

ИИМОП
КГНУ



Система
дистанционного
образования

Г.О. Алгадаева

БОТАНИКА

морфология и анатомия растений

Учебное пособие

580
АЛГ
1999

ек

Серия «ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»

Рекомендовано к печати Редакционно-издательским Советом КГНУ
и Ученым советом ИИМОП КГНУ.

Рецензент – доктор биологических наук, профессор А.М. Мурсалиев

Под общей редакцией профессора В.И.Шаловалова.

Алгадаева Г.О.

А – 95

Ботаника: морфология и анатомия растений: Учебное пособие. Для студентов дистанционного обучения КГНУ. – Б: ИИМОП КГНУ, 1999. – 94 с.

ISBN 9967-401-63-X

Учебное пособие составлено в соответствии с действующей программой по ботанике и государственным образовательным стандартом Кыргызской Республики.

В пособии в соответствии с современными научными данными представлены программа дисциплины, субмикроскопическое строение клетки, строение растительных тканей. Рассматривается материал по морфологии и анатомии вегетативных органов высших растений, размножению и эволюции растений.

Для студентов дистанционного обучения КГНУ, студентов очной формы обучения, всех интересующихся вопросами биологии.

Все замечания и предложения, направленные на улучшение следующей редакции учебного пособия, просим направлять по адресу: Бишкек, 720024, ул. Фрунзе 547, Институт интеграции международных образовательных программ КГНУ.

Морфология и анатомия растений

Ботаника – наука о строении и жизни растений и их сообществ (фитоценозов) как компонентов биогеоценозов. Многообразие форм растений. Экологическая роль растительного покрова, значение растений в осуществлении круговорота веществ в природе. Народнохозяйственное значение растений.

Краткий очерк развития ботаники. Основные разделы ботаники и их содержание: морфология, физиология, биохимия, систематика, экология, фитоценология и др.

Общие представления о строении растений. Прокариоты и эукариоты, автотрофные и гетеротрофные растения. Одноклеточные, колониальные и многоклеточные растения. Возможные пути образования многоклеточности в эволюции растений.

Современные взгляды на строение клетки растения, ее отличия от клетки животного. Протопласт и его органоиды. Цитоплазма, ее значение в жизни клетки: гиалоплазма, мембранные компоненты цитоплазмы. Ядро, его строение и функции. Пластиды, особенности их ультраструктуры и биологическое значение; типы пластид. Вакуолярная система, ее роль в жизни клетки. Форма отложения и локализация в клетке органических и минеральных веществ. Оболочка клетки, ее образование, строение и биологическое значение. Плазмодесмы, первичные поровые поля, поры. Понятие симпласта. Химические изменения оболочек: одревеснение, минерализация, пробкование, кутинизация, ослизнение; биологическое значение этих процессов.

Размножение как одно из свойств живого организма. Бесполое размножение и половое воспроизведение растений. Место мейоза в жизненном цикле растений. Понятие о спорофите и гаметофите. Типы половых процессов (изогамия, гетерогамия, оогамия) и жизненных циклов (гаплоидный, диплоидный, гетероморфный, изоморфный, дикариотический).

Общие закономерности строения и развития растений. Симметрия, полярность. Конвергенция, корреляция, редукция, атавизм, обортирование. Аналогии и гомологии.

Ткани и принципы их классификации.

Образовательные ткани (меристемы). Классификация меристем. Рост и дифференциация клеток – производных меристем.

Постоянные ткани и их многообразие. Ткани первичные и вторичные, простые и сложные. Главные и дополнительные функции тканей.

Общая характеристика покровных, проводящих, механических ассимилирующих, запасных, секреторных тканей и тканей поглощения веществ, система проветривания.

Строение вегетативных органов растений.

Строение зародыша, развитие и строение проростка. Развитие корневой системы и формирование побега в онтогенезе.

Морфологическое расчленение побега. Узлы и междоузлия. Почки, их строение, особенности расположения и роль в жизни растений.

Верхушечный рост побега. Строение и деятельность конуса нарастания.

Стебель, его функции и особенности морфологии. Развитие анатомической структуры стебля.

