗЁРНА ПШЕНИЦЫ ОВСА, ГОРОХА И ФАСОЛИ**

Рассмотреть крахмальные зёрна из зерновок овса, пшеницы, семени гороха и фасоли. Обратить внимание на форму, размеры и строение крахмальных зёрен изученных растений. Эти признаки специфичны для определенных расте-

ний, поэтому используются при качественном анализе муки. ЗАРИСОВАТЬ крахмальные зёрна изученных растений, отразить на рисунке их особенности.

### ЗАДАНИЕ 3. ИЗУЧИТЬ АЛЕЙРОНОВЫЕ ЗЁРНА КЛЕЩЕВИНЫ

Йод окрашивает белок в жёлтый цвет. Раствор сахара препятствует образованию эмульсии жира, содержащегося в семенах, с водой, и набуханию алейроновых зерен. Рассмотреть алейроновые зёрна. ЗАРИСОВАТЬ несколько алейроновых зёрен, обозначить оболочку зерна, глобиды, кристаллиты, аморфную белковую массу.

### ЗАДАНИЕ 4. ИЗУЧИТЬ АЛЕЙРОНОВЫЕ ЗЁРНА ПШЕНИЦЫ

Рассмотреть постоянный микропрепарат поперечного среза зерновки пшеницы. ЗАРИСОВАТЬ 1) общую схему строения зерновки пшеницы, отметить околоплодник, алейроновый слой, крахмалоносные клетки; 2) по 2–3 клетки алейронового слоя и крахмалоносных клеток эндосперма, обозначить алейроновые зёрна, крахмальные зёрна.

### ЗАДАНИЕ 5. ОПРЕДЕЛИТЬ НАЛИЧИЕ ЖИРА В СЕМЕНАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА И КЛЕЩЕВИНЫ

Между полосками фильтровальной бумаги раздавить семя подсолнечника. Образовавшееся пятно окрасить суданом-III. Судан-III – реактив на жиры и жироподобные вещества – окрашивает жиры в оранжево-красный цвет. Эндоспермом семени клещевины сделать штрих на сухом предметном стекле. Окрасить препарат суданом III. Рассмотреть капли жира. Результаты занести в тетрадь.

### ЗАДАНИЕ 6. РАССМОТРЕТЬ ОДИНОЧНЫЕ КРИСТАЛЛЫ В КЛЕТКАХ СУХОЙ ЧЕШУИ ЛУКА

Рассмотреть одиночные кристаллы в клетках сухой чешуи лука. ЗАРИСОВАТЬ 1–2 клетки с кристаллами.

### ЗАДАНИЕ 7. РАССМОТРЕТЬ ДРУЗЫ В КЛЕТКАХ ЧЕРЕШКА ЛИСТА БЕГОНИИ

Рассмотреть клетку с друзой поперечного среза черешка листа бегонии. ЗАРИСОВАТЬ несколько друз различной формы.

## ЗАДАНИЕ 8. РАССМОТРЕТЬ РАФИДЫ В КЛЕТКАХ КОРНЕВИЩА КУПЕНЫ

Рассмотреть клетки с рафидами корневища купены, зарисовать их.

Контрольные вопросы:

1. В чём разница между первичным и вторичным крахмалом?
2. Какого биологического значения первичного крахмала?
3. Чем обусловлена слоистость крахмальных зёрен?
4. Как образуются слоистые крахмальные зёрна?
5. В чём отличие запасных белков от конституционных?
6. При однообразном питании преимущественно лишённым оболочки рисом и продуктами из пшеничной муки тонкого помола развивается болезнь бери-бери (авитаминоз В1). Объясните причину болезни.
7. Когда растения используют запасные питательные вещества?
8. Около 90% растений как запасное вещество откладывают жир. В чём преимущество жиров перед другими запасными веществами?

## ЗАНЯТИЕ 1.4. КЛЕТОЧНАЯ ОБОЛОЧКА И ЕЁ ВИДОИЗМЕНЕНИЯ

ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ: первичная и вторичная клеточные оболочки, простые и окаймленные поры, торус, перфорация, лигнин, суберин, кутин, кутикла, одревеснение, опробковение, минерализация.

### ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ КЛЕТОЧНОЙ ОБОЛОЧКИ ЭПИДЕРМЫ ЛИСТА АСПИДИСТРЫ

Рассмотреть клетки эпидермы нижней стороны листа аспидистры. ЗАРИСОВАТЬ две соседние клетки, обозначить срединную пластинку, первичную и вторичную оболочки, поры.

### ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ КЛЕТОЧНОЙ ОБОЛОЧКИ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ

Изучить строение клеточной оболочки и окаймлённых пор трахеид древесины сосны. ЗАРИСОВАТЬ трахеиду с окаймлёнными порами, обозначить пер-

вичную и вторичную оболочки, окаймлённую пору (вид сбоку, вид сверху), замыкающую плёнку, торус

### ЗАДАНИЕ 3. ПРОВЕСТИ ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ НА КЛЕТОЧНУЮ ОБОЛОЧКУ И ЕЁ ВИДОИЗМЕНЕНИЯ

1). На волоски ваты подействовать хлор-цинк-йодом. Волоски ваты представляют собой прозенхимные мёртвые клетки эпидермы семян хлопчатника, в них сильно развита вторичная оболочка. ЗАРИСОВАТЬ несколько окрашенных волосков, запомнить цветную реакцию.

2). На сосновую лучинку стеклянной палочкой нанести флороглюцин, а затем концентрированную соляную кислоту. ЗАРИСОВАТЬ окрашенную лучинку, запомнить цветную реакцию.

3). На свежий срез бутылочной пробки подействовать суданом-III. ЗАРИСОВАТЬ участок окрашенной пробки, запомнить реакцию.

4). Определить состав фильтровальной и газетной бумаги.

ВОПРОС: Какие компоненты входят в состав фильтровальной бумаги, а какие в состав газетной?

ОТВЕТ (выбрать правильный): Лигнин. Суберин. Целлюлоза. Воск. Кутин. Минеральные соли.

5). Рассмотреть гербарий осок, злаков. Провести пальцем по листьям и стеблям растений, отметить особенности оболочек наружных тканей.

ВОПРОС: Какой тип видоизменения клеточной оболочки придаёт этим растениям режущие свойства?

ОТВЕТ (выбрать правильный): Инкрустация лигнином. Ослизнение. Пропитывание суберином. Минерализация. Инкрустация суберином.

6). Рассмотреть набухшие в воде семена льна.

ВОПРОС: Какой тип видоизменения клеточной оболочки характерен для набухших семян льна?

ОТВЕТ (выбрать правильный): Инкрустация лигнином, ослизнение. Пропитывание суберином. Минерализация. Пропитывание воском.

### Контрольные вопросы:

1. Назовите основные функции клеточной оболочки.
2. В чём различие между клеточной оболочкой и плазмалеммой?
3. Какие различия между первичной и вторичной клеточными оболочками по структуре и химическому составу?
4. Как видоизменяется клеточная оболочка и как это сказывается на её физических свойствах?
5. Как микрохимически доказать наличие суберина в оболочке?
6. Чем отличается пора от перфорации?
7. Какая разница между простой и окаймлённой порой?

## 2. ТКАНИ

Тканями называют устойчивые, т.е. закономерно повторяющиеся, комплексы клеток, сходные по происхождению, строению и приспособленные к выполнению одной или нескольких функций. Понятие о тканях как группах сходных клеток появилось уже в трудах первых ботаников-анатомов в XVII в. В дальнейшем анатомы классифицировали ткани, беря за основу их наиболее существенные признаки – функции и происхождение.

Большинство растительных тканей многофункционально, т.е. одна и та же ткань может выполнять две или три функции (например, функции проведения и укрепления, или функции ассимиляции, укрепления и запасания веществ и т.д.). Кроме того, одна ткань может состоять из разнородных элементов, выполняющих разные функции. В таком случае эту ткань называют сложной, в противоположность простой ткани, состоящей только из однородных элементов. Часто ткань с возрастом меняет функции или сохраняет лишь некоторые из первоначальных. Клетки, сходные по строению и функции, т.е. относящиеся к одной ткани, могут быть рассеяны поодиночке среди клеток других тканей и разбросаны между собой. Это так называемые идиобласты.

Классификация лишь по преобладающей функции в значительной степени условна. В теле растения реально существуют хорошо различимые ткани, обла-

дающие целым рядом характерных признаков.

#### Классификация тканей:

- I. Образовательные ткани (меристемы):
  - 1) верхушечные (апикальные);
  - 2) боковые (латеральные):
    - а) первичные (прокамбий, перицикл),
    - б) вторичные (камбий, феллоген);
  - 3) вставочные (интеркалярные);
  - 4) раневые (травматические).
- II. Ассимиляционные ткани.
- III. Запасающие ткани.
- IV. Аэренхима.
- V. Всасывающие ткани:
  - 1) ризодерма;
  - 2) веламен;
  - 3) всасывающий слой щитка в зародышах злаков;
  - 4) гаустории паразитных растений;
  - 5) гидропоты.
- VI. Покровные ткани:
  - 1) первичная (эпидерма);
  - 2) вторичная (перидерма);
  - 3) третичная (корка, или ритидом).
- VII. Ткани, регулирующие прохождение веществ:
  - 1) эндодерма;
  - 2) экзодерма.
- VIII. Выделительные ткани:
  - 1) наружные:
    - а) железистые волоски (трихомы) и выросты (эмергенцы),
    - б) нектарники,
    - в) гидатоды;

2) внутренние:

а) выделительные клетки (с эфирными маслами, смолами, кристаллами, танинами и т.д.),

б) многоклеточныеместилища выделений,

в) смоляные каналы (смоляные ходы),

г) млечники (членистые и нечленистые).

IX. Механические ткани (опорные, скелетные, арматурные):

1) колленхима;

2) склеренхима:

а) волокна,

б) склереиды.

X. Проводящие ткани:

1) ксилема (древесина);

2) флоэма (луб).

## **ЗАНЯТИЕ 2.1. ВЕРХУШЕЧНЫЕ МЕРИСТЕМЫ**

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** ткань, меристема, апекс, туника, корпус, конус нарастания, гистоген, инициальная клетка, антиклинальное и перилинальное деления клеток, промеристема, плерома, периолема, дерматоген, листовой примордий, зачаточный лист, корневой волосок.

### **ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ**

#### **ПОБЕГА ЭЛОДЕИ КАНАДСКОЙ**

Рассмотреть внешнее строение апекса элодеи канадской. **ЗАРИСОВАТЬ** контур верхушки побега, отметить конус нарастания, листовые бугорки, зачаточные листья, зачатки пазушных почек.

### **ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ ЦИТОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ**

#### **МЕРИСТЕМЫ АПЕКСА ПОБЕГА**

Рассмотреть клетки верхушечной меристемы. **ЗАРИСОВАТЬ** по 2 клетки меристемы и взрослого листа, отметить оболочку, ядро, цитоплазму, вакуоль.

### ЗАДАНИЕ 3. ИЗУЧИТЬ ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ АПЕКСА ПОБЕГА

Рассмотреть в апексе побега протодерму, слой клеток прокамбия и основную меристему. ЗАРИСОВАТЬ гистологическое строение апекса побега, показав положение инициальных клеток и зон меристем.

### ЗАДАНИЕ 4. ИЗУЧИТЬ ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ АПЕКСА КОРНЯ

Рассмотреть апикальную меристему корня.

ЗАРИСОВАТЬ (схематично) апекс корня, отметить периблему и её производные – ризодерму, первичную кору, плерому и её производные – тяжи прокамбия, центральный цилиндр, клетки формирующие чехлик. Показать стрелками направления деления клеток меристемы.

#### Контрольные вопросы

1. Назвать признаки меристемы.
2. В чём отличие первичной меристемы от вторичной?
3. Камбий. Интеркалярная меристема. Прокамбий. Феллоген. Апикальная меристема. Перицикл. Какие из названных тканей относятся к первичной меристеме, а какие к вторичной меристеме?
4. Каковы причины различий в строении апекса корня и побега?

### ЗАНЯТИЕ 2.2. ПЕРВИЧНАЯ ПОКРОВНАЯ ТКАНЬ – ЭПИДЕРМА

ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ: эпидерма, первичная ткань, устьице, замыкающие клетки, устьичная щель, подустыичная полость, трихомы, адаксиальный, абаксиальный.

#### ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ УСТЬИЦ ЭПИДЕРМЫ ЛИСТА ИРИСА

Познакомиться с деталями строения устьиц поперечного среза листа ириса. Выяснить: а) форму замыкающих клеток, б) наличие двориков; в) наличие хлоропластов в замыкающих клетках и особенности их расположения, г) особенности утолщения клеточной оболочки замыкающих клеток д) наличие поду-

стьичной полости, с) размещение устьиц (на одном уровне с эпидермальными клетками, выше или ниже их). Зарисовать, отметив результаты наблюдений.

## ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ЭПИДЕРМЫ ЛИСТЬЕВ ОДНОДОЛЬНЫХ И ДВУДОЛЬНЫХ

Рассмотреть нижней и верхней эпидермы листа пеларгонии, традесканции, капусты. Выяснить а) форму эпидермальных клеток, б) наличие устьиц в эпидерме, в) особенности размещения устьиц, г) форму замыкающих клеток, д) наличие сопровождающих клеток.

## ЗАДАНИЕ 3. ОПРЕДЕЛИТЬ ЧИСЛО УСТЬИЦ НА 1 мм<sup>2</sup> ПОВЕРХНОСТИ НИЖНЕЙ ЭПИДЕРМЫ ИЗУЧЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Площадь поля зрения при увеличении  $7 * 40 = 0,145 \text{ мм}^2$ ,  
 $10 * 40 = 0,0706 \text{ мм}^2$ ,  $15 * 40 = 0,0314 \text{ мм}^2$

Подсчитать число устьиц в поле зрения, полученный результат пересчитать для 1 мм<sup>2</sup>. Результаты занести в тетрадь.

## ЗАДАНИЕ 4. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ И РАЗНООБРАЗИЕ ТРИХОМ

Рассмотреть абаксиальную и адаксиальную стороны листовой пластинки пеларгонии, лоха, коровяка, шалфея, крапивы и др. Определить тип трихом и их строение. Визуально сравнить количество трихом на обеих сторонах пластинки, данные занести в тетрадь. ЗАРИСОВАТЬ различные типы трихом.

## ЗАДАНИЕ 5. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ЭПИДЕРМЫ ЛИСТА ОДНОДОЛЬНЫХ И ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ

В структуре эпидермы определить признаки приспособлений к условиям обитания. Записать в тетради основные положения.

### Контрольные вопросы

1. Почему эпидерму относят к первичным и сложным тканям?
2. Одинаковой ли толщины оболочки клеток эпидермы? Почему?
3. Объясните механизм работы устьиц.
4. Почему в эпидерме нет межклетников?
5. Какие органы растений покрыты эпидермой?

6. Какие образования усиливают защитную функцию эпидермы?
7. Доказать, что эпидерма – покровная ткань.

### **ЗАНЯТИЕ 2.3. ВТОРИЧНАЯ И ТРЕТИЧНАЯ ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ - ПЕРИДЕРМА КОРКА**

ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ: перидерма, корка, вторичная и третичная ткани, феллоген, феллема, феллодерма, чечевички, выполняющая ткань, тангентальное деление, заболонь, ядра древесины.

#### **ЗАДАНИЕ 1. СТРОЕНИЕ ПЕРИДЕРМЫ СТЕБЛЯ БУЗИНЫ**

Рассмотреть препарат из поперечного среза стебля бузины. ЗАРИСОВАТЬ участок перидермы бузины, отметить остатки эпидермы, пробку (феллему), феллоген, перидерму, чечевичку, выполняющую ткань.

#### **ЗАДАНИЕ 2. ПОКРОВНАЯ ТКАНЬ КЛУБНЯ КАРТОФЕЛЯ**

Рассмотреть периферическую часть среза. Определить тип покровной ткани "кожуры" клубня и убедиться в наличии опробковения в клеточных оболочках, рассмотрев окрашенные препараты. Хлор-цинк-йод окрашивает пробку в темно-бурый цвет, судан-III – в красный. ЗАРИСОВАТЬ часть среза, обозначить пробку, запасную паренхиму.

#### **ЗАДАНИЕ 3. СТРОЕНИЕ КОРКИ.**

Рассмотреть поперечные спилы различных деревьев. Отметить внешний вид корки, окраску, степень и характер её развития. ЗАРИСОВАТЬ схему спила, обозначить кору, древесину (заболонь, ядро), камбий, сердцевину.

#### **Контрольные вопросы**

1. Эпидерма. Ризодерма. Пробка. Корка. Кора. Какие из перечисленных тканей первичные, а какие вторичные?
2. Почему происходит смена эпидермы коркой?
3. Какие изменения происходят в клетках феллемы по мере их дифференциации из феллогена и отмирания?
4. Схематично покажите процесс образования перидермы.

5. Как структура чечевички приспособлена к выполнению функции газообмена? У всех ли растений имеются чечевички?

6. Как образуется кора, из каких элементов она состоит?

7. Почему на листьях не образуется перидерма?

## **ЗАНЯТИЕ 2.4. МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ**

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** колленхима, склеренхима, каменистые клетки, идиобласты.

**ЗАДАНИЕ 1. КОЛЛЕНХИМА ЧЕРЕШКА ЛИСТА СВЕКЛЫ И БЕГОНИИ.**

Выяснить: а) как расположена колленхима (пучками, слоями, кольцами или в виде разбросанных клеток; плотно, рыхло; б) где находится ткань (в коре, древесине, сердцевине); в) тип колленхимы. **ЗАРИСОВАТЬ:** 1) участок черешка, на котором схематично показать положение колленхимы органе; 2) 3-4 клетки колленхимы, обозначить протопласт, тонкий участок оболочки, толстый участок оболочки

**ЗАДАНИЕ 2 СКЛЕРЕНХИМА В СТЕБЛЯХ КРАПИВЫ, КОНОПЛИ, ПЕЛАРГОНИИ И ЛЬНА.**

Рассмотреть склеренхимные волокна в поперечном сечении на постоянном микропрепарате поперечного среза стебля льна. Обратит внимание на толстые слоистые оболочки, маленькую полость клетки. Выяснить: а) расположение волокон (луже, древесине); б) одревесневшие или не одревесневшие оболочки волокон, в) характер расположения (группами, кольцом, дугой и т.д.); г) тип волокон (лубяные, древесинные). **ЗАРИСОВАТЬ:** 1) схему расположения волокон склеренхимы в стеблях пеларгонии и льна; 2) склеренхимные волокна в продольном и поперечном сечениях.

**ЗАДАНИЕ 3. СКЛЕРЕИДЫ В ПЛОДАХ ГРУШИ И ЛИСТЯХ КУВШИНКИ.**

Выяснить: расположение склереид (группами, одиночной); б) форму клеток (округлая, удлиненная, ветвистая и др.); в) химический состав оболочек; г)

наличие поровых каналов (простые, ветвистые). ЗАРИСОВАТЬ склереиды груши и кувшинки, отметить полость клетки, слоистую оболочку, поровые каналы.

#### Контрольные вопросы:

1. Сравнить колленхиму и склеренхиму. Выявить черты сходства и специфики.
2. Почему колленхима свойственна молодым растущим органам растений? Как утолщаются стенки колленхимы?
3. Как располагаются волокна склеренхимы в стебле?
4. Чем отличаются лубяные волокна от древесинных?
5. Какой тип механической ткани создает прочность многим сочным плодам, делает упругими листья?
6. Почему в стеблях механические ткани располагаются по периферии органа, а в корне – в центре?

### **ЗАНЯТИЕ 2.5. ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ – КСИЛЕМА И ФЛОЭМА**

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** ксилема, флоэма, луб, древесина, либриформ, сосуд, трахеида, ситовидная трубка, членики сосуда, перфорация, ситовидная пластинка, клетка-спутник.

**ЗАДАНИЕ 1. ФЛОЭМУ И КСИЛЕМУ ПРОВОДЯЩЕГО ПУЧКА СТЕБЛЯ ТЫКВЫ.**

Изучить проводящий пучок стебля тыквы. ЗАРИСОВАТЬ 1-2 членика ситовидной трубки с клетками-спутниками, обозначить ситовидную трубку, ситовидную пластинку, протопласт, клетку-спутник. Здесь же рассмотреть различные типы сосудов. ЗАРИСОВАТЬ по одному сосуду каждого типа, подписать их.

**ЗАДАНИЕ 2. ЛЕСТНИЧНЫЕ СОСУДЫ ПАПОРОТНИКА ОРЛЯКА.**

Рассмотреть продольный срез корневища орляка. ЗАРИСОВАТЬ лестничный сосуд, обозначить щелевидные поры.

### ЗАДАНИЕ 3. ПРОВОДЯЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ КСИЛЕМЫ СОСНЫ.

На тангентальном и радиальном срезах ветки сосны рассмотреть трахеиды. Обратить внимание на отсутствие перфораций, наличие окаймленных пор, скошенные стенки, вытянутые концы. ЗАРИСОВАТЬ одну-две трахеиды, обозначить скошенные концы, окаймленные поры.