Стелярная теория. Принципы классификации стел и основные факторы их эволюции. Мезархное, экзархное и эндархное заложение протоксилемы. Типы стел: протостела, сифоностела, эустела, атактостела; расположение проводящих тканей, дифференциация перицикла и эндодермы, роль листьев и пазушных почек в формировании структурных особенностей стел.

Вторичное утолщение стелы. Камбий, его развитие и строение. Образование вторичных проводящих тканей.

Строение многолетних стеблей древесных растений. Приросты древесины и луба как следствия деятельности камбия. Морфологическая дифференциация элементов древесины и луба в связи с их функциональными особенностями. Возрастные изменения древесины и луба; формирование корки. Использование древесины и луба в народном хозяйстве.

Лист, его строение и функции. Заложение и развитие листовых зачатков, их верхушечный и интеркалярный рост. Листья – филлоиды; вайи папоротников. Листорасположение. Ярусные категории листьев. Листовая мозаика.

Анатомическое строение листовой пластинки. Ассимилирующая ткань (мезофилл), её строение и расположение в листьях разных растений. Жилкование листа, строение проводящих пучков.

Влияние внешних условий на формирование анатомической структуры листа. Продолжительность жизни листьев. Листопад и его биологическое значение.

Корень, его функции. Главный, боковые и придаточные корни, их происхождение. Развитие корня. Меристема корня. Функции корневого чехлика. Первичное и вторичное строение корня. Микориза.

Метаморфозы вегетативных органов и их биологическое значение.

Размножение высших растений. Способность к регенерации как основа вегетативного размножения. Способы вегетативного размножения.

Бесполое размножение спорами. Спорангии, их строение и расположение у разных представителей высших растений. Изоспория, гетероспория и ее биологическое значение.

Половое воспроизведение высших растений. Гаметангии, особенности их строения. Половой процесс и условия для его осуществления.

Характеристика жизненных циклов высших растений: с преобладанием спорофита. Закономерности эволюции размножения высших растений.

▲ Материал, освещаемый во «введении», полезно повторить одновременно с заключительными частями после изучения всего курса.

Ботаника (греч. *botanike*, от *botane* – растение, трава) – комплекс наук о растениях.

Основные ботанические дисциплины: систематика растений (изучает их классификацию и филогению), морфология (внешнее строение), анатомия (внутреннее строение), эмбриология (половые элементы, развитие зародыша), палеоботаника (ископаемые растения), физиология (жизнедеятельность и функции), биохимия (химический состав и биохимические процессы), экология (взаимоотношения со средой и другими организмами), география растений (географическое распространение таксонов), геоботаника (растительные сообщества), ботаническое ресурсосведение, или экономическая ботаника (использование растений человеком).

Традиционно в ботанику включают грибы (микология), которые с середины XX века выделяют в особое царство, а также бактерии (бактериология), вирусы (вирусология), водоросли (фикология), хотя в настоящее время это вполне – самостоятельные, общепризнанные области знаний.

Человек рано осознал свою зависимость от растительного мира, поэтому зачатки практических знаний о растениях относятся к древнейшим стадиям развития человечества. Первые датируемые сведения о растениях содержатся в письменных документах Древнего Востока.

Начало ботаники как науки положили древние греки (Теофраст – «отец ботаники»). После общего упадка естествознания в средние века ботаника начинает интенсивно развиваться с XV века. Наряду с систематикой и морфологией постепенно возникают все новые дисциплины.

В середине XVIII века итоги развития ботаники подведены К.Линнеем. В XIX веке большое влияние на ботанику оказали успехи химии и физики, формирование клеточной теории и эволюционного учения Ч.Дарвина, в XX веке развитие генетики и молекулярной биологии.

Во 2-й половине XX века все шире применяются во всех ботанических дисциплинах математические, физические, химические методы исследования, возрастает экологизация ботаники. На первое место вышли проблемы биосферной роли растительного покрова, его охраны как компонента биосферы, сохранение генофонда растительного мира и его рационального использования для нужд человека.

Возросла роль ботаники в разработке мер для повышения и оптимизации продуктивности диких и культурных растений, в решении обостряющейся продовольственной проблемы.

Одновременно с развитием фундаментальных ботанических дисциплин развиваются прикладные ее отрасли, служащие биологической основой растениеводства, лесного хозяйства и другие.