### ЗАДАНИЕ 4. РАЗНООБРАЗИЕ СОСУДОВ В СТЕБЛЕ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Рассмотреть сосуды протоксилемы и метаксилемы в стебле подсолнечника. ЗАРИСОВАТЬ различные типы сосудов, подписать их.

#### Контрольные вопросы:

1. Почему ксилема и флоэма относятся к сложным тканям?
2. Чем обусловлено сходство и различие между ксилемой и флоэмой?
3. Чем отличается способ проведения растворов по ситовидным трубкам от способа проведения растворов по сосудам?
4. Как объяснить наличие сосудов различных типов в одном и том же растении?
5. Объясните порядок заложения ксилемы: протоксилема, метаксилема, вторичная ксилема.
6. Какие проводящие элементы оказывают большее сопротивление водному току – сосуды или трахеиды?
7. В чём биологическое значение окаймленных пор?
8. Какие типы сосудов совмещают проводящую и механическую функции? Объясните на примере их структуры.
9. Почему в зоне всасывания корня и в листьях в ксилеме преобладают кольчатые и спиральные сосуды, а в зоне проведения корня и стебле – сетчатые и пористые?
10. Каковы признаки примитивности сосудов у орляка?

## ЗАНЯТИЕ 2.6. ПРОВОДЯЩИЕ ПУЧКИ

ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ: проводящий пучок, пучок коллатеральный, би-коллатеральный, концентрический, амфикрибральный, открытый, закрытый; паренхимная и склеренхимная обкладки пучка.

### ЗАДАНИЕ 1. СТРОЕНИЕ ПРОВОДЯЩИХ ПУЧКОВ СТЕБЛЯ КУКУРУЗЫ, ПОДСОЛНЕЧНИКА, ТЫКВЫ

Рассмотреть поперечные срезы: стеблей кукурузы, подсолнечника, тыквы. Обратить внимание на положение проводящих тканей, склеренхимы, паренхимы, наличие камбия в пучке. Определить тип каждого проводящего пучка. ЗАРИСОВАТЬ: 1) схему строения проводящего пучка стебля кукурузы, обозначить флоэму, склеренхимную обкладку, ситовидные трубки, клетки-спутники, сосуды, древесину, паренхиму, протоксилему, метаксилему; 2) схему строения проводящего пучка стебля подсолнечника, обозначить склеренхиму, флоэму, камбий, ксилему, лубяную паренхиму, древесинную паренхиму; 3) схему строения проводящего пучка стебля тыквы, обозначить наружную и внутреннюю флоэму, первичную и вторичную ксилему.

### ЗАДАНИЕ 2. СТРОЕНИЕ ПРОВОДЯЩИХ ПУЧКОВ КОРНЕВИЩ ЛАНДЫША И ПАПОРОТНИКА ОРЛЯКА.

Рассмотреть поперечные срезы корневищ ландыша и орляка. Обратить внимание на взаимное расположение ксилемы и флоэмы. Определить тип каждого проводящего пучка. ЗАРИСОВАТЬ схемы строения проводящих пучков корневищ ландыша и орляка, обозначить ксилему и флоэму.

Контрольные вопросы:

1. Почему в одном проводящем пучке имеются сосуды различных типов?
2. В чём различие между открытым и закрытым проводящими пучками?

Что вообще подразумевается под открытой и закрытой системами?

1. Какие пучки характерны для стебля однодольных, а какие для стебля двудольных растений?

2. Обобщить знания о растительных тканях и занести результаты в тетрадь.

### ТЕМА 3. СЕМЯ И ПРОРОСТОК

Раздел ботаники, изучающий семена и плоды, называют карпологией.

**Семя** – орган размножения и расселения семенных растений, развивающийся из семязачатка. Снаружи оно покрыто *семенной кожурой*, образованной из интегумента и выполняющей защитную функцию. *Эндосперм*, возникший из триплоидной клетки, содержит запасные вещества, питающие зародыш при прорастании. У некоторых растений запасную функцию может выполнять *перисперм*, образовавшийся из нуцеллуса.

**Зародыш** развивается из оплодотворенной яйцеклетки и представлен *осью* (зародышевым стебельком) и *семядольными листьями*. На оси зародыша у некоторых растений формируется *почечка* с зачатками настоящих листьев. С другой стороны расположен *корешок* с корневым чехликом. Часть оси, к которой прикрепляются семядоли, называют *семядольным узлом*. Участок оси, расположенный ниже семядолей и выше корешка, называется *гипокотилем* (подсемядольным коленом). Между семядольным узлом и почечкой располагается надсемядольное колено, или *эпикотиль*.

По степени морфологической дифференциации зародыши составляют 3 группы: хорошо дифференцированные, недифференцированные и рудиментарные. Дифференцированный зародыш имеет зачатки всех вегетативных органов будущего растения: зародышевый корень, гипокотиль, семядоли.

Строение семени *двудольных растений* рассмотрим на примере фасоли. Снаружи располагается довольно плотная семенная кожура. На ней находится рубчик – место прикрепления семени к семяножке. На одной линии с рубчиком, рядом с ним, расположено микропиле. С противоположной стороны от микропиле к рубчику примыкает семенной шов. Зародыш состоит из двух крупных семядолей, в которых содержится запас питательных веществ, зародышевого корешка, гипокотилия, семядольного узла, эпикотилия и почечки. Эндосперм в семени бобовых отсутствует.

В семени злаков (однодольные растения) эндосперм занимает значительный объём, так как в нём откладываются запасные вещества. Он дифференци-

рован на два слоя. Наружный – алейроновый слой, в котором откладываются белки. Он расположен сразу под семенной кожурой. Ближе к центру находятся клетки с крахмальными зёрнами. Зародыш злаков состоит из одной семядоли, зародышевого корешка, зародышевого стебелька и почечки. Единственная семядоля прилежит к хорошо развитому эндосперму одной стороной и имеет форму плоского *щитка*. Единственная семядоля превращена в щиток, при прорастании семени играющий роль гаустория, передающего зародышу из эндосперма питательные вещества после их ферментативного растворения. В центре почечки хорошо заметен конус нарастания стебля, прикрытый примордиями листьев. Наружный колпачковидный лист, окружающий почечку и примордии, называется *колеоптилем*. Зародышевый корешок окружен специальным многослойным чехлом (*колеоризой*), которая при прорастании набухает и развивает на поверхности всасывающие волоски. Иногда на стороне, противоположной щитку, образуется чешуевидный вырост – *эпибласт*.

У растений с недифференцированными, или недоразвитыми, зародышами их дальнейшее развитие и увеличение размеров происходят внутри семени, но после отделения его от материнского организма и попадания в благоприятную среду. Такое замедленное развитие зародышей объясняют их низкой физиологической активностью. Рудиментарные, или редуцированные, зародыши, обычно представленные небольшой дифференцированной группой клеток.

По локализации запасных веществ семена составляют 4 группы:

- 1) белковые, имеющие эндосперм, который раньше называли белком из-за его белого цвета;
- 2) с эндоспермом и периспермом;
- 3) с периспермом;
- 4) с отложением запасных веществ непосредственно в зародыше.

Клетки триплоидного эндосперма имеют тонкие или очень толстые, роговидные оболочки, как у спаржи. Поверхность его обычно гладкая, но у представителей семейств ластовневых, пальм, ореховых в процессе созревания семян количество эндосперма увеличивается, он становится извилистым, морщини-

стым. Такой эндосперм называют руминированным. При наличии руминированного эндосперма увеличивается площадь контакта с окружающими его тканями и возрастает интенсивность обмена веществ между ними.

В эндосперме откладываются крахмал, как у злаков, гемицеллюлоза (хурма, настурция), белки, которые могут быть в виде аморфной клейковины (злаки) и алейроновых зерен. У клещевины они заполняют клетки вместе с касторовым маслом. Наружный слой эндосперма в семенах злаков и сложноцветных также содержит запасной белок – алейрон, поэтому его называют алейроновым слоем.

Перисперм – диплоидная ткань, развивающаяся из нуцеллуса. Он характерен для семян гвоздичных, маревых. У кубышки, кувшинки эндосперма немного, в него погружен зародыш, большая же часть семени занята периспермом, который выполняет функции запасавшей ткани. При прорастании семян эндосперм поглощает из перисперма питательные вещества и передает их зародышу. У многих растений из семейств осоковых, гречишных, гвоздичных крахмалосодержащие клетки эндосперма или перисперма отмирают, у других растений эндосперм долго остаётся живым и даже содержит хлоропласт, как и зародыш бобовых, липовых, крестоцветных.

Безбелковые семена свойственны бобовым, сложноцветным, крестоцветным. Многие из них не имеют даже остатков эндосперма, но накапливают большое количество алейрона и крахмала в семядолях зародыша, которые становятся мясистыми, как у фасоли, гороха. У грецкого ореха семядоли руминированные.

Одна из основных тенденций эволюции семени состоит в редукции эндосперма и увеличении размеров зародыша, в котором и откладываются питательные вещества.

## **ЗАНЯТИЕ 3.1. СТРОЕНИЕ СЕМЯН И ПРОРОСТКОВ ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ**

ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ: семя, рубчик, семенная кожура, зародыш, эндосперм, перисперм, подземное и надземное прорастание, семядоли, гипокотиль, эпикотиль, узел.

### **ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СЕМЯН С ЭНДОСПЕРМОМ И ПРЯМЫМ ЗАРОДЫШЕМ**

Сделать продольный срез семени хурмы, отступив 1/3 от края и расколоть пополам. Иглой вычленить зародыш и раздвинуть его листовидные семядоли. У ясеня семя заключено в плоде крылатке. Препаровальной иглой осторожно (не вводя иглу глубоко) вскрыть семенную кожуру и высвободить зародыш. С семени клещевины снять плотную темноокрашенную семенную кожуру и разделить на две части. Семядоли клещевины листовидные с хорошо развитыми жилками. Рассмотреть в лупу зародыши. Обратит внимание на взаимное расположение в семени зародыша, эндосперма и семенной кожуры. ЗАРИСОВАТЬ схемы поперечного разреза семян и строение зародыша хурмы, ясеня, клещевины, обозначить семенную кожуру, эндосперм, зародыш и все его части.

### **ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СЕМЕНИ БЕЗ ЭНДОСПЕРМА И С ПРЯМЫМ ЗАРОДЫШЕМ.**

Вычленить зародыш из семени тыквы. Раздвинуть иглой семядоли, рассмотреть между ними зачаточную почку. Можно использовать и плоды-семянки подсолнечника, семена яблони, цитрусовых. ЗАРИСОВАТЬ схему строения семени тыквы, обозначить семенную кожуру, зародыш и все его части.

### **ЗАДАНИЕ 3. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СЕМЕНИ БЕЗ ЭНДОСПЕРМА И С ИЗОГНУТЫМ ЗАРОДЫШЕМ**

На семени фасоли найти рубчик, микропиле, семенной шов. Снять семенную кожуру, иглой раздвинуть семядоли, рассмотреть почку. ЗАРИСОВАТЬ схему строения семени фасоли, обозначить семенную кожуру, зародыш и все его части.

#### ЗАДАНИЕ 4. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ПРОРОСТКОВ С НАДЗЕМНЫМ ПРОРАСТАНИЕМ

Рассмотреть проростки фасоли, редиса, укропа, клена, тыквы. Найти корни, побеги, семядоли, первые настоящие листья, почки. Обратить внимание на степень развития гипокотилия и эпикотилия, на развитие корневой системы, морфологические особенности семядолей и первых листьев. Отметить проростки розеточного типа. ЗАРИСОВАТЬ проростки изученных растений, показать на рисунке уровень почвы и положение органов проростка по отношению к нему.

#### ЗАДАНИЕ 5. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ПРОРОСТКОВ С ПОДЗЕМНЫМ ПРОРАСТАНИЕМ

Рассмотреть проростки дуба, гороха, настурции. Найти все органы проростка. Обратить внимание на степень развития гипокотилия, на морфологические особенности первых и последующих листьев. ЗАРИСОВАТЬ проростки изученных растений, показать на рисунке уровень почвы и положение органов проростка по отношению к нему.

#### Контрольные вопросы

1. Каковы функции и строение семядолей в семенах с эндоспермом и без него?
2. Почему в семенах без эндосперма хорошо развит зародыш?
3. В чём отличие перисперма от эндосперма? Они аналоги или гомологи?
4. В чём биологическое значение появления зародышевого корешка первым при прорастании семян?
5. Каковы функции семядолей при подземном прорастании семян?
6. Что такое корневая шейка?
7. Каким образом выносятся на поверхность почвы семядоли и верхушечная почка проростка?
8. Почему семена бобовых нельзя считать типичными для двудольных растений?

## **ЗАНЯТИЕ 3.2. СТРОЕНИЕ СЕМЯН И ПРОРОСТКОВ ОДНОДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ**

ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ: щиток, колеоптиль, колеориза, эпибласт.

### **ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СЕМЕНИ С ЭНДОСПЕРМОМ**

Сделать разрез семени ириса или тюльпана продольно или параллельно плоскости, в которой оно сплющено. Рассмотреть под лупой. Обратит внимание на мощный стекловидный эндосперм и зародыш в виде белой прямой "палочки". Он состоит из цилиндрического гипокотилея, нижний конец которого несет зачаток корня, а верхний – переходит непосредственно в цилиндрическую семядолю. Граница между гипокотилем и семядолей определяется по положению почки. Она может быть либо разрезанной "в профиль", либо просвечивает как мелкоклеточный конус на фоне цилиндрического тела зародыша. Вычлени из семени и рассмотрите зародыш лука с изогнутой семядолей. ЗАРИСОВАТЬ срез семени ириса и лука, обозначить семенную кожуру, эндосперм, зародыш и все его части.

### **ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ПЛОДА ЗЛАКОВ**

Рассмотреть продольный срез зерновки злаков. Найти эндосперм, зародыш, наружные покровы зерновки. Изучить строение зародыша.

ЗАРИСОВАТЬ продольный срез зерновки злака, обозначить наружные покровы зерновки, эндосперм, зародыш: щиток, гипокотиль, эпибласт, почку, колеоптиль, колеоризу.

### **ЗАДАНИЕ 3. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СЕМЕНИ БЕЗ ЭНДОСПЕРМА**

ЗАРИСОВАТЬ плодик частухи, обозначить околоплодник, корешок, гипокотиль, почку, семядолю.

### **ЗАДАНИЕ 4. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ПРОРОСТКОВ**

#### **С НАДЗМЕННЫМ ПРОРАСТАНИЕМ**

ЗАРИСОВАТЬ проросток лука, отметить остаток семени с эндоспермом, почку, придаточный и главный корешки.

### **ЗАДАНИЕ 5. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ПРОРОСТКОВ ЗЛАКОВ**

Рассмотреть проростки злаков. Щиток выполняет функцию поглощения веществ и не выходит на поверхность. Почка проходит слой почвы, защищенная колеоптилем, который позже разрывается и остается на проростке в виде плёнки.

**ЗАРИСОВАТЬ** проросток злака, отметить зерновку, колеоптиль, первые листья, колеоризу, придаточные корешки.

#### Контрольные вопросы

1. Почему семена злаков нельзя считать типичными для однодольных растений?
2. Какова морфологическая природа колеоптиля, колеоризы, щитка и эпибласта зародыша злаков?
3. Какими частями зародыша может пробиваться почва при прорастании семян двудольных и однодольных растений?
4. Назовите функции гипокотилия у разных растений.
5. Чем отличаются семена однодольных от семян двудольных?

### **ТЕМА 4. КОРЕНЬ**

Корень – вегетативный орган высших растений, характеризующийся радиальной симметрией, положительным геотропизмом, отрицательным автотропизмом, апикальным ростом, осуществляемым деятельностью находящейся на его конце меристемы и участвующий в транспорте веществ.

Корень отличается от стебля отсутствием листьев, наличием чехлика, прикрывающего апикальную меристему, волосков, поглощающих из почвы воду с растворенными в ней минеральными веществами, и эндогенным ветвлением, то есть заложением зачатков боковых корней во внутренних тканях, удаленных от апикальной меристемы. Основные функции типичного корня:

1. Закрепление растения в субстрате.

2. Обеспечение водоснабжения и минерального питания растения, основу которого составляет поглощение из почвы воды с растворёнными в ней веществами и проведение этих растворов в выше расположенные органы.

3. Участие в синтезе аминокислот, нуклеотидов, алкалоидов, гормонов роста и других физиологически активных веществ, образующихся при взаимодействии поступающих из почвы растворов с продуктами фотосинтеза, перемещающимися в корень из стебля и листьев.

4. Выделение ненужных метаболитов.

5. Запас питательных веществ.

6. Корни взаимодействуют с корнями других растений, микроорганизмами, грибами, обитающими в почве.

Типы корней.

Закладывается корень в зародыше семени, при росте он направлен вертикально вниз, т.е. обладает положительным геотропизмом. Такой корень называется главным. Свойственен только семенным растениям.

На нём формируются боковые корни первого порядка, на которых в свою очередь развиваются боковые корни второго порядка. Их развитие осуществляется акропетально: чем моложе боковой корень или его зачаток, тем ближе к кончику главного корня он находится, боковые корни растут более или менее горизонтально, так как в отличие от главного корня положительным геотропизмом они не обладают. Морфологически боковые корни сходны с главным корнем, но обычно тоньше и короче его.

Зачатки боковых корней и развившиеся из них корни располагаются на главном корне продольными рядами – ортостихами, число которых варьирует у разных растений. Число ортостих тесно связано с особенностями строения проводящей системы главного корня. Придаточные корни очень разнообразны. Могут возникать и на стеблях и на листьях и корнях. От боковых корней они отличаются тем, что закладываются не вблизи от апекса материнского корня, но и на старых участках корней и в их расположении нет закономерностей.

Роль придаточных корней очень высока: они увеличивают всасывающую поверхность корневой системы, образуются при повреждении органов (при черенковании). Стеблевые придаточные корни в эволюции растительного мира возникли раньше главного. Они свойственны всем споровым архегониальным растениям.

Совокупность корней одной особи образует корневую систему.

Существует несколько классификаций корневых систем.

У споровых растений придаточные корни закладываются на побеге очень рано, в апикальной меристеме и на более старых участках побега закладываться уже не могут, т.е. они являются стеблеродными корнями. Так как у высших споровых семян и зародыш с зародышевым корешком отсутствуют, то вся корневая система образована придаточными корнями и называется первично гоморизная корневая система.

Так как у семенных растений развиваются разные по происхождению типы корней, то их корневые системы внешне отличаются от корневых систем споровых архегониальных. Различают два типа корневых систем у семенных растений: аллоризную и вторичногоморизную.

Аллоризная или стержневая характеризуется сильным развитием главного корня, достигающего значительной длины и резко отличающегося от боковых корней. У большинства однодольных растений и некоторых двудольных (лютик, подорожник) главный корень быстро отмирает или степень своего развития не отличается от многочисленных придаточных корней, составляющих пучок, или мочку. Такую корневую систему называют мочковатой, или вторичногоморизной, однако гоморизия у этих растений вторичного происхождения (в исходной гоморизии споровых архегониальных даже зачатка главного корня не бывает).

У многих растений, преимущественно древесных – ели, сосны, дуба, березы, а также у некоторых травянистых многолетников, корневая система смешанного типа – с развитыми главным, боковыми и придаточными корнями

## **ЗАНЯТИЕ 4.1. ПЕРИЧНОЕ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ**

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** ризодерма, корневой волосок, эндодерма, экзодерма, поясок Каспари, пропускная клетка, центральный цилиндр (стела), экзархно, эндархно, перицикл, первичная кора корня

### **ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРЕШКОВ ПРОРОСТКА ПШЕНИЦЫ**

Рассмотреть под лупой или биноклем корешки проростка пшеницы. Найти корневой чехлик, зоны деления, роста, всасывания, и проведения, корневые волоски. Положить кончик корня под покровное стекло и окрасить черной тушью. Обратите внимание на слизь, окружающую чехлик в виде светлого пятна. **ЗАРИСОВАТЬ:** 1) молодой корешок, отметить корневой чехлик с отслаивающимися клетками и слизью, зону деления, зону роста, зону всасывания, корневые волоски; 2) участок зон всасывания, показать 3–4 клетки с корневыми волосками на разной стадии развития, отметить трихобласты, атрихобласты, корневые волоски, оболочку, цитоплазму, ядро, вакуоль.

### **ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ МОНСТЕРЫ**

Рассмотреть в лупу кончик корня. В зонах растяжения и всасывания сделать серию поперечных срезов, окрасить флороглюцином и соляной кислотой, приготовить микропрепараты. Изучить строение ризодермы, первичной коры и центрального цилиндра. Обратите внимание на опробковевшую многослойную экзодерму, что связано с обитанием в воздушной среде, на отсутствие пропускных клеток в эндодерме. На серии срезов проследить последовательность формирования элементов ксилемы, установить экзархность её заложения. На границе с перициклом лежат самые узкие по диаметру, а значит и самые ранние по времени возникновения спиральные и лестничные трахеиды ксилемы. Вслед за трахеидами формируются широкопросветные сосуды. Это так же подтверждает экзархность заложения ксилемы и её центростремительное развитие.

**ЗАРИСОВАТЬ** схему строения корня монстеры, обозначить ризодерму с корневыми волосками, экзодерму, паренхима первичной коры, эндодерму с по-

ясками Каспари, центральный цилиндр, перицикл, прото - и метаксилему, прото - и метафлоэма.

### ЗАДАНИЕ 3. ИЗУЧИТЬ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ ИРИСА

Рассмотреть поперечный срез корня ириса. ЗАРИСОВАТЬ: 1) схему расположения тканей на поперечном срезе корня ириса; 2) детальный рисунок нескольких клеток эктодермы, эндодермы с пропускными клетками.

#### Контрольные вопросы:

1. Объяснить термин "первичное строение корня".
2. Объяснить биологическое значение порядка заложения и дифференциации первичных проводящих тканей корня.
3. Назвать границы первичной коры и все функции
4. Провести сравнительный функциональный и структурный анализ эпидермы и ризодермы.
5. Назвать характерные структурные особенности зон растущего кончика корня.
6. Как объяснить перемещение зоны всасывания в почве, если входящие в её состав клетки неподвижны?
7. В книге "Жизнь растения" К.А. Тимирязев пишет: "Природа здесь прибегла к уловке... корень при возможно малой затрате строительного материала в состоянии обежать возможно большее число частиц почвы, прийти с ней в возможно тесное прикосновение". О какой "уловке" природы говорит К.А. Тимирязев?
8. Что представляет собой корневой волосок? Какова его функция и как долго он живет?
9. Что помогает продвижению корня в почве?

## **ЗАНЯТИЕ 4.2 ВТОРИЧНОЕ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ.**

### **МЕТАМОРФОЗЫ КОРНЯ**

ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ: корнеплод, корневые шишки, главный корень, придаточные и боковые корни, дедифференциация ткани.

#### **ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ ТЫКВЫ**

Рассмотреть поперечный срез корня тыквы. Обратит внимание на расположение вторичных тканей.

ЗАРИСОВАТЬ схему строения поперечного строения корня тыквы, обозначить перидерму, сердцевинные лучи, вторичную флоэму, камбий, вторичную и первичную ксилему.

#### **ЗАДАНИЕ 2. РАССМОТРЕТЬ ПОРЯДОК ЗАЛОЖЕНИЯ**

##### **И РОСТА БОКОВЫХ КОРНЕЙ**

Рассмотреть ветвящиеся корни проростков фасоли или тыквы. Обратит внимание на порядок отхождения боковых корней. ЗАРИСОВАТЬ: 1) внешний вид корешка с отходящими от него боковыми корнями; 2) схему возникновения бокового корешка из перицикла материнского корня, обозначить элементы внутренней структуры.

#### **ЗАДАНИЕ 3. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ КОРНЕПЛОДА МОРКОВИ**

Рассмотреть внешнее строение корнеплода. Он почти весь образован корнем. ЗАРИСОВАТЬ внешний вид корнеплода, отметить главный и боковые корни, стеблевую часть корнеплода, верхушечную почку. Примерно обозначить границу стебля и корня. ЗАРИСОВАТЬ схему поперечного среза корнеплода, показав соотношение ксилемы и флоэмы, обозначить перидерму, эфирно-масляные ходы, сердцевинные лучи, вторичную ксилему и флоэму.

Рассмотреть поперечный срез корнеплода моркови. Обратит внимание на диархную (двулучевую) первичную ксилему, сильную паренхиматизацию проводящих тканей, слабое развитие ксилемы, отсутствие механических элементов. ЗАРИСОВАТЬ участок ксилемы и флоэмы, показать преобладание паренхимы над проводящими элементами.

#### ЗАДАНИЕ 4. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ КОРНЕПЛОДА РЕДЬКИ

Рассмотреть внешнее строение корнеплода. ЗАРИСОВАТЬ внешнее строение корнеплода редьки, примерно показать границу между стеблем и корнем. На расстоянии 2–3 см от кончика корня сделать поперечный срез, окрасить флороглюцином и соляной кислотой. Большая часть одревесневших элементов ксилемы окрасится в красный цвет и четко обозначится мощное развитие ксилемы по сравнению с относительно слабо развитой флоэмой. ЗАРИСОВАТЬ схему поперечного среза корнеплода, показав соотношение ксилемы и флоэмы. Рассмотреть поперечный срез корнеплода редьки. ЗАРИСОВАТЬ детальное строение ксилемы и флоэмы.

#### ЗАДАНИЕ 5. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ КОРНЕПЛОДА СВЕКЛЫ

Рассмотреть внешнее строение корнеплода, сформированного корнем и частично стеблем. ЗАРИСОВАТЬ 1) внешнее строение корнеплода редьки, примерно показать границу между стеблем и корнем; 2) схему поперечного среза корнеплода, показать концентрические кольца; 3) схему поперечного среза корнеплода свеклы, отметить флоэму, меристематическое кольцо, ксилему, сосудистый пучок, камбий.

#### Контрольные вопросы

1. По каким анатомическим признакам можно отличить корень первичного строения от корня вторичного строения?
2. Какие функции выполняет экзодерма, эндодерма, перицикл?
3. Почему первичное строение корня сменяется на вторичное?
4. У каких растений корнеплод ксилемного типа, а у каких – флоэмного?
5. Корнеплод – это корень, плод или какое-либо иное образование?
6. В чём сходство между корнеплодами и корневыми шишками?

#### ТЕМА 5. ПОБЕГ

Побег – основной надземный вегетативный орган высшего растения, который характеризуется отрицательным геотропизмом, положительным фототропизмом и полярностью. Вегетативные побеги выполняют функцию фотосинтеза

или воздушного питания, но имеют и ряд других функций. Спороносные побеги обеспечивают бесполое размножение.

Побег состоит из оси – стебля, имеющего цилиндрическую форму, листьев – в типичном случае плоских боковых органов, почек – зачаточного нового побега, обеспечивающих длительное нарастание побега и его ветвление.

Побег имеет метамерное строение. *Метамер* – это повторяющийся участок побега, состоящий из узла, листа, почки и нижележащего междоузлия. *Узел* – участок стебля с отходящим от него листом или мутовки листьев и пазушной почкой (у некоторых растений узлы четко различимы в виде утолщений стебля – злаки, гвоздичные, зонтичные). Если лист или мутовка листьев полностью окружают стебель основанием, то узел называется закрытым; открытый узел несёт лист не охватывающий его целиком. *Междоузлие* – участок стебля между соседними узлами.

В зависимости от длины междоузлий побеги бывают *удлиненные (ауксипласты)* и *укороченные (брахибласты)* (рис. 1). У яблони на укороченных побегах развиваются цветки, а затем плоды, отчего эти побеги у плодовых деревьев называют *плодушками*. Укороченные побеги есть у тополя, осины и других древесных растений.

#### Типы нарастания и ветвления

*Ветвление* – это биологический процесс, приводящий к увеличению числа одноименных структур. Выделяют два типа ветвления: верхушечное и боковое. *Верхушечное ветвление* – это такое ветвление, при котором оси последующих порядков (дочерние оси) образуются за счет деления верхушечной меристемы материнской оси. При верхушечном ветвлении материнская ось как таковая прекращает свой рост и образуется ограниченное количество (как правило, две, реже три и более) дочерних осей. *Боковое ветвление* характеризуется заложением боковых осей ниже верхушки главной оси, вследствие чего деятельность верхушечной меристемы не прекращается.

Термин "ветвление" не синоним термину "нарастание". Под *нарастанием* понимают процесс увеличения линейных размеров морфологических

структур. У растений нарастание осевой системы может быть трёх типов: моноподиальное, симподиальное и дихотомическое

Моноподиальное и симподиальное нарастания наблюдаются при боковом ветвлении, а дихотомическое – при верхушечном. *Дихотомическое нарастание* может быть равновильчатым (изотомным) и неравновильчатым (анизотомным). В первом случае обе боковые оси имеют одинаковые размеры. При неравновильчатом нарастании дочерние оси отличаются друг от друга не только по мощности, но и по направлению роста (плаун булавовидный).

*Моноподиальный тип* нарастания характеризуется тем, что главная ось нарастает своей верхушкой неограниченно долго, практически в течение всей жизни, и является осью 1-го порядка. Боковые оси всегда развиты слабее, но их нарастание идет по тому же типу, что и материнской оси. У деревьев с моноподиальным нарастанием часто формируется пирамидальная крона, например, как у ели.

При *симподиальном* нарастании конус нарастания главного побега функционирует ограниченное время. В результате главная ось растения (ствол у древесных растений) не сопоставима с главной осью растений, характеризующихся моноподиальным нарастанием, так как состоит из осей разных порядков ветвления.

Разновидность симподиального нарастания, называемая *ложнодихотомическим* (*ложновильчатым*), нередко встречается у растений с супротивными листьями. У них из верхушечной почки развивается генеративный побег – одиночный цветок или соцветие, и дальнейший рост главного побега прекращается.

#### Направление роста побегов

По направлению и способу роста стебли часто бывают прямостоячими (ортотропными), реже – приподнимающимися (анизотропными), горизонтальными (плагиотропными), которые делятся на ползучие (в узлах образуются придаточные корни) и стелющиеся; вьющимися, цепляющимися, лазящими (усиконосными).

Стебель – осевая часть побега, состоящая из узлов и междоузлий, и растущая за счет апикальных и интеркалярных меристем. Основные функции стебля: опорная (механическая), проводящая, вынос к свету листьев. Иногда стебель служит органом запаса веществ (клубни, стебли кактусов). Через стебель осуществляется связь между корнями и листьями. По стеблю перемещаются питательные вещества (растворы минеральных солей), поглощенные корнем из почвы и органические вещества, образованные в листьях в процессе фотосинтеза. Стебель несет на себе цветки и плоды. Стебель древесных растений называется стволом. Стебель обычно имеет более или менее цилиндрическую форму и в поперечном сечении бывает округлым.

Почка – зачаточный, ещё не развившийся побег. По положению на теле растения почки бывают верхушечные, или терминальные, пазушные и придаточные. Рост стебля в высоту у большинства цветковых растений осуществляется за счёт *верхушечной* почки, или конуса нарастания; у некоторых растений – за счёт вставочного роста побегов.

*Боковые, или пазушные, почки* дают боковые побеги следующего порядка. Они закладываются в пазухах листьев и имеют такое же строение, что и верхушечные. Почки на побегах могут располагаться одиночно и группами. При одиночном расположении на побеге выделяют *верхушечное* и *пазушное супротивное* расположение почек, *верхушечное* и *пазушное очередное*; при групповом расположении почек – *серияльное, коллатеральное* и *мутувчатое*.

*Придаточные* почки могут формироваться у многих растений за счет деятельности камбия, перицикла и других образовательных тканей в разных вегетативных органах (корне, стебле, листе). Появляются эти почки на пнях многих деревьев, образуя пневую поросль, а также у большинства многолетних травянистых растений.

Из почек могут развиваться не только вегетативные побеги, но и цветки, соцветия. Почки, в которых присутствуют зачаточный стебель, зачаточные листочки и цветки, называют *смешанными, или вегетативно-генеративными*, а

почки, в которых заложен только зачаточный стебель с листьями, – *вегетативными*. Почки, из которых развиваются лишь цветки, именуют *цветочными*.

По периоду покоя почки делятся на спящие, зимующие, возобновления и обогащения. Многие пазушные почки находятся в состоянии покоя, поэтому их называют *спящими* или *глазками*. Спящие почки все время нарастают своей осью внутри ствола на толщину ежегодного годичного прироста древесины. В результате разных видов обрезки, обмерзания, обкусывания животными и других повреждений, а также при ослаблении роста кроны эти спящие почки могут давать побеги, например, *волчки* – сильные, вертикально направленные побеги с длинными междоузлиями и крупными листьями. У старых плодовых деревьев волчки используют для восстановления кроны (омолаживающая обрезка).

У древесных растений тропических широт, где существует засушливый период года, а также на корневищах и других видоизменённых побегах многолетних трав имеются почки *возобновления*, из которых весной следующего года развиваются надземные побеги.

Почки, находящиеся, в состоянии покоя зимой, называют *зимующими*. Снаружи они покрыты специализированными кроющими кожистыми почечными чешуйками, которые представляют собой наружные листья или части этих листьев. Кроющие чешуйки защищают внутренние части почки от неблагоприятных зимних условий (испарение, резкие колебания температуры и др.), такие почки называют *закрытыми*. Лишь немногие зимующие почки некоторых растений не имеют типичных защитных почечных чешуй. Такие почки называют *открытыми*.

Почки, лишённые периода покоя, называются почками *обогащения*, из которых вырастают побеги обогащения. Они характерны для большинства однолетних. Большое количество побегов одного растения существенно увеличивает его фотосинтезирующую поверхность.

#### Метаморфозы побега

Самым простым видоизменением главного побега можно считать *кочан* столовой капусты, представляющий собой почку гигантских размеров: сред-

ную часть кочана занимает мясистый стебель (кочерыга), вдоль которого расположены сочные мясистые листья. В других метаморфизированных побегах запасные вещества сосредоточены либо в стеблях, либо в листьях.

*Корневище* представляет собой побег с чешуевидными листьями низовой формации, почками и придаточными корнями. Как и надземные побеги, корневища могут нарастать моноподиально и симподиально. Почки, развивающиеся в надземные побеги, обычно имеют плотные чешуи, предохраняющие конус нарастания от повреждения почвенными частицами.

*Столон* – удлиненный тонкий побег с недоразвитыми листьями. В отличие от корневища он обычно недолговечен. Основная функция – участие в вегетативном размножении.

*Клубень* в отличие от корневища и столона сильно укорочен и утолщен. Запасные вещества в нем локализуются в стеблевой паренхиме. Клубни могут развиваться на корневищах, столонах, главном побеге и других частях растений. Они могут быть подземными и надземными. У картофеля клубни формируются на подземных столонах – беловатых хрупких побегах с чешуевидными листьями, развивающихся из пазушных почек, находящихся в основании олиственных побегов. На его поверхности в очередном порядке располагаются пазушные одиночные, или чаще собранные в группы почки – глазки, сидящие в небольших ямках, обрамленных с одной стороны бровками – остатками оснований листьев. Надземные клубни, развивающиеся из нижней части главного побега, характерны для капусты кольраби. У некоторых эпифитных орхидей клубни формируются из одного или нескольких нижних междоузлий побега. Они зелёные и участвуют в фотосинтезе, имеют шаровидную, цилиндрическую или иную форму и называются туберидиями.

*Луковица*, как и клубень, представляет собой специализированный видоизменённый укороченный побег, служащий не только для хранения питательных веществ, но и для перенесения неблагоприятных периодов года, вегетативного возобновления и размножения растений. Стебель, называемый донцем, в луковице сильно редуцирован и более или менее уплощён. Он несёт листья в

виде чешуй, а в нижней части – придаточные корни. В отличие от корневища и клубня запасными органами луковицы служат мясистые чешуи.

*Клубнелуковица* – подземное видоизменение побега, сочетающее признаки корневища и луковицы. Она развивается из побега с сильно укороченным стеблем, от нижней части которого отходят придаточные корни. На верхушке клубнелуковицы, или в её основании находится почка, из которой образуется цветочный побег. Стебель клубнелуковицы покрыт основаниями отмерших прошлогодних листьев, имеющих вид сухих пленчатых чешуй. Из почек, находящихся в их пазухах, развиваются новые клубнелуковицы – детки.

У некоторых растений побеги в процессе развития теряют листья и фотосинтезирующим органом становится стебель, называемый в этом случае *кладодием*. Обычно он уплощен. В узлах хорошо выражены перетяжки, поэтому кладодий выглядит членистым. Во влажных условиях кладодии могут быть олиственными, но в сухую погоду листья опадают. Как орган фотосинтеза кладодий имеет хорошо развитую хлорофиллоносную ткань, расположенную под эпидермой. Кладодии, по внешнему виду сходные с листьями, называют *филлокладиями*. Они развиваются из боковых почек, поэтому всегда находятся в пазухе небольшого пленчатого или чешуевидного листа.

*Колючка* – это сильно одревесневший безлистный укороченный побег с острой верхушкой. У боярышника побег, развивающийся весной в пазухе листа, сначала имеет мелкие листья и верхушечную почку. Вскоре верхушечный рост прекращается, листья опадают, стебель сильно одревесневает и превращается в колючку.

Цепляющиеся растения снабжены *усиками*, которые, как и колючки, представляют собой видоизменённые боковые побеги. У пассифлоры усики простые, неветвистые, с закрученной верхушкой. Они находятся в пазухах листьев, как и цветки. Ветвистые усики винограда представляют собой видоизменённые соцветия. У девичьего винограда окончания разветвлённых усиков дисковидно расширены и играют роль присосок, помогающих растению взбираться на опо-

ру. Усики побегового происхождения образуются у тыквы, арбуза, огурца и других представителей семейства тыквенных.

## **ЗАНЯТИЕ 5.1 МОРФОЛОГИЯ ПОБЕГА. СТРОЕНИЕ ПОЧКИ.**

### **ЛИСТОРАСПОЛОЖЕНИЕ**

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** побег, стебель, лист, почка, метamer, узел, междуузлие, пазуха листа, верхушечная и пазушная почки, листовой рубец, листовой след, удлинённый побег, укороченный побег; очередное (спиральное), супротивное и мутовчатое листорасположение.

#### **ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПОБЕГА**

Рассмотреть строение растущего побега комнатных растений: китайской розы или пеларгонии. **ЗАРИСОВАТЬ** схему строения побега, обозначить на рисунке стебель, лист, узлы, междуузлия, пазуху листа, верхушечную и пазушные почки. Рассмотреть зимующие побеги различных деревьев и кустарников. Обратить внимание на листовые рубцы и листовые следы. Они отличаются разных древесных видов, их особенности учитываются при определении деревьев и кустарников в зимнем состоянии. Определить возраст изученных побегов. **ЗАРИСОВАТЬ** схемы зимующих побегов липы (или вяза), сирени и клена, обозначить листовой рубец, листовые следы, пазушную и верхушечную почки, рубец от опавшей верхушечной почки.

#### **ЗАДАНИЕ 2. РАССМОТРЕТЬ УДЛИНЁННЫЕ И УКРОЧЕННЫЕ ПОБЕГИ ТОПОЛЯ И ЯБЛОНИ**

Линейкой измерить междуузлия удлинённых и укороченных побегов. Результаты занести в тетрадь. **ЗАРИСОВАТЬ** схемы укороченных и удлинённых побегов разных деревьев, отметить листовые рубцы, междуузлия, почки, почечные кольца. Выбрать несколько годичных побегов, измерить длину их междуузлий, данные занести в тетрадь.

#### **ЗАДАНИЕ 3. РАЗНООБРАЗИЕ НАДЗЕМНЫХ ПОБЕГОВ**

Рассмотреть на гербарных образцах или комнатных растениях различные типы надземных побегов. Прямостоячий полурозеточный – лютик многоцвет-

ковый, пастушья сумка; прямостоячий безрозеточный – пеларгония, подсолнечник, купена; приподнимающийся (восходящий) – осока волосистая; лежащий – спорыш; ползучий – будра плющевидная, лютик ползучий, земляника; вьющийся – вьюнок полевой, хмель; цепляющийся – горох, чина, горошек мышиный, лазящий – плющ; розеточный – одуванчик, подорожник большой, хлорофитум. ЗАРИСОВАТЬ схемы различных типов побегов.

#### ЗАДАНИЕ 4. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ПОЧЕК ЛИПЫ И СИРЕНИ

Рассмотреть внешний вид почки сирени. Обратит внимание на форму, размеры, окраску, характер расположения почечных чешуй, положение почки на побеге. Препаровальной иглой снять почечные чешуи, затем зачатки листьев, разложить их в ряд на листе бумаги. Самые наружные чешуи полностью опробковывают, у остальных опробкование наблюдается только в верхней части и постепенно уменьшается по мере удаления чешуй от поверхности почки. Сделать продольный разрез через почку и рассмотреть под биноклем зачаточный стебель, листовые бугорки, зачаточные соцветия. ЗАРИСОВАТЬ: 1) внешний вид почки сирени; 2) продольный разрез почки, серию почечных чешуй, серию листовых зачатков; обозначить почечные чешуи, листовые зачатки, зачаточный стебель, зачаток соцветия.

Изучить внешнее и внутреннее строение почек липы. Обратит внимание на различную степень развития прилистников, черешка и листовой пластинки в почке, что связано с функциями частей листа. Прилистники у липы выполняют функцию почечных покровов и опадают после распускания почки. В средней части почки липы и сирени сделать поперечный разрез, на котором под биноклем рассмотреть особенности листосложения. ЗАРИСОВАТЬ: 1) внешний вид почки липы; 2) тщательно отпрепарированный зачаток листа, обозначить прилистники, листовую пластинку, черешок; 3) тип листосложения в почке липы и сирени на поперечном разрезе.