Растения (Plantae, или Vegetabilia) - царство живых организмов.

Автотрофные организмы, для которых характерны способность к фотосинтезу и наличие плотных клеточных оболочек, состоящих, как правило, из целлюлозы, запасным веществом обычно служит крахмал.

Свойственное некоторым растениям (сапрофитам, паразитам) **гетеротрофное питание** всегда вторичного происхождения. Другие характерные черты растений (своеобразные циклы развития, способы закладки органов, прикрепленный образ жизни и т.п.) не являются общими для всех групп растений, однако весь комплекс признаков в целом позволяет легко отличить растения от представителей других царств.

Лишь на более низком уровне развития, особенно на одноклеточном, отличие растений от других живых организмов не так отчетливо.

Основное отличие одноклеточных растений от одноклеточных организмов других царств – **наличие хлоропластов в сочетании с особенностями ультраструктуры клеток** (строение оболочек, развитие вакуолей и др.).

С повышением уровня организации различия между растениями и другими организмами резко возрастают. Большинство растений характеризуются сильным расчленением тела, приводящим к увеличению его поверхности, что обусловлено способом питания растения – поглощением из окружающей среды газообразного (фотосинтез) и жидкого (вода и растворенные в ней минеральные соли) компонентов.

У высших растений расчленение и дифференцировка тела приводят к выработке большого числа специализированных структур.

Наши знания о растениях еще недостаточны, что отражается на их классификации и систематике. До середины XX века все растения традиционно делились на низшие растения (бактерии, водоросли, слизевики, грибы, лишайники) и высшие растения (риниевые, моховидные, псилотовые, плауновидные, хвощевидные) папоротниковидные, голосеменные и цветковые, или покрытосеменные. В настоящее время бактерии и грибы выделяют в самостоятельные царства.

В современном понимании царство растений включает 3 подцарства: багрянки, или красные водоросли (Rhodobionta), настоящие водоросли (Phycobionta) и зародышевые или высшие растения (Embryobionta). Эти подцарства охватывают все разнообразие мира растений с общим числом видов около 350 тыс.

Эволюция растений

Происхождение растений связано с первыми этапами развития жизни на Земле. Еще в архее (около 3 млрд. лет назад) появились организмы, похожие на сине-зеленые водоросли (цианеи) или на их предшественников. Около 2 млрд лет назад возникли сине-зеленые водоросли с крупными толстостенными оболочками, которым уже, по-видимому, был свойствен окислительный метаболизм.

Настоящие водоросли появились в *протерозое*. В раннем палеозое известны зеленые и красные водоросли.

Первые микроскопические наземные растения появились, вероятно, также на границе протерозоя и палеозоя.

Первые высшие наземные растения, риниофиты, существовали еще во второй половине силура. Они не имели корней (их заменяли ризоиды), а структурными элементами тела были, так называемые, теломы. В раннем девоне высшие растения уже были весьма разнообразны (кроме риниофитов – плауновидные, предки – папоротниковидных и членистостебельных) имели корни и зачатки сосудов.

В конце девона появились голосеменные, а в карбоне пышно развились древовидные папоротники, на смену которым в перми пришли современные папоротниковидные.

В карбоне появились хвойные, получившие вместе с другими голосеменными в триасе и юре широкое распространение.

Венцом эволюции растений явились цветковые (покрытосеменные), возникшие в раннюю меловую эпоху и ставшие затем господствующими во флоре Земли.

Значение растений

Особая роль растений в жизни нашей планеты состоит в том, что без них было бы невозможно существование животных и человека. Только содержащие хлорофилл зеленые растения, способны аккумулировать энергию солнца, создавая органические вещества из неорганических; при этом растения извлекают из атмосферы CO_2 и выделяют O_2 , поддерживая ее постоянный состав.

Как первичные продуценты органических веществ растения – определяющее звено в сложных цепях питания всех гетеротрофных организмов, населяющих Землю.

Наземные растения представлены самыми разнообразными жизненными формами (травы, кустарники, деревья, лианы, подушки, эпифиты, стланики и т.д.). Произрастая в тех или иных условиях, они образуют различные растительные сообщества (фитоценозы), обуславливая ландшафтное разнообразие Земли и бесконечное разнообразие экологических условий для других организмов. При непосредственном участии растений образуются почва, торф. Скопления ископаемых растений образовали бурый и каменный уголь.