#### ЗАДАНИЕ 5. ИЗУЧИТЬ ТИПЫ ЛИСТОРАСПОЛОЖЕНИЯ

Изучить типы листорасположения: спиральное (очередное), супротивное, мутовчатое на примере пеларгонии или клена, олеандра или вороньего глаза.

**ЗАРИСОВАТЬ** схемы типов листорасположения.

Проанализировать спиральное листорасположение у 2-3 растений и составить формулы их листовых циклов. **ЗАРИСОВАТЬ** диаграммы листорасположения у изученных растений, обозначить ортостихи, генетическую спираль, угол дивергенции (угол расхождения) листьев.

#### Контрольные вопросы

1. Какие морфологические признаки лежат в основе внешнего разнообразия побегов?
2. Каковы функции верхушечной и боковых почек и как различить их на побеге?
3. С чем связано различие в окраске стебля и почек летних растущих и зимующих побегов у растений одного вида?
4. Почему почку называют зачаточным побегом?
5. Каково внутреннее строение вегетативной почки? Что развивается из такой почки?
6. Каково происхождение почечных чешуй у сирени, у липы?
7. Как объяснить различную степень развития частей листа у листового зачатка?

### **ЗАНЯТИЕ 5.2. ВЕТВЛЕНИЕ И НАРАСТАНИЕ ПОБЕГОВ.**

#### **КУЩЕНИЕ ЗЛАКОВ**

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** верхушечная, боковая, пазушная, придаточная почки; верхушечное и боковое ветвление; моноподиальное и симподиальное нарастание; перевершинивание; кущение.

#### **ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ ТИПЫ ВЕТВЛЕНИЯ**

Определить тип ветвления у различных растений: плауна, сосны, ясеня, сирени и др. **ЗАРИСОВАТЬ** схемы ветвления у различных растений.

#### **ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ ТИПЫ НАРАСТАНИЯ**

Используя зимние побеги, определить типы нарастания систем побегов у различных растений. **ЗАРИСОВАТЬ** схемы нарастания систем побегов. Обо-

значить порядок ветвления побегов.

### **ЗАДАНИЕ 3. ИЗУЧИТЬ ФОРМЫ КУЩЕНИЯ ЗЛАКОВ**

На гербарном материале уяснить сущность кущения, найти узлы кущения, главный побег и боковые побеги последующих порядков. Определить к какому типу - рыхлокустовые, плотнокустовые или длиннокорневищные - относятся изучаемые злаки. ЗАРИСОВАТЬ схемы кущения злаков.

Контрольные вопросы:

1. В чём принципиальное отличие верхушечного ветвления от бокового?
2. Чем отличается моноподиальное нарастание от симподиального?
3. В чём отличие главной оси растения с моноподиальным нарастанием от главной оси растения с симподиальным нарастанием?
4. Почему боковое ветвление более прогрессивно, чем верхушечное?
5. Как отличить верхушечную почку от верхней пазушной?

### **ЗАНЯТИЕ 5.3. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ТРАВЯНИСТЫХ ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ**

ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ: стебель, конус нарастания, прокамбий, экзархно, эндархно, центробежно, центростремительно, протоксилема, протофлоэма, метаксилема, метафлоэма, камбий, перицикл, центральный цилиндр, стела, первичная кора, эндодерма, поясок Каспари.

#### **ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ КИРКАЗОНА**

Изучить поперечный срез стебля кирказона. Обратит внимание на пучковое строение стебля. ЗАРИСОВАТЬ схему строения стебля кирказона; отметить эпидерму, колленхиму первичной коры, паренхиму первичной коры, эндодерму, склеренхиму перицикла, паренхиму перицикла, первичную флоэму, вторичную флоэму, пучковый камбий, вторичную ксилему, первичную ксилему, межпучковый камбий, сердцевину.

#### **ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА**

Изучить поперечный срез стебля подсолнечника. Обратит внимание на переходное строение стебля. ЗАРИСОВАТЬ схему строения стебля подсолнеч-

ника, отметить эпидерму, колленхиму, эндодерму, перицикл, первичную и вторичную флоэму, пучковый и межпучковый камбий, вторичную ксилему, смоляные ходы, первичную кору, центральный цилиндр, волосок.

### ЗАДАНИЕ 3. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ЛЬНА

Изучить поперечный срез стебля льна. Обратит внимание на непучковое строение стебля. ЗАРИСОВАТЬ схему строения стебля льна, на которой отметить эпидерму, колленхиму первичной коры, эндодерму, лубяные волокна, флоэму, камбий, вторичную ксилему, первичную ксилему, сердцевинный луч, паренхиму сердцевины.

### ЗАДАНИЕ 4. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ЛЮТИКА ПОЛЗУЧЕГО

Изучить поперечный срез стебля лютика ползучего. Обратит внимание на пучковое строение стебля без межпучкового камбия. ЗАРИСОВАТЬ схему строения стебля лютика, на которой отметить эпидерму, паренхиму первичной коры, склеренхиму, флоэму, пучковый камбий, ксилему, сердцевину.

#### Контрольные вопросы

1. В какой части стебля двудольного растения можно увидеть первичное строение, а в какой – вторичное?
2. Чем обусловлено образование непучкового, переходного и пучкового типов вторичного строения стебля?
3. Как закладывается прокамбий при непучковом, переходном и пучковом типах строения стебля?
4. Как дифференцируется камбий при непучковом, переходном и пучковом типах строения стебля?
5. Как расположены проводящие пучки в стебле двудольных при пучковом и переходном типах строения?
6. Какие типы проводящих пучков встречаются в стеблях двудольных растений?
7. Какие различия между стеблем и корнем при переходе от первичного строения ко вторичному?

8. Какая разница между расположением механических и проводящих тканей в стебле и корне?

9. По каким анатомическим признакам можно отличить стебель от корня?

## **ЗАНЯТИЕ 5.4. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ОДНОДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ**

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** эпидерма, первичная кора, центральный цилиндр, перицикл, проводящий пучок, протофлоэма, метафлоэма, протоксилема, метаксилема, древесинная паренхима.

### **ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ КУПЕНЫ**

Изучить поперечный срез стебля купены. На срезе стебля отметить три части: 1) эпидерму, 2) первичную кору и 3) центральный цилиндр. Определить тип проводящих пучков. **ЗАРИСОВАТЬ** схему строения стебля; отметить эпидерму, первичную кору, центральный цилиндр с перициклом и проводящими пучками.

### **ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ КУКУРУЗЫ**

Изучить поперечный срез стебля кукурузы. **ЗАРИСОВАТЬ:** 1) схему строения стебля; 2) схему строения проводящего пучка, на которой отметить склеренхимную обкладку, протофлоэму, метафлоэму, древесинную паренхиму, метаксилему, лауну протоксилемы.

### **ЗАДАНИЕ 3. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ РЖИ**

Изучить поперечный срез стебля ржи. **ЗАРИСОВАТЬ** схему строения соломины ржи; обозначить эпидерму, устьица, хлорофиллоносную ткань, склеренхиму, проводящие пучки, паренхиму.

### **ЗАДАНИЕ 4. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ИРИСА (или СПАРЖИ)**

Рассмотреть поперечный срез междоузлия стебля ириса. **ЗАРИСОВАТЬ** схему строения стебля ириса и обозначить эпидерму; первичную кору с хлоренхимой и эндодермой; центральный цилиндр со склеренхимой перицикла, основной паренхимой, коллатеральными пучками.

## Контрольные вопросы

1. Каковы особенности строения стебля однодольных растений?
2. Почему стебель большинства однодольных не утолщается?
3. Какие два типа пучкового строения стебля наиболее распространены у однодольных?
4. Почему у двудольных под эпидермой располагается колленхима, а у однодольных – склеренхима?
5. Чем стебель однодольных отличается от стебля травянистых двудольных?

## ЗАНЯТИЕ 5.5. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ: сердцевинный луч, годичное кольцо, весенняя и осенняя древесина, твердый и мягкий луб, корка, кора

### ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ СОСНЫ

Рассмотреть поперечный срез стебля сосны. ЗАРИСОВАТЬ: 1) схему строения поперечного среза стебля сосны, обозначить сердцевину; древесину с годичными кольцами, смоляными каналами и сердцевинными лучами; камбий; вторичную кору со вторичной и первичной флоэмой, сердцевинными лучами и перициклической зоной; корку; 2) участок поперечного среза, изобразив границу двух годичных колец. Обратит внимание на характер поперечного сечения весенних и осенних трахеид. Отметить на рисунке весеннюю и осеннюю древесину; сердцевинный луч; смоляные ходы.

ЗАРИСОВАТЬ участок древесины на тангентальном срезе, отметить трахеиды с цепочками окаймленных пор на радиальных стенках изобразить простой (однорядный) и сложный (многорядный) лучи.

ЗАРИСОВАТЬ участок радиального среза, обратит внимание на особенность строения продольных трахеид с окаймлёнными порами, изобразить луч, состоящий из лучевых трахеид с мелкими окаймлёнными порами и паренхимных клеток.

## ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ЛИПЫ

Познакомится со строением стебля липы. ЗАРИСОВАТЬ: 1) схему строения поперечного среза стебля липы, отметить кору, камбий, древесину с годовыми кольцами, перимедулярную зону, сердцевину, сердцевинные лучи; 2) строение вторичного луба и древесины. Отметить на рисунке мягкий и твердый луб, вторичную древесину.

### Контрольные вопросы

1. С чем связано формирование древесной структуры растения?
2. Из каких тканей состоит древесина и луб у хвойных и листопадных древесных растений, и каковы функции этих тканей?
3. Какие элементы входят в состав сердцевинных лучей сосны? Какова функция лучей?
4. Какие особенности анатомического строения сосны свидетельствуют о примитивности организации?
5. Что такое вторичная кора и чем она отличается от первичной?
6. Как отличить на поперечных и продольных срезах трахеиды, сосуды, волокна либриформа, одревесневшие клетки паренхимы?
7. Объяснить образование годовых колец ксилемы.
8. Где находится самое молодое (последнее) и самое старое (первое) годовичное кольцо?

## ЗАНЯТИЕ 5.6. МЕТАМОРФОЗ ПОБЕГА

ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ: метаморфоз, клубень, луковица, клубнелуковица, корневище, стolon, кладодий, филлодий, филлокладий, ус, усик, колючка, шип, аналогичные органы, гомологичные органы.

### ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ МЕТАМОРФИЗИРОВАННЫХ ПОБЕГОВ

Изучить строение клубня картофеля. ЗАРИСОВАТЬ: превращение конца stolона в клубень, на клубне; обозначить стеблевую часть, глазки с почками, бровки с чешуевидными листьями.

Познакомится с внешним строением корневища пырея ползучего и купены лекарственной. ЗАРИСОВАТЬ: участок корневища, на рисунке обозначить узлы с чешуевидными листьями и почками, междоузлия, придаточные корни.

Рассмотреть внешнее и внутреннее строение луковицы. ЗАРИСОВАТЬ: продольный разрез луковицы, отметить донце, сухие и мясистые чешуи, придаточные корни, пазушные почки, верхушечную почку, зеленые листья.

Познакомится со строением клубнелуковицы гладиолуса (внешний вид и на продольном разрезе). ЗАРИСОВАТЬ: внешний вид и продольный разрез клубнелуковицы, обозначить донце, чешуи, узлы, почки, придаточные корни.

Познакомится со строением столонов картофеля. Рассмотреть верхушки столонов на разной стадии развития. ЗАРИСОВАТЬ: внешний вид столона и последовательные этапы развития клубня на столоне, обозначить стебель, чешуевидные листья, почки, придаточные корни, формирующийся клубень.

## ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ НАДЗЕМНЫХ МЕТАМОРФИЗИРОВАННЫХ ПОБЕГОВ

Изучить внешнее строение кладодиев опунции, эпифиллюма, зигокактуса. Найти признаки, доказывающие побеговое происхождение кладодиев, обратить внимание на особенности развития листьев. ЗАРИСОВАТЬ: кладодии изученных растений

Изучить внешнее строение филлокладиев иглицы, аспарагуса. Найти признаки, доказывающие побеговое происхождение филлокладиев. ЗАРИСОВАТЬ филлокладии изученных растений.

Изучить строение усов земляники, лютика ползучего. ЗАРИСОВАТЬ: усы изученных растений, обозначить узлы, удлиненные междоузлия, укоренившиеся розетки.

Рассмотреть усики гороха (видоизменённые верхние листочки перистосложного листа), усики тыквенных (видоизменённые листья), усики винограда (видоизменённые побеги). ЗАРИСОВАТЬ усики изученных растений, отметить их происхождение.

Рассмотреть и ЗАРИСОВАТЬ колючку боярышника, сливы, гледичии, найти признаки, доказывающие её побеговую природу.

Рассмотреть и ЗАРИСОВАТЬ колючки барбариса, кактусов, найти признаки, доказывающие их листовое происхождение.

Рассмотреть и ЗАРИСОВАТЬ колючки белой акации, найти признаки, доказывающие, что это видоизменённые прилистники.

Рассмотреть шипы на побегах шиповника и уяснить отличие колючки от шипа. ЗАРИСОВАТЬ шипы на побегах шиповника или малины.

### ЗАДАНИЕ 3. ПРОАНАЛИЗИРОВАТЬ АНАЛОГИЧНЫЕ ОРГАНЫ

Привести в тетради примеры аналогичных органов растений с функцией листа, запасающей, уменьшения испарения, закрепление на опоре побега

### ЗАДАНИЕ 4. ПРОАНАЛИЗИРОВАТЬ ГОМОЛОГИЧНЫЕ ОРГАНЫ

Приведите в тетради примеры гомологичных органов побега, листа, прилистников, отметьте название растений.

#### Контрольные вопросы

1. В чём эволюционное значение метаморфоза?
2. Как доказать, что клубень, луковица, корневище – видоизменённые побеги?
3. Какие функции наиболее выражены у клубня, у луковицы, у корневища?
4. Установите различие между столоном и корневищем, корневищем и корнем, корневищем и усом, колючкой и шипом.
5. Что общего между столоном и корневищем?
6. Как доказать, что колючки у барбариса, белой акации имеют листовое происхождение?
7. Если положить на свет клубни картофеля и георгина, то первые вскоре позеленеют, а вторые – нет. Чем это объясняется?
8. Как отличить колючку побегового происхождения от колючки листового происхождения?
9. Объясните значение агротехнического приёма окучивания картофеля.

## ТЕМА 6. ЛИСТ

Лист – боковой, двусторонне симметричный орган растения с ограниченным верхушечным ростом, выполняющий три главные функции: фотосинтез, транспирацию и дыхание.

Типичный лист состоит из пластинки, имеющей дорзовентральное строение (верхняя – адаксиальная сторона отличается от нижней – абаксиальной) основания, черешка и прилистников.

1. Бифациальный (от лат. *bis* – два, и *facies* – поверхность, форма) тип характеризуется приуроченностью столбчатого мезофилла к верхней стороне листовой пластинки. По характеру жилок (на нижней стороне выпуклые), по окраске (нижняя сторона более тусклая). Таковы листья многих двудольных растений.

2. Изолатеральный (от греч. *isos* – равный, одинаковый и лат. *lateralis* – боковой) тип отличается от предыдущего расположением столбчатого мезофилла на обеих сторонах листовой пластинки. Это обычно для листьев, пластинки которых ориентированы не перпендикулярно, а более или менее параллельно солнечным лучам, чем достигается их двустороннее освещение. Примером изолатеральных листьев могут служить листья растений ксерофитов, эвкалипта.

3. Унифациальный, или радиальный, тип листа представляет собой модификацию изолатерального типа. Он свойствен узким цилиндрическим или трубчатым листьям, развитие которых связано с редукцией их верхней (адаксиальной) поверхности, как у лука. Столбчатый мезофилл находится под эпидермой по всей окружности поперечного среза листа.

**Основание листа** обычно расширенное, сросшееся со стеблем в области узла и частично или полностью обрастающее его. В первом случае узел называют неполным, во втором – полным. **Черешок** развивается у большинства цветковых, некоторых голосеменных растений (саговник, гинкго) и папоротников. Он укрепляет листовую пластинку на стебле, в большой степени определяет её ориентацию, так как может менять своё положение, осуществляет пере-

движение веществ. Черешок может значительно превышать длину листовой пластинки.

В зависимости от наличия черешка листья делятся: на короткочерешковые, длинночерешковые, сидячие. Если листовая пластинка соединена со стеблем с помощью черешка, лист называют черешковым, если черешка нет и пластинка соединена со стеблем основанием – сидячим. Если края основания пластинки полностью охватывают стебель в области узла, лист называют стеблеобъемлющим, если они окружают стебель лишь наполовину – полустеблеобъемлющим. Если в стеблеобъемлющем листе края основания пластинки срастаются между собой, возникает пронзённый лист. Если основание пластинки, срастаясь со стеблем, образует на нём продольную кайму, лист называют низбегающим.

Длинные влагалища характерны для листьев злаков. Если края влагалища срастаются между собой на значительном протяжении, образуя трубку, его называют закрытым, или замкнутым, если они остаются свободными, но заходят один за другой, влагалище называют открытым, или незамкнутым. В месте перехода в листовую пластинку влагалище образует язычок в виде довольно длинной или короткой плёнки, оторочки, либо волосков. Язычок плотно прилегает к стеблю, препятствуя попаданию воды внутрь влагалища, защищающего находящуюся в основании междоузлия зону интеркалярного роста.

На основании листа многих растений образуются парные, часто несимметричные, пленчатые или похожие на листовые пластинки выросты – прилистники. Они могут сохраняться в течение всей жизни листа, у некоторых рано опадают. Иногда прилистники отмирают, но остаются на растении. Прилистники могут срастаться с черешком, как у шиповника, или между собой, образуя вокруг стебля муфту, называемую раструбом, он характерен для семейства гречишных.

Пластинка – самая важная часть листа, так как именно в ней осуществляются наиболее активно фотосинтез, транспирация и дыхание.

Зелёный цвет листовой пластинки обусловлен пигментом – хлорофиллом. Иногда он замаскирован другими пигментами, например, антоцианом, раство-

рѐнном в клеточном соке. Серебристо-белые пятна на листовых пластинках представляют собой участки, клетки которых либо содержат вместо хлоропластов бесцветные пластиды – лейкопласты, либо в этих местах много межклетников, заполненных воздухом, рассеивающим солнечные лучи. Листовые пластинки могут быть голыми, покрытыми восковым налѐтом, либо в той или иной степени опушенными. Густое опушение из мѐртвых светлых волосков и восковой налѐт играют роль экрана, отражающего солнечные лучи. Это препятствует нагреванию листа, а, следовательно, и излишнему испарению.

Листовые пластинки внешне очень разнообразны. При их описании обращают внимание на два признака: соотношение длины и ширины и расположение наиболее широкой части посередине листовой пластинки либо выше или ниже её. В ряде случаев листья описывают по сходству с очертаниями каких-либо предметов, например, игольчатые, тесьмовидные, мечевидные, сердцевидные, лировидные, щитовидные, чешуевидные и другие. Морфологическое разнообразие листовых пластинок связано также с особенностями строения их основания, верхушек и краев. Край листовой пластинки может иметь неглубокие вырезы разных очертаний.

Более глубокие вырезы, достигающие до  $1/4$ ,  $1/2$  половины пластинки листа или до средней жилки, свойственны расчлененным листьям. Если глубина вырезов меньше половины полупластинки, лист называют лопастным, если она примерно равна половине полупластинки, – раздельным, если вырезы доходят до средней жилки, – рассечѐнным. Соответственно и сами части пластинки листа между вырезами называют лопастями, долями или сегментами. В зависимости от их числа и расположения листья могут быть тройчатыми, пальчатыми и перистыми. Иногда выросты различаются по размерам и очертаниям.

Жилки – это проводящие пучки, проходящие по листу, затем идущие в стебель. Их функции – проводящая и механическая. Соотношение между средней и боковыми жилками, их топографические особенности и характер коммуникаций между ними создают разные типы жилкования, представляющего собой важный диагностический признак растения.

Различают два основных типа жилкования: открытое и закрытое. В первом случае жилки, или проводящие пучки, не связаны между собой и слепо заканчиваются близ края листовой пластинки. Классическим примером открытого жилкования служит вильчатое, или дихотомическое жилкование, встречающееся у современных папоротников, а из голосеменных – у гинкго двулопастного. При дихотомическом жилковании главная жилка не выражена.

Закрытое жилкование характеризуется наличием анастомозов между боковыми жилками, которые, в свою очередь, могут разветвляться на жилки 2-го, 3-го и последующих порядков. Тип закрытого жилкования определяется также соотношениями между главной и боковой жилками. При параллельном жилковании, свойственном линейным листьям злаков, осок, все жилки идут вдоль всей листовой пластинки, местами образуя анастомозы. Жилки сходятся у верхушки листовой пластинки.

Дуговидное жилкование, характерное для широких листьев, отличается от параллельного лишь тем, что жилки, проходящие от основания до верхушки листовой пластинки, дуговидно изогнуты, как у ландыша.

Жилкование называют перистым, если в листовой пластинке хорошо выражена главная, или средняя, жилка, идущая от основания до верхушки, а от нее под углом отходят боковые жилки, которые, в свою очередь, могут разветвляться. Такое жилкование имеют листья дуба, берёзы, ольхи, осины и многих других растений.

Пальчатое жилкование отличается от перистого наличием одной или нескольких крупных боковых жилок, лучеобразно отходящих от основания главной жилки, как у клена, манжетки. В зависимости от топографических особенностей боковых жилок высших порядков ветвления близ края листовой пластинки перистое и пальчатое жилкование подразделяют на краевое (краебежное) и петлевидное. В первом случае боковые жилки доходят непосредственно до края пластинки, заходя в зубчики или даже выступая за их пределы в виде щетинок или остей. Во втором случае боковые жилки, не доходя до края листо-

вой пластинки, петлевидно изгибаются, присоединяясь к выше расположенной жилке, также петлевидно изогнутой.

Если все боковые жилки многократно ветвятся и их ответвления соединены анастомозами, жилкование называют сетчатым. В этом случае все жилки образуют сеть, каждая ячейка которой представляет собой участок листовой пластинки – ареолу. У некоторых растений в нее заходит слепо заканчивающееся окончание мелкой жилки.

У многих растений жилки, окруженные тканями листа, выступают на его поверхности в виде гребней или ребер. Лучше всего они заметны на нижней стороне листовой пластинки.

Если у листа одна пластинка, его называют простым.

В сложных листьях пластинок несколько или много. Каждая из них обычно имеет собственный черешочек, отходящий от общего черешка – рахиса. Отдельную пластинку сложного листа называют листочком. В зависимости от числа листочков и их расположения на общем черешке различают листья тройчато-сложные, пальчато-сложные, в которых листочки расположены веером, и перистосложные, в которых листочки расположены вдоль рахиса в 2 ряда, один напротив другого. Число листочков может быть парным и непарным. Для некоторых растений характерны дважды и даже многократно-сложные листья.

Различают 5 типов листорасположения: двурядное, супротивное, мутовчатое, ложномутовчатое и очередное.

**Супротивное** листорасположение характеризуется наличием в узле 2 листьев – одного напротив другого. Угол расхождения между ними составляет  $180^\circ$ , или  $1/2$  окружности стебля. Супротивные листья в соседних узлах могут располагаться строго один над другим, то есть двумя продольными рядами. Однако гораздо чаще листья каждого узла расположены между листьями соседних узлов. При таком накрест-супротивном расположении, характерном, например, для представителей семейства губоцветных, стебель будет иметь 4 ряда листьев, с углом расхождения  $90^\circ$ , или  $1/4$  окружности стебля.

При **мутовчатом** листорасположении от узла отходят более 2 листьев, углы расхождения между ними будут равны  $360^\circ/p$ , где  $p$  – число листьев в мутовке. В мутовке из 3 листьев угол расхождения составляет  $120^\circ$ , или  $1/3$  окружности стебля.

**Ложномутовчатое** – прилистники принимают форму листьев и от узла могут отходить два листа и два прилистника, только в пазухе листьев имеются почки.

**Двурядное листорасположение** характерно для однодольных, когда листья на стебле располагаются с двух сторон в одной плоскости. Угол расхождения составляет  $180^\circ$ .

Обычно листья располагаются так, чтобы верхние не затеняли нижние, чередуясь, т.е. в промежутках между ниже и выше расположенными листьями. Мысленно можно провести прямую, соединяющую два листа, расположенные друг над другом, такая линия называется – **ортостиха**.

Часть окружности между соседними листьями называется **углом расхождения**. Воображаемая линия, соединяющая основания листьев, имеет вид спирали, которую называют **основной, или генетической**. Она отражает порядок формирования листьев в почке. Листья, находящиеся на одном обороте этой спирали, не считая листа, расположенного на той же ортостихе, что и первый лист, составляют **листовой цикл**.

Метаморфозы листа.

**Колючки и усики**. Листовые колючки свойственны барбарису. У очень молодых побегов их нет. Оставшиеся сегменты, представляющие собой по существу жилки бывшей листовой пластинки, впоследствии сильно одревесневают и превращаются в 3-5-рассеченные колючки, в пазухах которых находятся почки или развившиеся из них укороченные побеги.

В колючки могут превращаться и прилистники. Такие парные колючки, находящиеся в основании перисто-сложных листьев, имеют белая акация и карагана. Усики, характерные для многих представителей семейства бобовых, образуются из верхних частей перисто-сложных листьев.

У чернодревесинной акации, произрастающей в Австралии, исходный тип листа дважды-перисто-сложный. Однако у взрослых растений развитие листа сопровождается расширением черешка (рахиса), приобретающего вид удлинённой листовой пластинки, и редукцией настоящих листочков. Такие листовидные черешки, осуществляющие фотосинтез, называют филлодиями. Они встречаются и у некоторых бразильских видов кислицы.

Своеобразную форму листьев имеет тропическая лиана – дисхидия Раффлеза, у которой наряду с обычными развиваются также мешковидные листья. Они образуются вследствие срастания краями свертывающихся вдоль средних жилок листовых пластинок, так что верхние их стороны становятся внутренними. Такой мешковидный лист служит для хранения воды, попадающей в него через находящееся наверху отверстие. Через него же внутрь этого органа врастают отходящие от стебля придаточные корни, поглощающие содержащуюся в нем воду.

Большое морфологическое разнообразие свойственно листьям так называемых хищных, или плотоядных, растений. Они принадлежат к разным семействам, живут в разных климатических зонах, среди них есть и водные, и болотные, и эпифитные растения. В этих условиях растения не получают достаточно минерального питания, прежде всего они страдают от недостатка азота. В связи с этим растения выработали ряд приспособлений для переваривания сидящихся на их листьях мелких беспозвоночных, восполняя, таким образом, недостаток натрия, калия, магния, фосфора, азота. Ловчими органами у этих растений служат видоизменённые листья.

## **ЗАНЯТИЕ 6.1 МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА**

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** основание листа, черешок, листовая пластинка, прилистники, влагалище, раструб, простой и сложный лист, рахис.

### **ЗАДАНИЕ 1. ПОЛОЖЕНИЕ ЛИСТА НА СТЕБЛЕ**

На комнатных растениях и по гербарию выделить следующие разновидности листа: длинночерешковый - пеларгония, осина, тополь, клен; короткочерешковый - дуб, ива; сидячий - традесканция; влагалищный - злаки, осоки, зонтичные; стеблеобъемлющий - осот полевой; пронзенный - володушка круглолистная; низбегающий - чертополох, коровяк. ЗАРИСОВАТЬ разновидности положения листа на стебле, отметить название растения.

## ЗАДАНИЕ 2. РАССМОТРЕТЬ РАЗНООБРАЗИЕ ПРИЛИСТНИКОВ.

Рассмотреть разнообразие прилистников: свободные прилистники – боярышник черный; прилистники, сросшиеся с черешком - шиповник, клевер луговой, прилистники, сросшиеся с листом в раструб – гречишные; травянистые прилистники – лапчатка гусиная, фиалка листовидные прилистники – горох посевной, соевичник весенний прилистники, видоизменённые в колючки – белая акация.

ЗАРИСОВАТЬ: 1) морфологическое разнообразие листьев; 2) морфологическое разнообразие прилистников.

## ЗАДАНИЕ 3. ИЗУЧИТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЛИСТА.

По имеющемуся материалу изучить основные морфологические параметры листа.

1. Положение листа на стебле: длинночерешковый (а), короткочерешковый (б), сидячий (в), низбегающий (г), стеблеобъемлющий (д), пронзенный (е), сросшийся (ж).

2. Форма основания листовой пластинки: клиновидное (а), округлое (б), сердцевидное (в), усеченное (г), стреловидное (д), копьевидное (е), неравнобокое (ж), суженное (з).

3. Форма верхушки листовой пластинки: тупая (а), усеченная (б), острая (в), заостренная (г), остроконечная (д), выемчатая (е).

4. Форма края листовой пластинки: цельнокрайний (а), зубчатый (б), двоякозубчатый (в), пильчатый (г), двоякопильчатый (д), неравнопильчатый (е), городчатый (ж), выемчатый (з), волнистый (и), реснитчатый (к).

5. Жилкование листа: дихотомическое (а), пальчатое (б), перистое (в), параллельное (г), дуговое (д).

ЗАРИСОВАТЬ по одному примеру по каждой разновидности, подписать название растений.

2 – особые формы листьев: сердцевидный (а), почковидный (б), щитовидный (в), ромбический (г), чешуевидный (д), стреловидный (с), копьевидный (ж), лопатчатый (з), треугольный (и), неравнобокий (к), игольчатый (л).

Составить морфологическое описание листьев (комнатных растений или засушенных).

ЗАРИСОВАТЬ листья в соответствии с предложенными морфологическими описаниями:

№ 1. Лист 12 см длины, 8 см ширины. Листовая пластинка цельнокраяная, яйцевидная, с заострённой верхушкой и с сердцевидным основанием. Жилкование перистое, боковых жилок 10 пар, отходящих под углом  $45^\circ$ . Черешок в 5 раз короче пластинки, желобчатый, в верхней части слегка крылатый, голый.

№ 2. Лист простой, черешковый. Листовая пластинка обратноузкояйцевидная, длиной 14 см, шириной 6 см. Основание пластинки суженное, верхушка острая, край зубчатый. Жилкование перистое. Боковых жилок 8 пар, отходят от главной под углом  $45^\circ$ . Черешок цилиндрический, длиной 2 см.

№ 3. Лист простой, черешковый. Листовая пластинка эллиптическая, длиной 7 см, шириной 5 см. Край пластинки городчатый. Жилкование перистое, боковых жилок 4 пары, отходят от главной под углом  $30^\circ$ . Черешок короткий, в верхней части слегка крылатый.

№ 4. Лист непарноперистосложный. Листочки обратнояйцевидные, длиной 2 см, шириной 1,5 см, Край пластинки пильчатый, основание округлое, верхушка остроконечная. Жилкование перистое. Боковых жилок 5 пар, отходят под углом  $50^\circ$ . Черешочек 3 мм.

#### Контрольные вопросы

1. Назвать основные части листа и их функции.

2. Каковы основные причины расчленения листа на части?
3. С чем связано огромное многообразие морфологических признаков листа?
4. Какова длительность жизни листа у разных растений?

## **ЗАНЯТИЕ 6.2. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА**

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** лист, мезофилл; столбчатая, губчатая, складчатая паренхима; гиподерма, цистолит, друзы, идиобласт, моторные клетки, смоляной ход, трихомы, изолатеральный лист; схизогенные и лизигенные межклетники; эндодерма, поясок Каспари.

### **ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА КАМЕЛИИ**

Рассмотреть поперечный срез листа камелии. **ЗАРИСОВАТЬ** поперечный срез листа камелии. На рисунке обозначить верхнюю и нижнюю эпидерму, кутикулу, столбчатую и губчатую паренхиму, проводящий пучок, друзы, склереиды:

### **ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА ФИКУСА**

Рассмотреть и **ЗАРИСОВАТЬ** поперечный срез листа фикуса. На рисунке обозначить верхнюю эпидерму с гиподермой и кутикулой; клетку с цистолитом; двухслойную столбчатую паренхиму, воронковидные (собирающие) клетки, губчатую паренхиму; один слой столбчатой паренхимы с нижней стороны листа; нижнюю эпидерму с устьицами; коллатеральный закрытый проводящий пучок.

### **ЗАДАНИЕ 3. ИЗУЧИТЬ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА КОВЫЛЯ**

Рассмотреть и **ЗАРИСОВАТЬ** поперечный срез листа ковыля. На рисунке обозначить нижнюю эпидерму с кутикулой, склеренхимную гиподерму, проводящие пучки с эндодермой, ассимиляционную ткань, верхнюю эпидерму с устьицами, волосками и моторными клетками.

### **ЗАДАНИЕ 4. ИЗУЧИТЬ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА СОСНЫ**

Рассмотреть и **ЗАРИСОВАТЬ** поперечный срез листа сосны. На рисунке обозначить эпидерму с устьицами, гиподерму, складчатый мезофилл, смоляные ходы, эндодерму, сосудистые пучки и механические волокна.

## Контрольные вопросы

1. В чём различие по строению и функциям между столбчатой и губчатой паренхимой листа?
2. Каково строение проводящих пучков листа?
3. Почему ксилема в пучке всегда обращена в верхней стороне листа?
4. Каковы строение и функции моторных клеток?
5. В чём особенность строения мезофилла хвои сосны?
6. Какую функцию выполняют обкладки проводящих пучков?
7. Как по анатомическому строению определить верхнюю сторону листа?
8. Какие признаки анатомического строения листа свидетельствуют о ксерофитности растения?
9. Показать связь анатомического и морфологического строения листа с его функциями.
10. Каковы особенности расположения устьиц у различных растений?

## ТЕМА 7. ЦВЕТОК

Цветок или цветки развиваются из цветочных почек. Обычно цветок имеет длинную или короткую цветоножку, заканчивающуюся цветоложем – осевой частью цветка, на которой располагаются листочки околоцветника, тычинки и плодолистики. Совокупность тычинок называют андроцеом, а совокупность плодолистиков – гинецеом.

Тычинка состоит из тычиночной нити и пыльника. Плодолистики образуют в цветке один, несколько или многочисленные пестики, в каждом из которых различают завязь с семязачатками внутри, стилодий – оттянутую верхушку плодолистика – и находящееся на нем рыльце. Сросшиеся стилодии нескольких плодолистиков называют столбиком.

Различают 2 типа околоцветника: простой, состоящий из одинаковых листочков, и двойной, дифференцированный на чашечку, элементы которой называют чашелистиками, и венчик, элементы которого именуют лепестками.

Цветоложе может быть сильно вытянутым, как у магнолии, мышехвостника, ко-

нусовидным, как у малины, выпуклым, но укороченным, как у лютика, вогнутым, плоским и слабо выраженным. Между характером цветоложа, общим числом элементов цветка и их расположением на цветоложе существует определенная связь.

Если цветоложе длинное, а элементы цветка многочисленные, то обычно они расположены на цветоложе по спирали. Такой цветок называют спиральным, или ациклическим. Он характерен для магнолии, калужницы.

Укорочение цветоложа, уменьшение и строгая фиксация числа членов цветка коррелирует с их расположением мутовками, или кругами. Такой цветок называют круговым, или циклическим. В типичных круговых цветках элементы каждого внутреннего круга чередуются с элементами наружного (по отношению к ним) круга. Таким образом, в круговых цветках соблюдается правило чередования кругов.

В цветке могут сочетаться оба типа расположения элементов: мутовчатое и спиральное. Такой цветок называют полукруговым, или гемициклическим. Цветок, самую верхнюю часть которого составляют пестик или пестики, не срастающиеся с другими частями цветка, называют подпестичным. В таком цветке листочки околоцветника и тычинки всегда прикреплены к цветоложу ниже завязи, как у тюльпана. В околопестичном цветке пестик или тычинки находятся на дне более или менее вогнутого гипантия, не срастаясь с ним. В обоих типах цветков завязь называют верхней или свободной.

У некоторых растений завязь нижняя, в одних случаях её образование связано с инвагинацией цветоложа, в которое она опускается, как у кактуса, в других – срастанием завязи с гипантием, как у яблони. Цветки с нижней завязью называют надпестичными, так как листочки околоцветника и тычинки находятся непосредственно на уровне верхушки завязи. Встречаются и цветки с полунижней завязью, верхняя часть которой свободна, как у зонтичных.

Простой околоцветник и чашечка могут быть свободно- или сростнолистными, а венчик – свободно- или сростнолепестным. Нередко их называют соответственно спайнолистными и спайнолепестными.

Простой околоцветник, состоящий из ярких листочков, называют венчиковидным, а состоящий из невзрачных бурых, зеленоватых, обычно мелких элементов, –

чашечковидным. Листочки венчиковидного околоцветника по внешнему виду и анатомически сходны с лепестками гетерохламидных цветков. Листочки простого околоцветника обычно располагаются мутовками. Венчиковидный околоцветник может быть раздельнолистным и сростнолистным.

Чашечка состоит из чашелистиков, обычно представляющих собой цельные сидячие листья с широкими основаниями, отходящими от цветоложа.

Чашелистик имеет эпидерму с устьицами, гиподерму, состоящую из более или менее толстостенных клеток, однородный мезофилл, в клетках которого много хлоропластов; в нем развиты также механические ткани, проводящая система обычно представлена 3 разветвленными пучками.

У большинства растений чашелистики зеленые или буроватые, но иногда они ярко окрашены. Желтые широкояйцевидные чашелистики характерны для купальницы, лиловые – для живокости, борца, красные – для фуксии.

Чашечки могут быть свободно- и спайнолистными, актиноморфными и зигоморфными.

Пыльники очень варьируют по форме и размерам. В очертании они могут быть округлыми, овальными, продолговатыми, линейными, с рожковидными выростами т.д. Пыльник называют неподвижным, если по длине он почти равен связнику и тычиночная нить в месте перехода в связник имеет ту же ширину, что и в основании или слегка расширена, и качающимся, если по длине он значительно превышает связник и место отхождения сильно утонченной тычиночной нити находится почти посередине пыльника.

При наличии очень короткого связника половинки пыльника нередко расходятся в верхней и нижней частях, и он приобретает X-образные очертания. Сильное разрастание связников, свойственное, в частности, губоцветным, приводит к раздвиганию половинок пыльника. У шалфея связник имеет вид неравноплечего коромысла, длинное плечо которого несет нормальную половину пыльника, а короткое – его вторую, стерильную часть, превращённую в небольшую пластинку. В таких тычинках нить очень короткая. У большинства растений пыльники четырёхгнездные, при этом гнёзда располагаются вдоль связника, по всей его длине.

Тычиночные нити у большинства растений тонкие, цилиндрические, но они могут быть и широкими, плоскими, Число тычинок в цветке варьирует от одной до весьма многочисленных.

Как и другие элементы цветка, тычинки могут срастаться между собой. Андроцей, состоящий из свободных тычинок, называют многобратственным, а если все тычинки срослись между собой нитями – однобратственным.

Основная функция тычинок – образование пыльцевых зёрен, развивающихся в гнёздах пыльника.

У многих растений плодолистик представляет собой лист, сложенный вдоль средней жилки адаксиальной стороной внутрь и сросшийся краями. Пестик состоит из завязи, стилодия и рыльца. Гинецей может быть мономерным, если состоит из одного плодолистика, олигомерным, состоящим из небольшого числа плодолистиков, и полимерным, если плодолистиков много. У этих растений плодолистики расположены по спирали. Мономерный гинецей представлен одним пестиком, в остальных случаях число пестиков либо равно числу плодолистиков, либо пестик единственный, возникший вследствие срастания плодолистиков.

В связи с этим различают два типа гинецея: апокарпный, в котором плодолистики свободны и каждый из них образует пестик (их может быть много или один), и ценокарпный, характеризующийся срастанием плодолистиков и формированием единственного пестика. Плодолистики могут срастаться в разной степени. Различают 3 типа ценокарпного гинецея: синкарпный, паракарпный и лизикарпный.

Для синкарпного гинецея характерно срастание плодолистиков боковыми частями, образуя перегородки, разделяющие сформировавшиеся гнезда завязи, число которых соответствует числу сросшихся плодолистиков. Брюшные швы плодолистиков, несущие плаценты, оказываются в центре завязи. Такую плацентацию называют центрально-краевой, или центрально-угловой. В паракарпном гинецее плодолистики срастаются не боковыми поверхностями, а краями, образуя одногнездную завязь. Плацентация в этом типе гинецея постенная, или париетальная: постенно-краевая, если плаценты расположены по краям плодолистиков, и постенно-спинная, если они приурочены к средним жилкам плодолистиков.

Лизикарпный гинецей также имеет одногнездную завязь, но плаценты в ней находятся на поднимающейся со дна завязи колонке. Такую плацентацию называют колончатой, или осевой.

Исходным типом был апокарпный гинецей. Увеличение числа плодолистиков, их скученность на цветоложе определили возможность их срастания, которое происходило двумя путями: либо они срастались большей частью боковых поверхностей, сохраняя кондупликатность, либо – только краями, при этом плодолистики из кондупликатных становились более или менее развёрнутыми. В первом случае возник синкарпный гинецей, во втором – паракарпный. Возможно, что в некоторых направлениях эволюции паракарпный гинецей возник из синкарпного, при этом на ранних стадиях развития происходило расхождение ("распарывание") сросшихся боковых поверхностей плодолистиков при сохранении срастания их краев. Конструктивно паракарпный гинецей более совершенен, чем синкарпный, так как ликвидация перегородок между гнездами обеспечила возможность сильного разрастания и ветвления плацент, как у тыквенных.

Лизикарпный гинецей эволюционно и по особенностям развития также связан с синкарпным. Единственное гнездо в завязи, как у гвоздики, примулы, возникло вследствие растворения (лизиса) перегородок, но при этом в центре остались сросшиеся края плодолистиков, превратившиеся в колонку с плацентами.