Из огромного разнообразия царства растений особое значение для человека имеют семенные, главным образом, цветковые растения, дающие пищу, одежду, топливо, строительный материал.

Человек научился создавать на огромных пространствах искусственный растительный покров (поля, плантации, сады, парки и т.п.), а также отбирать и выводить многочисленные формы растений. Однако чрезмерно интенсивная и далеко не всегда рациональная деятельность человека привела к уничтожению естественной растительности на огромных площадях, и поставила под угрозу исчезновения многие виды растений. В связи с этим специальными законодательными актами мир растений берется под защиту. 690 видов сосудистых растений, редких или находящихся на грани исчезновения, внесены в Красную книгу СНГ, в Красную книгу Кыргызстана внесено 65 видов растений.

Морфология растений, наука о закономерностях строения и процессах формообразования растений.

В широком смысле морфология растений изучает формы на всех уровнях от целого растения до клеточных органоидов и макромолекул, в узком – только макроструктуры. В этом случае из нее выделяются как самостоятельные науки анатомия, эмбриология, цитология растений. Некоторые разделы получили название от объектов изучения – палинология (изучает пыльцу), карпология (изучает плоды), ризология (изучает корневые системы).

Основоположник теоретической морфологии растений – И.В. Гетте, сформулировавший учение о метаморфозе (1790) и предложивший термин «морфология» (1817.)

В XIX - начале XX вв. развивались две основные сравнительно – морфологические концепции строения тела высших растений: фитонистические теории и учение о трех основных органах – корне, стебле, листе.

Установление гомологий органов размножения высших споровых и голосеменных растений В. Гофмейстером (1851) положило начало эволюционной морфологии растений, получившей дальнейшее развитие в трудах многих ботаников XIX и XX вв., в т.ч. И.Н. Горожанкин и др. Обсуждение проблем происхождения вегетативных органов высших растений с использованием палеоботанических данных привело к созданию **теломной теории** (В. Циммерман, 1930; 1965). Большую роль в эволюционной морфологии растений сыграли также **стелярная теория** эволюции проводящей системы высших растений, **эвантовая теория** и **псевдантовая теория** происхождения цветка.

В тесной связи с эволюционной морфологией растений и физиологией растений развивались **онтогенетическая** и **экспериментальная морфология** растений (последний термин предложен К.А.Тимирязевым, 1890). Большой вклад в этот раздел внесли А.Н. Бекетов (закономерности в строении вегетативных органов, 1858), Н.К. Кренке (теория циклического строения и омоложения растений, 1940) и др.

Основные проблемы экологической морфологии растений, основоположниками которой считают И.Э Варминга (1902-1916) и К. Раункиера (1905-1907) – **изучение жизненных форм (биоморф)** растений, воздействие внешних и внутренних факторов на формообразование (работы Р. Н. Сукачева – 1926-1938, И.Г. Серебрякова - 1952-1969 и многие другие).

Важные современные направления – дальнейшее развитие сравнительной морфологии растений (В.Траель и его школа, 1935-1969); решение проблем морфологической эволюции цветковых растений (А.Л. Тахтаджян, 1940-1980, Дж. Л. Стебине 1974 и др.); выявление принципиальных отличий морфологии однодольных и двудольных.

Активно развивается учение о жизненных формах и об основных закономерностях морфогенеза. В последнем случае среди прочих используются методы математического моделирования.

Анатомия растений, раздел ботаники, изучающий внутреннее строение растений.

Возникновение анатомии растений связано с изобретением микроскопа и работами М. Мальпиги и Н.Грю, которые впервые провели полное микроскопическое изучение растительных объектов (конец XVII века). В XIX веке исследования растительной клетки были использованы Т. Шванном при создании клеточной теории (1839). Во 2-й половине XIX-XX вв. изучение растительных тканей, клеток и их органоидов ведется (часто уже в рамках цитологии растений, которая уже выделилась из анатомии растений) в тесной связи с изучением их роста, развития и дифференцировки в процессе онтогенеза, а также с учетом выполняемых ими функций.

Существенное значение из методов анатомии растений приобретает электронная микроскопия, а из подходов – эволюционный и экологический.