Эволюционная специализация ценокарпного гинецея, как и гинецея апокарпного, сопровождалась большей или меньшей редукцией числа плодолистиков и семязачатков вплоть до одного. Проявлением этой редукции служит псевдомономерный гинецей, в котором полностью развит только один фертильный плодолистик, а остальные недоразвиваются и стерилизуются. Такой гинецей встречается у свёклы, вяза, барбариса и других растений.

Принципы строения цветков наглядно демонстрируют диаграммы и формулы.

Диаграмма представляет собой схему строения цветка, точнее, бутона, и его положение на растении.

При составлении диаграммы мысленно проводят плоскость через главную ось растения, цветок и кроющий лист. Диаграмма пазушного цветка состоит из 3 частей:

поперечного сечения главной оси (стебля) в виде кружочка сверху, плана строения цветка и расположенного под ним поперечного сечения кроющего листа в виде фигурной скобки. В диаграмме верхушечного цветка ось и кроющий лист не отмечают. Схема строения цветка должна отображать его симметрию, число элементов и их расположение, наличие срастания.

Составляя схему строения цветка, необходимо точно отразить характер расположения его членов, особенно в циклическом цветке, не забывая о правиле чередования кругов, о котором написано выше, и правиле кратных отношений, состоящем в том, что число членов в каждом круге одинаково или кратно какому-то числу. Вследствие редукции некоторых членов это правило не всегда соблюдается.

Встречаются и другие исключения из этих правил. Так, у герани, гвоздики с двухкруговым андроцеом тычинки наружного круга не чередуются с лепестками, а противостоят им, чередуясь с чашелистиками. Это явление называют обдиплостемонией, в отличие от диплостемонии, когда тычинки наружного круга чередуются с лепестками.

Чашелистики на диаграммах принято изображать килеватыми скобками, а лепестки, как и листочки простого околоцветника, – округлыми. Тычинки и пестики показывают в виде поперечных сечений пыльников и завязей, в которых отмечают расположение семязачатков.

Соединение частей цветка короткими линиями означает их срастание.

Формула – краткое описание строения цветка с использованием буквенных и цифровых обозначений. Она дополняет диаграмму, так как показывает также положение завязи в цветке, а в ряде случаев отражает происхождение некоторых элементов вследствие расщепления их зачатков.

Для обозначения частей цветка используют начальные буквы их латинских названий:

P – *perigonium* – простой околоцветник;

K – *calyx* – чашечка;

C – *corolla* – венчик;

A – *androceum* – андроцей;

G – *gynaecium* – гинецей.

Симметрию обозначают значками: \* – цветок правильный, актиноморфный; ↑ – цветок моносимметричный, зигоморфный; цифры соответствуют числу элементов, если их очень много, то используют знак ∞; + показывает, что однородные элементы расположены в два и более кругах; запятыми при необходимости отделяют элементы одного круга, какими-то признаками отличающиеся от других; x – означает, что элементы возникли вследствие расщепления; () ~ скобками показывают срастание элементов одного круга; черта под цифрой, соответствующей числу плодолистиков, означает верхнюю завязь, а над цифрой – нижнюю.

Формулы пишут в определённом порядке, от наружных членов к внутренним.

## **ЗАНЯТИЕ 7. СТРОЕНИЕ И РАЗНООБРАЗИЕ ЦВЕТКОВ**

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** цветок, цветоложе, чашелистик, чашечка, лепесток, венчик, околоцветник, тычинка, тычиночная нить, пыльник, пестик, завязь, столбик, рыльце, плодолистик, актиноморфный цветок, зигоморфный цветок, формула цветка, диаграмма цветка.

### **ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В РАСПОЛОЖЕНИИ ЧАСТЕЙ ЦВЕТКА**

Рассмотреть строение цветка лютика. Сделать продольный срез через цветок, обратить внимание на последовательность в расположении частей цветка на выпуклом цветоложе. **ЗАРИСОВАТЬ** схему продольного среза цветка лютика, обозначить цветоножку, цветоложе, чашелистики, лепестки, тычинки, пестики.

### **ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ЦВЕТКА КУВШИНКИ**

У кувшинки чашечка состоит из четырех листочков, а венчик - из большого числа лепестков. По направлению к центру цветка лепестки уменьшаются в размерах, становятся более узкими. Самые внутренние лепестки можно рассматривать как переходные формы к тычинкам. Таким образом, в цветке кувшинки ясно видна тычиночная природа лепестков. Это же наблюдается у лютиковых, маковых, кактусовых, ро-

зоцветных и др. ЗАРИСОВАТЬ морфологический ряд перехода от тычинок к лепесткам.

### ЗАДАНИЕ 3. ИЗУЧИТЬ АКТИНОМОРФНЫЕ И ЗИГОМОРФНЫЕ ЦВЕТКИ

Рассмотреть актиноморфные цветки лютика, тюльпана, вишни и зигоморфные цветки белой акации, гороха, зопника.

### ЗАДАНИЕ 4. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ ОКОЛОЦВЕТНИКОВ

Изучить и зарисовать цветки: с двойным околоцветником ( лютик, шиповник), простым венчиковидным околоцветником (тюльпан), простым чашечковидным околоцветником (свёкла), голые цветки (ивы).

### ЗАДАНИЕ 5. ИЗУЧИТЬ ФОРМЫ СРОСТНОЛЕПЕСТНОГО ВЕНЧИКА

Изучить и ЗАРИСОВАТЬ формы сростнолепестного венчика у сирени (блюдцевидный), картофеля (колесовидный), вьюнка (воронковидный), зопника (двугубый), льнянки (шпористый).

### ЗАДАНИЕ 6. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ, ТИПЫ АНДРОЦЕЯ И ТЫЧИНКИ

ЗАРИСОВАТЬ типы андроцея на примере любых растений.

ЗАРИСОВАТЬ формы тычинок изученных растений, обозначить тычиночную нить, пыльник, связник.

ЗАРИСОВАТЬ поперечный срез пыльника, обозначить теку, пыльцевое гнездо, эпидерму, эндотений, средний слой, тапетум, спорогенную ткань, зрелую пыльцу.

### ЗАДАНИЕ 7. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ, ТИПЫ ГИНЕЦИЯ И ПЕСТИКА

Рассмотреть цветки лютика, ивы, вишни, шиповника, яблони, подсолнечника.

ЗАРИСОВАТЬ схемы типов завязей изученных цветков.

Изучить поперечные срезы завязей цветков гороха, тюльпана, картофеля. Определить тип гинецея.

ЗАРИСОВАТЬ 1) схему поперечного среза завязи, отметить семязачаток, семяножку, плаценту, гнездо завязи, стенку завязи.

2) схему строения семязачатка, обозначить семяножку, интегумент, микропиле, синергиды, яйцеклетку, вторичное ядро, антиподы, нуцеллус, халазу.

## ЗАДАНИЕ 8. ПОСТРОИТЬ ФОРМУЛЫ И ДИАГРАММЫ ЦВЕТКОВ

Краткую характеристику цветка можно дать сокращенно в виде формулы. Для обозначения частей цветка используют следующие обозначения: X- актиноморфный цветок; 1- зигоморфный цветок; P-простой околоцветник; К- чашечка; С-венчик; А- андроцей; G-гинецей. Если какие-либо органы цветка расположены в несколько кругов, используют знак "+", например,  $A_{10+10+5}$ ; срастание частей показывают круглыми скобками, например  $C_{(5)}$ ; знак умножения обозначает расщепление органов. Большое (больше 12) и неопределенное число обозначают знаком  $\infty$ . Положение завязи показывают положением черты:  $G_{(5)}$ - нижняя завязь;  $G_{(5)}$ - верхняя завязь.

Диаграмма цветка представляет собой схематическую проекцию цветка на плоскость, перпендикулярно оси цветка и проходящую также через кроющий лист и ось соцветия или побега, на котором сидит цветок. Чашелистики изображают скобкой с килем на спинке; лепестки – круглой скобкой; для тычинок дается поперечный разрез через пыльник; для гинецея- поперечный разрез завязи ( или завязей) с плацентацией и семязачатками. Диаграмма отражает также срастание органов и некоторые дополнительные детали цветка; нектарники, диски и др. Составляются диаграммы по поперечным разрезам бутонов, так как при распускании цветка некоторые части могут опадать.

Подробно проанализировать строение цветков тюльпана, лютика, вишни, яблони, белой акации или гороха, зопника, вечерницы или редьки. Составить их формулы и диаграммы цветков.

### Контрольные вопросы

1. Что такое цветок? Из каких частей состоит цветок? Каковы функции каждой из частей цветка?
2. В чём различие между циклическими, ациклическими и гемициклическими цветками?
3. Как различают простой венчиковый и чашечковидный околоцветники?
4. Из каких частей состоит тычинка? Какой формы может быть тычиночная нить?

5. Из каких тканей состоит стенка гнезда пыльника? Каковы функции этих тканей?
6. Что такое плодолистик, гинецей, пестик?
7. Как установить число слагающих пестик плодолистиков?
8. Каких типов бывает ценокарпный гинецей?
9. Какая часть семязачатка является гомологом мегаспорангия?
10. Что дает более полное представление о строении цветка – формула или диаграмма?

## ТЕМА 8. СОЦВЕТИЕ

Побеговые системы цветковых растений, служащие для образования цветков и в этой связи разнообразно видоизменённые, называют соцветиями. Обычно соцветия более-менее четко отграничены от вегетативных частей растения. Благодаря обильному ветвлению побегов в соцветиях множество цветков сосредоточивается близко друг к другу. Это усиливает их способность к перекрестному опылению. В соцветиях цветки распускаются неодновременно, что повышает вероятность опыления. Строение соцветий связано со строением соплодий и, следовательно, со способами распространения плодов и семян. Соцветия широко распространены у разных группах цветковых.

Для классификации и морфологической характеристики соцветий используют четыре группы признаков: 1 – характер олиственности, 2 – порядок ветвления побегов, 3 – способ их нарастания, 4 – состояние апикальных меристем на главной и основных боковых осях.

По характеру олиственности соцветия делят на *фрондозные*, или олиственные, т.е. имеющие зелёные листья срединной формации, *брактеозные* с прицветниками-чешуями, т.е. листьями верховой формации и *эбрактеозные*, вообще не имеющие листьев.

В зависимости от степени разветвленности побегов соцветия делят на *простые* и *сложные*. У простых соцветий на главной оси располагаются одиночные цветки, и ветвление, таким образом, не превышает двух порядков. У сложных соцветий на глав-

ной оси располагаются веточки с цветками, а ветвление достигает трёх и более порядков.

Если оси соцветия простые, т.е. образованы побегами одного порядка и растут моноподиально за счет апикальной меристемы, то соцветия – **моноподиальные**, или рацемозные, или **ботрические**. Рацемозные соцветия называют ещё неопределёнными.

Если нарастание осей происходит симподиально (за счёт пазушных почек), формируются **цимозные** (от греч. *сυτη* – волна), верхцветные, или определённые, соцветия. Для цимозных соцветий характерно перевершинивание боковых осей, так что верхушки побегов последующих порядков перерастают верхушку предыдущего.

Апикальные меристемы рацемозных, или моноподиальных, соцветий могут оставаться всё время в вегетативном состоянии и тогда соцветия называют **открытыми**. У открытых рацемозных соцветий апексы осей или растут неопределённо долго, или со временем замирают, становятся рудиментами. Если апикальные меристемы главных осей формируют цветки, соцветия называют **закрытыми**.

Все цимозные соцветия относятся к закрытым, отсюда их второе название – **верхцветные**. Среди рацемозных соцветий наряду с открытыми (бокоцветными) встречаются и закрытые (верхцветные) соцветия. У них апикальные меристемы вначале функционируют как вегетативные, но позже образуют терминальные цветки.

Рацемозные соцветия могут быть простыми и сложными. К простым моноподиальным соцветиям относятся:

*кисть* – цветки расположены на удлинённой оси, имеют цветоножки (черемуха);

*колос* – сходный с кистью, но с сидячими цветками (подорожник);

*початок* – колос с толстой мясистой осью (аир, белокрыльник);

*головка* – сходна с кистью, но при этом главная ось сильно укорочена, расширена, цветки сидячие или на коротких цветоножках (клевер).

*щиток* – на укороченной оси развиваются нижние цветки на более длинных цветоножках, верхние – на более коротких, благодаря чему все цветки расположены почти в одной плоскости (спирея);

*зонтик* – главная ось которого сильно укорочена, цветоножки выходят из её вер-

хушки и имеют одинаковую длину (проломник);

*корзинка* – сидячие цветки которой расположены на очень уплощённом и расширенном конце укороченной главной оси (сложноцветные).

К сложным рацемозным соцветиям относятся:

*сложный колос* – на главной оси располагаются элементарные колоски (пшеница);

*двойная кисть* – на главной оси сидят пазушные простые кисти (донник);

*метёлка* – отличающаяся от двойной кисти более обильным ветвлением, а также тем, что в нижней части она более ветвистая, чем в верхней;

*сложный зонтик* – главная ось соцветия которого укорочена, а от неё отходят несколько осей, несущих на конце простые зонтики (укроп, борщевик).

Цимозные соцветия характеризуются симподиальным ветвлением, относятся к сложным закрытым и представлены следующими типами:

*монохазий*, т.е. ось первого порядка заканчивается цветком, под которым закладывается одна ось второго порядка. Она перерастает ось первого порядка и также заканчивается цветком, ниже закладывается следующая ось. В зависимости от порядка заложения боковых осей различают завиток и извилину, веер. В *завитке* все цветки направлены в одну сторону (незабудка). В *извилине* боковые оси с цветком отходят поочередно в противоположные стороны (гладиолус); *веером*, если все ответвления извилины лежат в одной плоскости (лаперузия рыхлая);

*дихазий*, т.е. ось первого порядка несет на верхушке цветок, под ним образуются, обычно супротивно, две боковые оси, также заканчивающиеся цветками. Под цветком на боковых осях могут закладываться по две оси третьего порядка и т.д. (герань, гвоздика);

*плейохазий*, т.е. из каждой оси, несущей верхушечный цветок, выходит более двух ветвей, перерастающих главную ось (белоголовник).

К сложным относятся также *составные* (агрегатные) соцветия и *тирсы*.

У составных характер ветвления главной и боковых осей различен. Например, если главная ось ветвится по типу кисти, а боковые частные соцветия представлены корзинками, то такое соцветие называется кистью корзинок. Наиболее распространен-

ными типами составных соцветий являются следующие: щиток корзинок, кисть корзинок, кисть зонтиков, метелка колосков и т.д.

Тирс – это соцветие, имеющее моноподиально ветвящуюся главную ось, несущую боковые цимозные соцветия (монохазии и дихазии). Например: сережки берёзы.

## ЗАНЯТИЕ 8. СОЦВЕТИЯ

ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ: соцветие, кисть, зонтик, щиток, колос, головка, корзинка, початок, метёлка, тирс, завиток, извилина, монохазий, дихазий, плейохазий, обёртка.

ЗАРИСОВАТЬ схему соцветия пастушьей сумки, дать его характеристику.

Сравнить форму листьев вегетативной и генеративной частей побега фиалки полевой или фиалки трёхцветной. Охарактеризовать соцветия этих растений. ЗАРИСОВАТЬ листовую серию изученного растения.

Рассмотреть верхушки соцветий яблони (груши), сурепки или пастушьей сумки, ландыша, черёмухи. Определить открытые или закрытые это соцветия. ЗАРИСОВАТЬ схемы соцветий изученных растений, на рисунке показать верхушку соцветия.

Определить тип соцветия бузины.

Изучить дихазии звездчатки ланцетолистной и монохазии незабудки. Охарактеризовать эти соцветия по признакам их олиственности и нарастания. ЗАРИСОВАТЬ схемы соцветий изученных растений.

Сравнить строение соцветия сережки берёзы и ивы. Определить простые они или сложные. ЗАРИСОВАТЬ схемы соцветий сережки березы и ивы.

Рассмотреть и ЗАРИСОВАТЬ один лист из обёртки лопуха или чертополоха. Уяснить связь структуры этих листьев со способом распространения плодов этих видов.

Определить последовательность распускания цветков в корзинках нивяника (подсолнечника) и короставника. Чем различается последовательность распускания цветков у этих растений?

Рассмотреть соцветия зопника клубненосного, синяка обыкновенного. ЗАРИ-

СОВАТЬ схемы изученных тирсов.

Изучить набор гербария по теме "Соцветие". ЗАРИСОВАТЬ схемы основных типов соцветий.

#### Контрольные вопросы

1. Что такое соцветие?

1. Каково биологическое значение соцветий? В чём преимущество растений, имеющих соцветия, перед теми, у которых цветки одиночные?

2. Чем отличаются простые соцветия от сложных, фрондозные от брактеозных, открытые от закрытых?

3. Назвать характерные признаки каждого из сложных и простых соцветий.

### ТЕМА 9. ПЛОД

Плод – образование, развившееся из цветка после оплодотворения, содержащее семена или одно семя, обеспечивающее их защиту и способствующее распространению.

Плод развивается по мере развития семени. При этом разрастается гинецей, особенно завязь. У некоторых растений столбики или стилодии засыхают, либо превращаются в прицепки для распространения плодов с помощью животных. Тычинки и околоцветник обычно опадают, но чашелистики нередко сохраняются. В образовании плода могут участвовать и внеплодолистиковые части цветка: цветочная трубка (гипантий), как у яблони, цветоложе, как у земляники, чашелистики, как у шелковицы, кроющие листья, как у ананаса и др.

При описании плодов учитывают их размеры, форму, окраску, наличие остающихся частей цветка: чашечки (клевер, губоцветные), листочков простого околоцветника (щавель), а также внецветковых образований: прицветников и прицветничков (дуб, лещина), кроющих листьев (осока) и т.д. Однако эти признаки не являются классификационными.

Важное значение имеет классификация, основанная на взаимоотношениях плодолистиков между собой и с другими частями цветка.

Наиболее распространена морфологическая классификация, основанная на консистенции околоплодника, называемого перикарпием. Он развивается из стенки завязи, но этот термин используют и в тех случаях, если в образовании плода участвуют и внеплодолистиковые части цветка, например, цветочная трубка в цветках с нижней завязью. Чёткая граница между внутренней плодолистиковой и наружной частями такого перикарпия обычно не выражена. У большинства растений перикарпий дифференцирован на три зоны: экзокарпий (внеплодник), мезокарпий (межплодник) и эндокарпий (внутриплодник). Гистологически они соответствуют слоям плодолистика. Экзокарпий – производное наружной (внешней) эпидермы – состоит из плотно сомкнутых клеток с толстыми наружными стенками. В незрелых плодах в нём есть устьица, в зрелых они не всегда заметны. Иногда в экзокарпий развиваются мелкие чечевички, например, у яблока. Мезокарпий соответствует мезофиллу плодолистика. Обычно это паренхима с проводящими пучками. В клетках могут быть водорастворимые сахара, крахмальные зёрна, кристаллы оксалата кальция, дубильные вещества, флорафены. У многих растений в нём встречаются склереиды. Эндокарпий дифференцируется из внутренней эпидермы плодолистика. Он либо однослойный, либо в процессе развития его клетки претерпевают периклиналильные деления и эндокарпий становится многослойным. Нередко его клетки вытягиваются в длину, превращаясь в волокна, располагающиеся под разными углами по отношению к продольной оси плода. Примером четко дифференцированного перикарпия могут служить плоды вишни, сливы. Покрывающая их блестящая кожица представляет собой экзокарпий, мясистая, сочная, съедобная часть – мезокарпий, окружающая семя "косточка", состоящая из склереид, – эндокарпий. В зависимости от консистенции перикарпия, сухие (плоды ореха, тюльпана). Плоды могут содержать одно семя, как у сливы, лещины или несколько, а иногда много семян, как у гвоздики, колокольчиков и других растений.

Сухие многосемянные плоды, как правило, имеют приспособления для вскрывания и освобождения семян. Сухие и сочные односемянные плоды не вскрываются.

Высыхание механической ткани, происходящее при созревании плода, приводит к её сокращению, повышению напряжения в тех местах перикарпия, которые состоят из тонкостенных клеток, и разрыву последних. Проводящая система перикарпия либо

никакого значения не имеет, например, при вскрывании дырочками или кольцевой щелью, либо она определяет линии вскрывания.

Плоды вскрываются вскоре после созревания или через определённые промежутки времени, которые иногда бывают весьма продолжительными. Так, плоды эвкалипта, созревающие больше года, не вскрываются, находясь на дереве несколько лет, пока не прекратится поступление в них воды. После этого плодоносящая ветка отмирает и падает.

Морфологическая классификация плодов должна учитывать всю совокупность признаков, особенности их преобразований и характер экологических приспособлений. Эта классификация имеет большое практическое значение.

Классификация морфогенетическая решает теоретические задачи эволюционной карпологии и может быть использована в филогенетической систематике.

Исходным типом апокарпных плодов, или просто апокарпиев, считают спиральную многолистовку. Каждая листовка развивается из одного плодолистика. Листовки магнолии вскрываются по средней жилке плодолистика дорзально, а неполное срастание краев плодолистика, обращенных к оси, облегчает вскрывание.

В эволюции спиральной многолистовки можно выделить разные направления:

- 1) Переход от спирального расположения листовок к циклическому.
- 2) Постепенное уменьшение числа листовок до однолистовок.