Данные анатомии растений используются не только в биологии, но и в агрономии, технике (например, в древесиноведении), истории и археологии (в дендрохронологии), в криминалистике, а также в фармацевтической, пищевой, целлюлозно – бумажной, деревообрабатывающей и других отраслях промышленности.

Заключение

Лишь несколько групп организмов – растения, водоросли и некоторые бактерии – способны поглощать энергию Солнца и запасать ее в органических молекулах в ходе фотосинтеза. Фактически вся жизнь на Земле прямо или косвенно зависит от этого процесса.

Нашей планете около 4,5 миллиарда лет. Считается, что первоначально ее атмосфера состояла в основном из газообразного азота и довольно большого количества водяного пара и углекислоты. На четыре элемента, образующие эти вещества – *углерод, водород, азот и кислород*, - приходится около 98% массы всех живых организмов. В грозовой первичной атмосфере Земли молекулы газов самопроизвольно соединялись в новые более крупные молекулы. Кислород, составляющий сейчас около 21% земной атмосферы, практически отсутствовал, пока его в большом количестве не начали производить фотосинтезирующие организмы. В результате ультрафиолетовые лучи (от которых мы защищены сейчас слоем озона - одного из соединений кислорода) достигали поверхности Земли, содействуя синтезу новых молекул.

Сначала появились *гетеротрофы* – организмы, питающиеся органическими соединениями или другими организмами. Возраст самых древних известных ископаемых 3,5 миллиарда лет. *Автотрофные* организмы, способные синтезировать питательные вещества в процессе фотосинтеза, возникли не позднее 3,4 миллиарда лет назад. Примерно 1,5 миллиарда лет назад появились *зукариоты* с более крупными, чем у уже существовавших бактерий – *прокариот*, и намного сложнее устроенными клетками. Эволюция многоклеточных зукариот началась не позднее 650 миллионов лет назад, и около 450 миллионов лет назад они начали осваивать сушу.

Растения представляют собой в основном наземную группу, одну из эволюционных линий, объединяющих только или главным образом многоклеточные организмы. Другие крупные группы – грибы, впитывающие пищу, и жи-

вотные, которые ее заглатывают. Одноклеточные эукариоты относятся к царству протистов вместе с тремя более мелкими группами многоклеточных эукариот – красными, бурыми и зелеными водорослями. Все шесть линий многоклеточных произошли независимо от одноклеточных протистов.

Растения, эволюционировавшие из зеленых водорослей, приобрели ряд специфических адаптаций к жизни на суше. Они развиты у представителей господствующей группы – сосудистых растений – и включают восковидную кутикулу, пронизанную специальными отверстиями – устьицами, через которые осуществляется газообмен; эффективную проводящую систему из ксилемы, доставляющей воду и поглощенные питательные вещества по стеблям от корней к листьям, и флоэмы, разносящей продукты фотосинтеза ко всем частям растения. Увеличение в длину происходит за счет первичного, а в толщину – за счет вторичного роста; эти процессы связаны с меристемами – зонами быстрого деления клеток.

Эволюция растений сопровождалась становлением биомов – крупных наземных сообществ, включающих и животных. *Взаимодействующие системы, состоящие из биомов и окружающей их неживой среды, называются экосистемами.* Человек, появившийся около 2 миллионов лет назад, по меньшей мере, 11000 лет назад изобрел земледелие, став в результате господствующей на Земле экологической силой. Люди использовали знание растений в интересах собственного развития и, будут делать это с еще большим размахом в будущем.

Контрольные вопросы

1. Определение ботаники.
2. Перечислите основные ботанические дисциплины, и что они изучают?
3. История развития ботаники.
4. Характерные признаки растения.
5. Систематика растений.
6. Эволюция растений.
7. Значение растений.
8. Морфология растений.
9. Анатомия растений.
10. Какие организмы называются автотрофными и гетеротрофными?

Клетка

-
1. Определение клетки.
 2. История развития биологии клетки.
 3. Сравнительная характеристика животной и растительной клеток.
 4. Структуры, свойственные растительным клеткам.
 5. Клеточная теория (возникновение и положение).
 6. Деление клетки.
 7. Заключение.
 8. Контрольные вопросы.
-

Клетка (cellula, cytus)- основная структурно- функциональная единица всех живых организмов, живая элементарная система.