Редукция числа семян в каждой отдельной листовке, коррелировавшая с утратой её способности к вскрыванию. Односемянную листовку называют орешком, он имеет кожистый или деревянистый околоплодник.

Суккуленизация околоплодника, приводящая к образованию сочных многолистовок. Это направление эволюции представляет собой приспособление к распространению плодов с помощью животных.

Суккуленизация одно- (реже двух-) семенной однолистовки дала начало однокостянке, из многоорешка образовалась многокостянка.

У некоторых растений процесс суккуленизации затронул не перикарпий, а внеплодолистиковые части плода: цветоложе у земляники, гипантий у шиповника (его плод называют цинарродием), но, по существу, это многоорешки. Плод лотоса – тоже

многоорешек, каждый орешек которого погружен в сочное цветоложе.

5) Структурная специализация сухой однолисточка привела к образованию боба, характерного для семейства бобовых. Боб отличается от листочки вскрыванием не только по брюшному шву, но и по средней жилке плодолистика, сверху вниз. Как и в листочке, семена в нем расположены 2 рядами по краям плодолистика. Строение перикарпия варьирует. Он может быть плотным, пленчатым, кожистым, деревянистым, и даже довольно сочным, мясистым.

Наиболее распространены сухие вскрывающиеся бобы, имеющие волокнистый пергаментный слой, производный внутренней эпидермы. В типичных случаях он проходит по обеим створкам от средней жилки до брюшного шва.

Зерновка – весьма специфический плод злаков, морфологическая природа которого до сих пор точно не установлена. Главная особенность зерновки – срастание перикарпия с семенной кожурой. Все апокарпии верхние, так как они развиваются из верхней завязи.

Кузовок, или крыночка белены и подорожника представляют собой двухгнездные коробочки, вскрывающиеся с помощью образующихся при созревании плодов поперечных кольцевых трещин, так что верхние части опадают в виде крышечек. Коробочка может быть дробной, как у молочая, мальвы, герани. Такая созревшая коробочка распадается на отдельные одногнездные части (мерикарпии), каждая из которых соответствует одному плодолистичку.

У представителей семейств бурачниковых и губоцветных в двухгнездной завязи синкарпного гинецея с 2 семязачатками в каждом гнезде возникает ложная перегородка. При созревании плод распадается на 4 орешка – полумерикарпия. Такой плод называют ценобием, а орешковидные его части – эремами.

Производными коробочки являются крылатка с тонкой окраиной в виде крыла, как у вяза, двукрылатка клёна, однокрылатка ясеня. Два широких крыла имеет плод берёзы. Эти плоды не вскрываются.

Сухие ценокарпии эволюционировали в разных направлениях, одно из которых привело к образованию сочных плодов: ягоды, померанца.

Ягода имеет сочный мезокарпий и эндокарпий. Померанец, или гесперидий, –

многогнездный плод цитрусовых. Сочная его часть состоит из богатых клеточным соком волосков, покрывающих внутреннюю сторону пленчатого эндокарпия, разделяющего отдельные дольки. Мезокарпий, называемый альbedo, – слой рыхлой белой ткани с многочисленными лизигенными вместилищами, обычно вдающимися в расположенный снаружи желтый экзокарпий (флаведо). Вместилища содержат эфирные масла.

Среди нижних ценокарпиев часто встречаются многосемянные коробочки. Жёлудь и орех, развиваются из завязи с двумя-тремя гнездами, из которых сохраняется только одно, в основании плоды одеты плоской. У ореха она зелёная, развивающаяся из сросшихся прицветников. Плотная, чашевидная плоская жёлудя представляет собой систему сросшихся ветвей редуцированного соцветия. Околоплодник у ореха деревянистый, у жёлудя – кожистый.

Плод зонтичных – вислоплодник – развивается из 2 плодолистиков. При созревании он расщепляется на 2 мерикарпия, висящих на удлинённой осевой части плода – карпофоре. В каждом мерикарпии развивается по одному семени. Поверхность мерикарпия ребристая, в ребрах расположены схизогенные вместилища выделений.

Сочные нижние плоды представлены сочной коробочкой и 3-5-косточковыми костянками (пиренариями).

Яблоко развивается из гемисинкарпного гинецея, у которого верхние части плодолистиков обычно не срастаются. Плодолистики образуют внутри плода 3–5 гнезд с семенами. В образовании мякоти, состоящей из паренхимных клеток, участвует сильно разрастающаяся цветочная трубка – гипантий. В связи с этим о зональности перикарпия можно говорить только условно. Из топографических зон четко выражен лишь волокнистый хрящевидный эндокарпий.

Плод граната из семейства гранатовых – гранатина – развивается из нижней завязи синкарпного многочленного гинецея, гнезда которого могут располагаться в 1 или, чаще, в 2 яруса. Перикарпий сухой, кожистый, растрескивающийся. Сочную часть плода составляет саркогеста кожуры семян.

Трёхгнездная ягода длиной до 15–25 см у банана. Экзокарпий у неё кожистый, в образовании мякоти участвует эндомезокарпий. В каждом гнезде в два ряда располо-

жены семена, но культурные сорта бананов обычно партенокарпические, бессемянные.

У крестоцветных плод стручок. Он развивается из двух плодолистиков с краевыми плацентами. Между сросшимися краями плодолистиков формируется ложная перегородка вследствие разрастания паренхимных клеток перикарпия и особенно внутренней эпидермы, выросты которой, отходящие от брюшных швов, развиваются навстречу один другому и соединяются в центре. В результате образуется ложнодвугнездный плод. Он вскрывается двумя створками снизу вверх, оставляя на плодоножке несущую семена рамку – небольшие краевые части плодолистика с натянутой между ними ложной перегородкой. Плод стручочек отличается от стручка только тем, что его длина равна ширине или превышает её не более, чем в 3 раза. Орешек характерен для семейства гречишных. Он развивается из 2-4-членного гинецея, в одногнездной завязи которого находится единственное семя. Орешек осоки с плотным кожистым перикарпием отличается от орешков других растений наличием мешочка – кроющего листа, окружающего плод, но не срастающегося с ним.

Особый тип нижнего сухого односемянного плода – семянка – развивается из 2 плодолистиков. Это плод сложноцветных. Внешне семянки весьма разнообразны и различаются расположением механической ткани в кожистом или довольно плотном перикарпии. В перикарпии плодов некоторых растений встречаются диффузно расположенные или собранные в крупные группы гидроциты – клетки со спиральными утолщениями оболочек, удерживающие воду. Семянки могут быть гладкими, как у подсолнечника, или снабженными выростами в виде крючков, прицепок, как у череды, способствующих их распространению с помощью животных. Хохолки (паппусы), определяющие летучесть семян одуванчика, козлородника представляют собой волоски, находящиеся на стержневидном выросте, или они развиваются непосредственно на верхушке завязи, как у василька. Волоски представляют собой видоизменённые чашелистики, точнее, их проводящие пучки. Наиболее распространены ягоды и ягодообразные плоды – тыквины. Тыквина – многосемянный плод с сочным эндокарпием, мясистым мезокарпием и довольно твердым экзокарпием. Сочный характер имеют мощно развитые плаценты.

Если сопоставить плоды, возникшие из разных типов гинецея, можно сделать следующие выводы.

1. Наименьшее число типов плодов развивается из лизикарпного гинецея, наибольшее – из апокарпного и синкарпного, однако среди апокарпных плодов нет нижних.

2. Основное направление эволюционного развития плодов – от многосеменных к односеменным.

3. Одинаковые типы плодов часто развиваются из разных типов гинецея, например, коробочки, ягоды, костянки, орешки. Образование конвергентных групп плодов безусловно связано со способами диссеминации.

4. Наряду с этими группами существуют и специализированные типы плодов, такие как померанец, ценобий, яблоко, стручок, тыква и другие.

Распространено мнение, что морфологическая эволюция плодов в значительной степени была сопряжена с эволюцией разных групп питающихся ими животных.

## **ЗАНЯТИЕ 9. ПЛОДЫ**

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** плод, околоплодник, экзокарпий, мезокарпий, эндокарпий, боб, многоорешек, листовка, коробочка, стручок, стручочек, орешек, орех, семянка, зерновка, костянка, многокостянка, ягода, яблоко, тыква.

### **ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ ПЛОДОВ**

Изучить разнообразие плодов. **ЗАРИСОВАТЬ** плоды разных типов, указав растения, которому они принадлежат:

- апокарпные;
- ценокарпные;
- сухие, многосемянные, невскрывающиеся – одноорешек, многоорешек, орех, семянка, зерновка;
- сочные, односемянные и многосемянные, невскрывающиеся – костянка (многокостянка), ягода, яблоко, тыква, померанец.

### **ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ ОРЕШКОВ**

Рассмотреть разнообразие орешков и многоорешков. **ЗАРИСОВАТЬ** разнообра-

зие орешков и многоорешков, указав растения, имеющие такие плоды.

### ЗАДАНИЕ 3. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ КОРОБОЧЕК

Рассмотреть разнообразие коробочек. ЗАРИСОВАТЬ разнообразие коробочек, указав растения, которому они принадлежат.

Контрольные вопросы:

1. Из чего образуется плод? Каково его строение?
2. Что лежит в основе классификаций плодов?
3. Листовка, боб, стручок, коробочка – в чём сходство и различия?
4. Ягода и тыква – в чём сходство и различия?
5. Костянка и ягода – в чём сходство и отличия?
6. Какова функция плодов?

## ТЕМА 10. ВОДРОСЛИ

Водорослями называют группу организмов, относящихся к царству растений. Подавляющее большинство водорослей живет в воде. Они отличаются от всех других организмов, прежде всего в морфологическом плане – отсутствием расчлененности их тела на стебли, листья и корни; а в физиологическом плане – для них характерно наличие хлорофилла, благодаря которому, они способны ассимилировать углекислый газ, тем самым питаясь фототрофно. Кроме хлорофилла каждый отдел водорослей характеризуется определенным набором пигментов, которые обуславливают их соответствующую окраску. Амебоидная (ризоподиальная) структура таллома наблюдается у одноклеточных организмов, не имеющих твердой клеточной оболочки. Клетка способна выпускать псевдоподии (подобно амебе) и передвигаться. Иногда псевдоподии могут быть длинными и тонкими, и тогда их называют ризоподиями. Отсюда другое название такой структуры – ризоподиальная.

Монадная структура свойственна также одноклеточным формам водорослей и характеризуется наличием у таких клеток одного или нескольких жгутиков, с помощью которых они способны активно передвигаться. Данная струк-

тура принимается за первичную и исходную форму, однако имеется достаточно оснований считать её вторичной, образовавшейся из амебоидной.

Дальнейшим этапом в эволюции было образование форм с коккоидной структурой – одноклеточные или колониальные формы, лишённые жгутиков, вследствие чего не способны к активному передвижению. В эволюционном отношении данная структура интересна как ступень давшая начало возникновению многоклеточных талломов. Первая такая структура - пальмеллоидная, представляет собой усложненный вариант коккоидной. В данном случае водоросли образуют достаточно крупные, преимущественно прикрепленные к субстрату слизистые тела определенной формы, содержащие внутри множество коккоидных клеток. Однако о пальмеллоидной структуре принято говорить в том случае, когда она является постоянной формой вегетативного роста водорослей. В том случае, когда она является временной стадией, в которую могут переходить многие одноклеточные водоросли (в частности при наступлении неблагоприятных условий), то тогда говорят о пальмеллевидном состоянии. Второй структурой произошедшей от коккоидной можно считать нитчатую – характеризующуюся делением клеток в одном направлении. Нитчатая структура в эволюционном отношении является исходной ступенью для образования более сложных многоклеточных структур (пластинчатая структура). Нити могут быть простыми, не ветвящимися и ветвящимися (гетеротрихальная, разнонитчатая структура). Клетки в данных структурах связаны между собой посредством пор и плазмодесм, проходящих через поперечные клеточные оболочки.

Пластинчатая структура имеет вид различной формы пластинок. Возникает в результате нескольких поперечных и одного продольного делений с образованием двухслойного пластинчатого таллома.

Пиком в эволюции является образование "тканевой" структуры. Она возникает в результате деления клеток по нескольким направлениям. Однако настоящие ткани у водорослей отсутствуют, и в данном случае наблюдается лишь частичная специализация клеток.

Особыми типами структур являются сифональная и сифонокладальная. Сифональная (неклеточная) структура характеризуется отсутствием клеточных перегородок. Изначально одноклеточный организм увеличивается в размере и усложняется в морфологическом плане. Возникновение таких талломов могло идти двумя путями: а) от водорослей с коккоидной и нитчатой структурами; б) в результате усложнения одноклеточного и упрощения многоклеточного таллома. Сифонокладальная структура сопровождается разделением внутреннего содержимого сифонального таллома (протопласта клетки) на отдельные многоядерные участки создающие впечатление многоклеточности.

У водорослей различают вегетативное, бесполое и половое размножение.

Вегетативное размножение характеризуется отсутствием заметных изменений в протопластах клеток. У одноклеточных – деление клетки на две половины, у колониальных и ценобиальных – их распад на две и большее количество частей, у многоклеточных – фрагментация (разрыв таллома на отдельные участки). Кроме этого у водорослей имеются специализированные структуры для вегетативного размножения – выводковые почки, которые возникают на поверхности таллома экзогенно и, опадая, прорастают в новое слоевище. Помимо выводковых почек к аналогичным структурам можно отнести клетки - акинеты, предназначенные для перенесения неблагоприятных периодов для обычного вегетативного роста. У таких клеток, как правило, утолщаются оболочки, а в протопласте накапливаются различные запасные вещества.

Бесполое размножение всегда сопровождается делением протопласта клетки и образованием в ней спор. У водорослей различают зооспоры и апланоспоры. Зооспоры – это активно подвижные клетки с одним или несколькими жгутиками, не имеющие плотной клеточной оболочки. С их помощью водоросли способны расселяться на большие расстояния. Их формирование может происходить как в вегетативных клетках, так и в специально обособленных – спорангиях (зооспорангиях). Количество спор развивающихся в клетке от одной до несколько сотен. Кроме зооспор различают также синзооспоры представляющие собой результат срастания двух и более зооспор между собой.

Апланоспоры, в отличие от зооспор, это неподвижные, лишенные жгутиков клетки, имеющие собственную клеточную оболочку, которая по степени утолщения отличается от материнской. Кроме апланоспор различают автоспоры – апланоспоры, развивающиеся внутри материнской клетки и приобретающие подобную ей форму.

Половое размножение – сложный многоступенчатый процесс, начинающийся с половой дифференцировки клеток – т.е. процесса гаметогенеза, далее включающий в себя слияние гамет, приводящее к образованию зиготы и завершающийся мейозом.

У водорослей половое размножение бывает нескольких типов. В простейшем виде оно представляет собой слияние содержимого двух вегетативных клеток. Слияние содержимого двух монадных клеток называют холо- или гологамией. Если происходит слияние содержимого двух неподвижных соматических клеток, такой процесс называется конъюгацией.

У большинства водорослей, очень часто половое размножение связано с дроблением внутреннего содержимого клеток и образованием в них специализированных половых клеток – гамет. В зависимости от размера гамет участвующих в слиянии, различают следующие формы полового процесса: изогамия – слияние двух подвижных гамет одинаковой величины, гетерогамия – слияние двух подвижных гамет различной величины (мелкие – мужские, а крупные – женские), оогамия – слияние более крупных, лишенных жгутиков неподвижных женских гамет с более мелкими подвижными мужскими гаметами. В последней различают истинную и примитивную оогамии: истинная – наблюдается у большинства зеленых водорослей, когда оплодотворение яйцеклетки происходит внутри оогония; примитивная – когда яйцеклетка покидает оогоний до оплодотворения, которое осуществляется во внешней среде, т.е. вне оогония. Особым типом полового процесса является автогамия, встречающаяся у диатомовых водорослей. В данном случае диплоидное ядро клетки мейозом делится на четыре гаплоидных ядра, два из которых разрушаются, а оставшиеся два сестринских ядра сливаются, восстанавливая диплоидное ядро. Автогамия не сопровождается увеличением числа особей, а таким образом происходит лишь их

омолаживание.

Эволюция форм полового размножения происходила в направлении от изогамии через гетерогамии к оогамии, при этом независимо от эволюции таллома. При формировании органов размножения водоросли могут быть гомоталлическими (мужские и женские гаметы образуются на одной особи) и гетероталлическими (на разных). Результатом слияния гаплоидных гамет является диплоидная зигота, при этом она теряет жгутики и покрывается оболочкой. Однако зиготы некоторых водорослей какое-то время сохраняют жгутики и способны, таким образом, к передвижению (планозиготы). В дальнейшем они, могут утолщать клеточную стенку и впадать в период покоя, другие прорастают сразу.

У водорослей органы бесполого и полового размножения могут развиваться как на разных, так и на одном растении. В связи с этим, в первом случае различают спорофит (растения, на которых формируются органы бесполого размножения – зооспоры, апланоспоры) и гаметофит (растения, формирующие гаметы). В том случае, когда и те и другие образуются на одном растении, говорят о гаметоспорофите, у которого отсутствует чередование поколений. Однако в жизненном цикле водорослей соотношение гаметофита и спорофита может быть не всегда одинаковым, и у них наблюдается постепенное вытеснение гаметофита и все большее развитие спорофита.

Основными сменами ядерных фаз водорослей являются зиготическая (мейоз происходит перед прорастанием зиготы), спорическая (перед образованием спор), гаметическая (перед образованием гамет) и соматическая (мейоз происходит в вегетативных клетках диплоидного гаметофита) редукции.

## **ЗАНЯТИЕ 10. РАЗНООБРАЗИЕ ВОДРОСЛЕЙ**

### **ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ *NOSTOC SP.* – НОСТОК**

#### **из ОТДЕЛА СИНЕ-ЗЕЛЁНЫЕ ВОДРОСЛИ**

Изучить и зарисовать 1. Внешний вид. 2. Отдельные нити: а) вегетативные клетки; б) гетероцисты.

## ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ *VOLVOX SP.* – ВОЛЬВОКС

### из ОТДЕЛА ЗЕЛЁНЫЕ ВОДОРΟΣЛИ

Изучить и зарисовать: 1. Общий вид ценобия: а) вегетативные клетки со жгутиками по периферии; б) дочерние колонии внутри материнской колонии; в) антеридий; г) оогоний; 2. Схему цикла развития.

## ЗАДАНИЕ 3. ИЗУЧИТЬ *MELOSIRA SP.* – МЕЛОЗИРА

### из ОТДЕЛА ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ

Изучить и зарисовать: 1. Участок нитчатой колонии (микропрепарат): а) отдельные клетки (эпитека, гипотека, хроматофоры); б) ауксоспоры. 2. Схема жизненного цикла развития.

## ЗАДАНИЕ 4. ИЗУЧИТЬ *LAMINARIA SP.* – ЛАМИНАРИЯ

### из ОТДЕЛА БУРЫЕ ВОДОРΟΣЛИ

Изучить и зарисовать: 1. Строение тканевого таллома:

а) ризоиды; б) стеблевая (осевая) часть; в) листовидная пластинка; г) интеркалярная зона роста.

2. Продольный и поперечный разрез черешка (постоянные препараты): а) внешняя кора; б) внутренняя кора; в) сердцевина с проводящими элементами.

3. Схема жизненного цикла развития.

## ЗАДАНИЕ 5. ИЗУЧИТЬ *PORPHYRA SP.* – ПОРФИРА

### из ОТДЕЛА КРАСНЫЕ ВОДОРΟΣЛИ

Изучить и зарисовать: 1. Внешний вид таллома (гербарный образец): а) пластинка; б) черешок, в) ризоиды. 2. Схему жизненного цикла.

### Контрольные вопросы

1. Какие способы размножения есть у водорослей?
2. Какие структуры талломов есть у водорослей?
3. Каково строение клетки водорослей?
4. В чём заключается сходство и различие циклов развития водорослей?

## ТЕМА 11. ГРИБЫ

Грибы (Mycota, Fungi) – отдельное царство, насчитывающее свыше 100000 видов и сочетающие в себе признаки растений, и животных.

Признаками, сближающие грибы с растениями: неподвижность; неограниченный верхушечный рост; наличие клеточных стенок; способность синтезировать витамины; абсорбтивное питание (всасывание, а не заглатывание), с животными: гетеротрофное питание; наличие в клеточных стенках хитина; запасной углеводов в клетке – гликоген; наличие в обмене веществ мочевины; структура цитохромов.

Вегетативное тело гриба – таллом, представлен гифами. Система переплетенных между собой гиф называется мицелием или грибницей. Гифы низкоорганизованных грибов (низших) не имеют поперечных перегородок (септ), и мицелий представляет собой одну единственную гигантскую, многоядерную клетку – ценоцит. У более высокоорганизованных грибов (высших) имеются септы, и мицелий многоклеточный. Септы не сплошные образования, имеют одну или несколько пор, через которые происходит сообщение протопластов соседних клеток.