Клетка может существовать как отдельный организм (бактерии, простейшие, некоторые водоросли и грибы) или в составе тканей многоклеточных животных, растений и грибов. Лишь вирусы представляют собой неклеточные формы жизни.

Подобное представление, известное как клеточная теория, сложилось постепенно в XIX веке в результате микроскопических исследований. Наука, занимающаяся микроскопическим изучением клетки, называлась в то время цитологией. Позже в конце XIX, а затем уже в XX веке изучение клеток приобрело в значительной мере экспериментальный характер, и теперь существует целая большая отрасль науки, именуемая биологией клетки.

Некоторые наиболее важные события, определившие собой развитие биологии клетки, перечислены в таблице 1.

▲ Внимательно рассмотрите таблицу, запишите и запомните ее.

Таблица 1.

**Некоторые важные вехи в истории биологии клетки
(Биология Грин Н., Стаут У., Тейлор Д., 1990)**

1590	Янсен изобрел микроскоп, в котором большее увеличение обеспечивалось соединением двух линз.
1665	Роберт Гук, пользуясь усовершенствованным микроскопом, изучал строение пробки и впервые употребил термин клетка для описания структурных единиц, из которых состоит эта ткань. Он считал, что клетки пустые, а живое вещество – это клеточные стенки.
1650-1700	Антони ван Левенгук при помощи простых хорошо отшлифованных линз (× 200) наблюдал «зародыши» и различные одноклеточные организмы, в том числе бактерии. Впервые бактерии были описаны в 1676 г.
1700-1800	Опубликовано много новых описаний и рисунков различных тканей, по преимуществу растительных (впрочем, микроскоп в это время рассматривался главным образом как игрушка).
1827	Доналд улучшил качество линз. После этого интерес к микроскопии быстро возрос и распространился.
1831-1833	Роберт Браун описал ядро как характерное сферическое тельце, обнаруживаемое в растительных клетках.
1838-1839	Ботаник Шлейден и зоолог Шванн объединили идеи разных ученых и сформулировали «клеточную теорию», которая постулировала, что основной единицей структуры и функции живых организмов является клетка.
1840	Пуркинье предложил название протоплазма для клеточного содержимого, убедившись в том, что именно оно (а не клеточные стенки) представляет собой живое вещество. Позднее был введен термин цитоплазма (цитоплазма+ядро=протоплазма).
1855	Вирхов показал, что все клетки образуются из других клеток путем клеточного деления.
1866	Геккель установил, что хранение и передачу наследственных признаков осуществляет ядро.

1866-1888	Подробно изучено клеточное деление и описаны хромосомы.
1880-1883	Открыты пластиды, в частности хлоропласты.
1890	Открыты митохондрии.
1898	Открыт аппарат Гольджи.
1887-1900	Усовершенствованы микроскоп, а также методы фиксации, окрашивания препаратов и приготовления срезов. Цитология начала приобретать экспериментальный характер. Ведутся эмбриологические исследования, чтобы выявить, каким образом клетки взаимодействуют друг с другом в процессе роста многоклеточного организма. Одной из отраслей цитологии становится цитогенетика, занимающаяся изучением роли ядра в передаче наследственных признаков.
1900	Вновь открыты законы Менделя, забытые с 1865 г., и это дало толчок развитию цитогенетики. Световой микроскоп почти достиг теоретического предела разрешения; развитие цитологии естественно замедлилось.
1930-е гг.	Появился электронный микроскоп, обеспечивающий более высокое разрешение.
С 1946 по настоящее время.	Электронный микроскоп получил широкое распространение в биологии, дав возможность исследовать строение клетки гораздо более подробно. Это «тонкое» строение стали называть ультраструктурой.