У грибов различают: вегетативное, бесполое и половое размножение, и парасексуальный половой процесс. Вегетативное размножение осуществляется кусочками мицелия, спорами (образующиеся в результате распада септ мицелия), почкованием клеток, склероциями (многоклеточные, покоящиеся органы, представляющие собой видоизменённый мицелий, функция – переживание неблагоприятных условий и распространение).

Бесполое размножение осуществляется спорами образующиеся как эндогенно (зооспоры, спорангиоспоры, мероспорангиоспоры, спорангиолы), так и экзогенно (конидии). Типы полового процесса: хологамия, изогамия, гетерогамия, оогамия, зигогамия, гаметангиогамия, соматогамия и парасексуальный половой процесс.

Представители класса хитридиомицеты (Chitridiomycetes) живут в воде или во влажной наземной среде. Большая их часть представлена паразитами, незна-

чительная – сапротрофы. Вегетативное тело представляет собой плазмодий или слаборазвитый мицелий (ризомицелий). Бесполое размножение - зооспорами с одним гладким жгутиком. Половой процесс: хологамия, изогамия, гетерогамия, оогамия. Представители: ольпидиум – внутриклеточный паразит вызывающий заболевание у растений "чёрная ножка" и синхитриум "рак картофеля".

Класс Оомицеты (*Oomycetes*) объединяет несколько сотен видов от примитивных водных организмов, до высокоспециализированных паразитов наземных растений.

В состав клеточных стенок входит целлюлоза. Хитин отсутствует за исключением порядка Лептомитовые (*Leptomitales*). Бесполое размножение осуществляется конидиями и зооспорами, имеющими два жгутика – гладкий и перистый.

Половой процесс – оогамия. Большую часть своей жизни представители класса проводят в диплоидном состоянии и являются диплоонтами, в отличие от представителей других классов, которые являются гаплонтами.

Представители класса зигомицеты (*Zygomycetes*) имеют одноклеточный многоядерный в большинстве случаев хорошо развитый мицелий. Бесполое размножение осуществляется неподвижными спорангиоспорами или конидиями. Половое размножение – зигогамия.

Класс аскомицеты (*Ascomycetes*) один из крупнейших классов, насчитывающий более 30000 видов. Вегетативное тело представителей класса может быть разнообразным – у одних оно представлено разветвленным, гаплоидным, септированным мицелием, у других он может распадаться на отдельные клетки или почковаться, у дрожжей настоящий мицелий отсутствует. Клеточные стенки двухслойные. Самым важным и отличительным признаком класса является наличие сумки (аска) Образование сумок происходит непосредственно на мицелии открыто, или в специальных вместилищах – плодовых телах: клейстотециях, перитециях, апотециях

Половой процесс – гаметангиогамия. У большинства высших грибов после плазмогамии ядра некоторое время не сливаются, а образуют пары – дикарионы. Между гаплоидной и диплоидной фазами вклинивается дикарионтическая.

Класс базидиомицеты (*Basidiomycetes*) насчитывает около 30000 видов грибов. Размеры от микроскопических до наличия крупных плодовых тел. Большинство представлено сапрофитами, но встречаются паразиты сельскохозяйственных растений и микоризообразователи.

У базидиомицетов в процессе эволюции произошла утрата полового процесса, и функцию половых органов выполняют вегетативные клетки первичного гаплоидного мицелия, развивающегося из базидиоспоры. У таких грибов происходит соматогамия – переползание протопласта из одной вегетативной клетки в другую, с образованием дикарионтического мицелия. На концах гиф дикарионтического мицелия образуются базидии с 2–4 базидиоспорами, которые сидят на особых выростах – стеригмах.

На плодовых телах развивается спороносный слой – гимений. Гимений состоит из базидий и парафиз. Поверхность, несущая гимений, называют гименофором. Внешний вид базидий может быть разнообразным, в связи с этим различают: холобазидии, гетеробазидии, фрагмобазидии (склеробазидией).

Грибы являются редуцентами, микоризообразователями, используются в пищевой, промышленности и медицине; паразитируют на растениях, животных, человеке.

## **ЗАНЯТИЕ 11. РАЗНООБРАЗИЕ ГРИБОВ**

### **ЗАДАНИЕ 1. ИЗУЧИТЬ *PILOBOLUS SP.* – ПИЛОБОЛУС**

Изучить и зарисовать: 1. Общий вид мицелия с бесполоыми спороношениями (свежий материал или постоянный препарат): а) участок несептированного мицелия; б) спорангиеносцы; в) спорангии. 2. Спорангий: а) оболочка; б) колонка; в) спорангиоспоры.

## ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧИТЬ *MUCOR SP.* – МУКОР

Изучить, зарисовать и отметить на рисунках: 1. Общий вид мицелия с бесполовыми спороношениями (свежий материал или постоянный препарат): а) участок несептированного мицелия; б) спорангиеносцы; в) спорангии, г) ризоиды. 2. Спорангий: а) оболочку; б) колонку; в) спорангиоспоры. 3. Зигоспору (зиготу) с зигофорами (суспензорами). 4. Схему жизненного цикла (на примере гетероталлических видов).

## ЗАДАНИЕ 3. ИЗУЧИТЬ *RHIZOPUS SP.* – РИЗОПУС

Изучить и зарисовать: 1. Общий вид мицелия с бесполовыми спороношениями в виде пучков: а) участок несептированного мицелия; б) столоны; в) пучки спорангиеносцев; г) спорангии; д) ризоиды. 2. Спорангий: а) оболочка; б) колонка; в) спорангиоспоры.

## ЗАДАНИЕ 4. ИЗУЧИТЬ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE HANS.* – ХЛЕБНЫЕ (ПЕКАРСКИЕ) ДРОЖЖИ

Изучить, зарисовать, отметить: 1. Отдельную клетку: а) оболочку; б) цитоплазму; в) вакуоли. 2. Вегетативное размножение (почкование): а) начало почкования материнской клетки; б) отпочкованная дочерняя клетка – "почечку".

Контрольные вопросы:

1. Общая характеристика грибов.
2. Особенности размножения
3. Строение тела гриба.
4. Значение грибов в природе и жизни человека.

## ТЕМА 12 ЛИШАЙНИКИ

Лишайники представляют собой двухкомпонентные организмы, тело которых образовано грибом (микобионтом) и водорослью (фикобионтом). Для них характерны особые морфологические структуры талломов, биохимия, способы размножения, медленный рост, отношения к экологическим условиям и др. Ка-

ждый из компонентов лишайника в отдельности характеризуется особым типом метаболизма, который отличается от свободноживущих форм.

В морфологическом плане среди лишайников выделяют накипные, листоватые и кустистые и переходные между ними формы, в анатомическом – гомерные и гетеромерные. В систематическом плане лишайники принято классифицировать по грибному компоненту и относить к трем классам. Класс сумчатые (микобионтом являются грибы, относящиеся к классу *Ascomycetes*), доминирующий по количеству видов. Класс базидиальные, (микобионт которых относится к классу *Basidiomycetes*), малочисленная. Третий, искусственный класс, несовершенные, (у микобионта которых плодовые тела и споры не обнаружены, грибной компонент относится к классу *Deuteromycetes*). По систематическому положению фикобионт относится к *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Xanthophyta*, *Phaeophyta*. Колониальные формы при этом распадаются на отдельные клетки и утрачивают способность размножаться бесполом и половым путями.

В большинстве случаев взаимоотношения гриба и водоросли в составе лишайника определяют как взаимовыгодный симбиоз (мутуалистическая теория), где гриб снабжает водоросль водой и растворенными в ней минеральными соединениями и защищает водоросль, водоросль снабжает гриб органическими веществами. В 1873 году Е. Борне обнаружил внутри клеток водорослей гаустории гриба (всасывающие органы), что свидетельствует о паразитизме со стороны гриба. Паразитизм со стороны гриба оказывается умеренным, так как, уничтожив все клетки фикобионта, он не смог бы состояться как двухкомпонентный организм. Гриб уничтожает лишь часть клеток водорослей, оставшиеся поддерживает в развитии и стимулирует их деление. Чем примитивнее лишайник, тем выше паразитизм со стороны гриба. А.А. Еленкин обнаружил, что после внедрения гаустории гриба в клетку водоросли поглотив все её внутреннее содержимое (факт паразитизма) гриб переходит на сапротрофное питание, разрушая и потребляя её оболочку. Такое явление он назвал эндопаразитосапрофитизмом.

Размножение у лишайников осуществляется вегетативным (фрагментацией, соредиями и изидиями), бесполом (пикнидии, пикноконидии и др.) и половым способами (образование спор в зависимости от принадлежности гриба к тому или иному классу). По отношению лишайников к субстрату и другим факторам внешней среды выделяют несколько экологических групп: эпилитные (обитающие на камнях); эпиксильные (на мертвой древесине); эпифитные (на коре деревьев и кустарников); эпигейные (на почве); эпифилльные (на хвое и листьях вечнозеленых растений); эпибриофитные (на куртинах мхов); эндофлеоидные (внутри коры дерева); эврисубстратные (на нескольких субстратах).

## **ЗАНЯТИЕ 12. РАЗНООБРАЗИЕ ЛИШАЙНИКОВ**

### **ЗАДАНИЕ 1 ИЗУЧИТЬ *COLLEMA* SP. – КОЛЛЕМА**

Изучить и зарисовать продольный разрез гомеомерного слоевища: а) гифы микобионта; б) клетки фикобионта (представитель отдела Cyanophyta).

### **ЗАДАНИЕ 2 ИЗУЧИТЬ *XANTHORIA PARIETINA* (FR.) TH. FR. – ЗОЛОТЯНКА СТЕННАЯ**

Изучить и зарисовать: 1. Продольный разрез гетеромерного слоевища: а) верхняя кора; б) слой фикобионта (представитель отдела Chlorophyta); в) сердцевина; г) нижняя кора; д) ризины. 2. Продольный разрез апотеция: а) слоевищный край; б) эксципул; в) эпитеций; г) гимениальный слой (сумки с сумкоспорами и парафизы); д) гипотечий.

### **ЗАДАНИЕ 3. ИЗУЧИТЬ ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ ЛИШАЙНИКОВ**

Изучить и зарисовать внешний вид лишайников различных жизненных форм (накипные, листоватые, кустистые).

1. Накипных из родов леканора (*Lecanora*) или лецидея (*Lecidea*).

2. Листоватых из родов пармелия (*Parmelia*), ксантория (*Xanthoria*) или фисция (*Physcia*).

3. Кустистых из родов кладония (*Cladonia*), эверния (*Evernia*) или уснея (*Usnea*).

Обратить внимание на органы вегетативного размножения – соредии, соранные в различные формы сорали (*Parmelia sulcata* Tayl., *Evernia prunastri* (L.) Ach.), изидии (*Usnea hirta*).

#### Контрольные вопросы

1. Дать общую характеристику отдела лишайники и деление их на классы.
2. Привести доказательства двойственности природы лишайников.
3. Теории и типы взаимоотношения гриба и водоросли в лишайнике.
4. Происхождение лишайников. Основные типы лишайникового таллома и их анатомическое и морфологическое строение.
5. Фико- и микобионты: их систематическое положение, отличия от свободноживущих форм.
6. Способы размножения лишайников.
7. Экологические группы лишайников и их практическое значение.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Общая характеристика растений. Отличие растений от животных на клеточном, тканевом и организменном уровнях.
2. Уровни морфологической организации растений. Особенности и основные направления морфологической эволюции фототрофных растений.
3. Зональность апикальных меристем. Понятие о гистогенах. Покоящийся центр, его функции и биологическое значение.
4. Цитоплазма, её физические свойства и химический состав. Субмикроскопическая структура мембраны клетки. Значение мембранной организации протопласта.
5. Вакуоли, их возникновение, строение и функции. Тонoplast. Клеточный сок, его состав. Осмотические явления в клетке и их значения для жизни растения. Тургор. Плазмолиз и деплазмолиз.
6. Митохондрии, пластиды, их субмикроскопическая структура и функции. Типы пластид. Онтогенез и взаимопревращение пластид. Эволюционное происхождение митохондрий и пластид.
7. Образование, места локализации и значение запасных веществ (жиров, углеводов, белков) и эргастических включений в клетке. Способы их обнаружения, использование человеком. Основные культурные растения – источники крахмала, сахара, масел, белков и т.д.
8. Оболочка растительной клетки, её химический состав. Молекулярная организация, биологическая роль клеточной оболочки. Формирование первичных и вторичных оболочек. Значение и виды пор.
9. Онтогенез растительных клеток. Понятия об омпипотентности эмбриональных клеток, факторах их дифференциации и дедифференциации.
10. Ткани их определение, принципы, классификации (онтогенетический, топографический, морфологический, функциональный) Простые и сложные ткани. Первичные и вторичные ткани.

11. Меристемы. Цитологическая характеристика. Распределение в теле растений. Инициальные клетки и их производные.

12. Первичные покровные ткани. Эпидерма, её строение и функции. Устьица их строение, механизм работы, биологическое значение. Трихомы, их типы и функции.

13. Вторичные покровные ткани. Перидерма, её строение, образование и биологическое строение. Чечевичка, корка, их строение и значение.

14. Ризодерма, её формирование строение, деятельность. Корневые волоски, их образование и функции, продолжительность жизни.

15. Экзодерма и эндодерма как ткани, регулирующие происхождение веществ. Особенности прохождения веществ по апопласту и симпласту.

16. Механические ткани. Общие черты строения, размещение в теле растения. Колленхима, её особенности, виды.

17. Ассимиляционные и запасающие ткани. Особенности их строения и функционирования. Размещение в теле растения.

18. Склеренхима. Волокна и склереиды. Происхождение и расположение в теле растения, особенности роста и строения. Практическое значение волокон.

19. Проводящие ткани. Общая характеристика. Образование, типы и функции проводящих тканей. Общие черты ксилемы и флоэмы. Ксилема и флоэма, как сложные ткани, их состав, формирование и функции.

20. Ксилема. Водопроводящие элементы: трахеиды и сосуды, их типы, развитие, строение. Перфорации. Эволюция трахеальных элементов. Древесинная паренхима и волокна ксилемы. Прото- и метаксилема, их специфика Вторичная ксилема (древесина).

21. Проводящие пучки, их типы, особенности строения. Размещение в теле растения.

22. Флоэма. Ситовидные трубки и ситовидные пластинки. Развитие ситовидных трубок и специфика их строения. Клетки-спутницы, их структура и функции. Паренхима и волокна флоэмы, прото- и метафлоэма, их специфика. Вторичная флоэма (луб).

23. Типы и строение семян и зародышей однодольных растений. Направления морфологической эволюции семян однодольных растений.
24. Типы и строение семян и зародышей двудольных растений. Направления морфологической эволюции семян двудольных растений.
25. Понятие о покое семян. Его типы и биологическое значение. Условия и типы прорастания семян. Строение проростка двудольного растения.
26. Строение проростков однодольных растений. Строение зародыша и проростка злаков.
27. Понятие о корне. Его функции, эволюционное происхождение. Зоны молодого корня. Корневой чехлик, его биологическое значение.
28. Верхушечная меристема корня и её деятельность. Гистогены корня и биологическое значение покоящегося центра.
29. Первичное анатомическое строение корня. Ризодерма, её функции. Строение и функции первичной коры и центрального цилиндра.
30. Формирование вторичной анатомической структуры корня. "Линька" корня. Анатомическое строение многолетнего корня.
31. Ветвление корней. Заложение и развитие боковых корней. Морфологическая природа корней в корневых системах (главный, боковой, придаточные корни). Типы корневых систем по способу образования, по морфологическим особенностям и по размещению корней в почве.
32. Специализация и метаморфозы корней. Анатомическое и морфологическое строение корнеплодов, их биологическое значение и использование человеком.
33. Общая характеристика побега. Метамерность побега. Гистологическое строение апекса побега.
34. Понятие о почке. Строение и деятельность меристематической верхушки побега.
35. Разнообразие почек и их биологическое значение. Почечные чешуи, их происхождение и значение.
36. Типы листорасположения. Теория физиологических полей.

37. Анатомическое строение листа. Связь внутреннего строения листа с его функциями.

38. Онтогенез листа. Длительность жизни листьев. Листопад, его биологическое значение.

39. Разнообразие листьев. Формации листьев. Гетерофиллия и анизофиллия. Листовая мозаика.

40. Анатомическое строение стебля однодольных травянистых растений.

41. Анатомическое строение стебля двудольных травянистых растений.

42. Анатомическое строение стебля двудольных древесных растений. Строение древесины и вторичного луба. Годичные кольца.

43. Разнообразие почек по положению на побеге, строению покровов, содержанию, времени разворачивания. Придаточные почки.

44. Разнообразие побегов по функциям, длине междоузлий, направлению роста, положению в пространстве. Смена направлений роста одного и того же побега.

45. Разворачивание побега из почки. Годичные и элементарные побеги.

46. Специализация и метаморфозы побегов. Функции и биологическое значение метаморфизированных побегов.

47. Метаморфозы надземных побегов и их частей, колючка, филлодий, филлокладий, кладодий, ус, усик.

48. Метаморфозы подземных побегов и их частей: корневище, клубень, луковица, клубнелуковица, стolon.

49. Общая характеристика соцветий. Классификация и биологическое значение соцветий.

50. Разнообразие моноподиальных и симподиальных соцветий, направления их эволюции.

51. Размножение и воспроизведение у растений. Бесполое, половое, семенное и вегетативное размножение, их биологическое значение.

52. Естественное и искусственное вегетативное размножение растений. Черенкование и прививки.

53. Общая характеристика цветка. Части цветка и их функции. Формула и диаграмма цветка.
54. Опыление у цветковых растений и его биологическое значение. Самоопыление, перекрестное опыление.
55. Плод. Строение и классификация плодов. Участие различных частей цветка в образовании плода.
56. Апокарпные плоды. Разнообразие и направления эволюции апокарпных плодов.
57. Ценокарпные плоды. Разнообразие и направления эволюции ценокарпных плодов.
58. Жизненные формы растений. Система жизненных форм растений по Раункиеру.
59. Эколого-морфологическая классификация жизненных форм растений. Различие между древесными, полудревесными и травянистыми растениями.
60. Систематика растений, её место в системе биологических наук. Задачи систематики.
61. Теоретическое и практическое значение систематики растений. Таксономические единицы (таксоны).
62. Общая характеристика водорослей. Строение таллома, клетки. Размножение, смена ядерных фаз и смена форм развития.
63. Структура водорослей. Основные типы морфологической дифференциации тела водорослей, их эволюция.
64. Значение водорослей в биологической оценке воды и самоочищение водоемов (зоны соприкосновения).
65. Планктон пресноводный и морской. Приспособление водорослей к планктонному образу жизни. Значение планктона.
66. Царство грибы. Особенности строения таллома, клетки. Черты растительной и животной организации у грибов. Питание грибов, размножение. Принцип деления на классы.
67. Значение грибов в природе и хозяйственной деятельности человека.

68. Распространение грибов в природе. Экологические группы грибов.

69. Отдел лишайники. Формы таллома. Анатомические особенности. Компоненты лишайника. Способы размножения, распространение в природе, значение.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Биоморфология растений : иллюстрированный словарь : учеб. пособ. / Изд. 2-е, испр. и доп. / Жмылев П.Ю., Алексеев Ю.Е., Карпухина Е.А. и др. М.: Гриф Москва, 2005. 256 с.

Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений: учеб. для вузов / Серебрякова Т.И., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др. М.: ИКЦ "Академкнига", 2007. 543 с.

Буланый Ю.И. Ботаника с основами фитоценологии: Курс лекций. Ч. 1: Анатомия и морфология растений. Саратов, 2014. 88 с. (электронная библиотека СГУ).

Костецкий О.В., Степанов М.В. Практические занятия по низшим растениям : учеб.-метод. пособ. для студ. биол. ф-та. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2003. 36 с.

Лотова Л.Ю. Морфология и анатомия высших растений. М.: Эдиториал УРСС, 2000. 528 с.

Павлова М.Е. Ботаника: конспект лекций: учеб. пособ. М.: Российский университет дружбы народов, 2013. 256 с. [Электронный ресурс] (ЭБС "IPR-BOOKS")

Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника: в 2 т. М., Мир. 1990.

Седова О.В. Морфология высших растений : учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавриата 06.03.01 "Биология" по дисциплине "Введение в ботанику", раздел "Морфология растений". Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2017. 72 с.

Федоров А.А. и др. Атлас по описательной морфологии высших растений: в 4 т. М.: Наука, 1956 – 1979.

Эсау К. Анатомия семенных растений : в 2 кн. М.: Мир, 1980.

Учебное издание

# **БОТАНИКА**

*Учебное пособие*

*для студентов биологического факультета*

Подписано в печать 24.12.2020

Формат 60 x 84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman/

Печ. л. 6,5. Уч.-изд. л. 4,32. Тираж 100. Заказ №3522-20/28120.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО

«Амирит»

410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88.

Тел.: 8-800-700-86-33 (8452) 24-86-33

E-mail.: [zakaz@amirit](mailto:zakaz@amirit). Сайт: [amirit.ru](http://amirit.ru)