Обобщенная схема растительной и животной клеток

Растительная клетка	Животная клетка
1. Клеточная стенка	-
2. Плазмодесмы	-
3. Плазматическая мембрана	(плазмалемма)
4. Цитоплазма	Цитоплазма
5. Ядро	Ядро
6. Пластиды	-
7. Митохондрии	Митохондрии
8. Рибосомы	Рибосомы
9. Эндоплазматический ретикулум	ЭР.
10. Аппарат Гольджи	Аппарат Гольджи
11. Крупная центральная вакуоль	Мелкие вакуоли
12. Тонoplast	-
13. -	Лизосома
14. -	Две центриоли
15. -	Микроворсинки
16. Микротрубочки	Микротрубочки
17. Микрофиламенты	Микрофиламенты
18. -	Пиноцитозные пузырьки

▲ Сравните данные схемы, найдите признаки, отличающие растительную клетку от животной.

▲ Зарисуйте клетку, отметьте ее органоиды (рис 1).

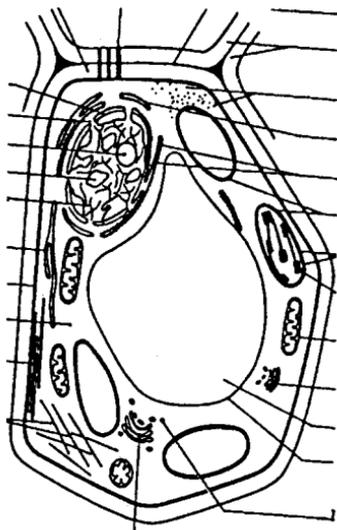


Рис. 1. Строение растительной клетки

Сравнение прокариот и эукариот

Все известные одноклеточные и многоклеточные организмы вполне естественно делятся на две большие группы – прокариоты и эукариоты. К прокариотам относятся бактерии и сине – зеленые водоросли, к эукариотам – зеленые растения (в том числе и все остальные водоросли), грибы, слизевики и животные. Первые эукариоты появились около 3 миллиардов лет назад – в самом конце докембрия. Они, по – видимому, произошли от прокариот.

Клетки прокариот (от греч. pro – до, kario – ядро) не имеют оформленного ядра. Иными словами, генетический материал (ДНК) прокариот находится прямо в цитоплазме и не окружен ядерной мембраной. У эукариот (от греч. eu – настоящий, истинный, kario – ядро) имеется настоящее ядро, т. е. у них генетический материал окружен двойной мембраной (ядерной оболочкой) и образует вполне определенную клеточную структуру, которую очень легко узнать.

Прокариоты отличаются от эукариот и по целому ряду других признаков. Самые существенные различия указаны в таблице 2.

▲ Перечертите таблицу, проанализируйте ее и запомните.

Основные различия между прокариотами и эукариотами
 Из A Dictionary of Life Science, E.A.Martin (ed), 1976,
 Pal Books. Грин, У.Струт, Д.Тэйлор, 1990)

Характеристика	Прокариоты	Эукариоты
Размеры клеток	Диаметр в среднем составляет 0,5-5 мкм	Диаметр обычно до 40 мкм; объем клетки, как правило, в 1000-10000 раз больше, чем у прокариот
Форма	Одноклеточные или нитчатые	Одноклеточные, нитчатые или истинно многоклеточные.
Генетический материал	Кольцевая ДНК находится в цитоплазме и ничем не защищена. Нет истинного ядра или хромосом. Нет ядрышка.	Линейные молекулы ДНК связаны с белками и РНК и образуют хромосомы внутри ядра. Внутри ядра находится ядрышко.
Синтез белка	70S – рибосомы и мельче. Эндоплазматического ретикулума нет. (синтез белка характеризуется и многими другими особенностями, в том числе чувствительностью к антибиотикам; например, развитие прокариот ингибируется стрептомицином).	80S – рибосомы (крупнее). Рибосомы могут быть прикреплены к эндоплазматическому ретикулуму.
Органеллы	Органелл мало. Ни одна из них не имеет оболочки (двойной мембраны). Внутренние мембраны встречаются редко; если они есть, то на них обычно протекают процессы дыхания или фотосинтеза.	Органелл много. Некоторые органеллы окружены двойной мембраной, например ядро, митохондрии, хлоропласты. Большое число органелл ограничено одинарной мембраной, например, аппарат Гольджи, лизосомы, вакуоли, микротельца, эндоплазматический ретикулум и т.д.
Клеточные стенки	Жесткие, содержат полисахариды и аминокислоты. Основной упрочняющий компонент – муреин.	У зеленых растений и грибов клеточные стенки жесткие и содержат полисахариды. Основной упрочняющий компонент клеточной стенки растений – целлюлоза, у грибов – хитин
Жгутики	Простые, микротрубочки отсутствуют. Находятся вне клетки (не окружены плазматической мембраной). Диаметр 20нм	Сложные с расположением микротрубочек типа 9+2. Располагаются внутри клетки (окружены плазматической мембраной). Диаметр 200нм
Дыхание	У бактерий происходит в мезосомах; у синие – зеленых водорослей – в цитоплазматических мембранах.	Аэробное дыхание происходит в митохондриях
Фотосинтез	Хлоропластов нет. Происходит в мембранах, не имеющих специфической упаковки.	В хлоропластах, содержащих специальные мембраны, которые обычно уложены в ламеллы или грани.
Фиксация азота	Некоторые обладают этой способностью.	Не один организм не способен к фиксации азота.

Возникновение клеточной теории

В XVII в. английский врач Роберт Гук, используя микроскоп собственной конструкции, заметил, что пробка и другие растительные ткани состоят из маленьких ячеек, разделенных перегородками. Он назвал эти ячейки клетками. В современном значении это слово стали употреблять только 150 лет спустя.

В 1838 г. немецкий ботаник Маттиас Шлейден пришел к выводу, что все растительные ткани имеют клеточное строение. На следующий год зоолог Теодор Шванн подтвердил наблюдение Шлейдена на тканях животных и предположил, что клетка – основа жизни. Создание клеточной теории – значительный успех биологии, поскольку она подразумевает единство всех живых систем и объединяет различные направления биологии, изучающие разнообразные организмы.

В 1858 г. известный патолог Рудольф Вирхов сделал общее заключение, что клетки могут появляться только от других клеток: «где существует клетка, там должна быть и предшествующая клетка, точно так, как животное происходит только от животного, а растение только от растения... над всеми живыми формами, будь то организмы животных или растений, или их составные части, господствует вечный закон непрерывного развития».

Концепция Вирхова с точки зрения эволюции приобретает еще большую значимость. Существует непрерывная связь между современными клетками – и организмами, в состав которых они входят, – и примитивными клетками, которые впервые появились на Земле по крайней мере 3,5 миллиарда лет назад.

▲ Выпишите основные положения.

Современная клеточная теория включает следующие положения:

- *все живые организмы состоят из клеток (исключение составляют вирусы); клетки одноклеточных и многоклеточных животных и растительных организмов сходны (гомологичны) по строению, химическому составу, принципам обмена веществ и основным проявлениям жизнедеятельности;*
- *именно клетка обладает всей совокупностью черт, характеризующих живое. Клетка – элементарная структурная, функциональная и генетическая единица живого;*
- *все живые организмы развиваются из одной или группы клеток; каждая новая клетка образуется в результате деления исходной (материнской) клетки. Клетка – элементарная единица развития живого;*
- *в сложных многоклеточных организмах клетки дифференцируются, специализируются по выполнению определенной функции;*
- *клетки объединены в ткани и органы, функционально связанные в системы, и находятся под контролем межклеточных, гуморальных и нервных форм регуляции. Клетка – функциональная единица в многоклеточном организме. Клетка – это элементарная, живая система, способная к самообновлению, саморегуляции и самовоспроизведению.*

▲ Самостоятельно проработайте вопрос «деление клетки». Опишите и зарисуйте основные этапы митоза и мейоза.

Заключение

Все живое состоит из клеток. Клетки крайне разнообразны по структуре и функциям. Одни представляют собой одноклеточные организмы, другие - высокоспециализированные – входят в состав многоклеточных организмов, как животных, так и растений. И все же клетки очень сходны между собой. Все они окружены мембраной, называемой *плазматической*, или *плазмалеммой*. Плазматическая мембрана ограничивает цитоплазму клетки и ДНК. Все живое содержимое клетки называют *протоплазмой*.

Клетки подразделяются на две основные группы: *прокариотические* и *эукариотические*. *Прокариотические клетки* лишены истинных ядер и ограниченных мембранами органелл. В настоящее время к прокариотам относятся бактерии, в том числе и цианобактерии. *Эукариотические клетки* имеют настоящие ядра и отдельные компартменты – обособленные участки клетки, выполняющие различные функции.

Эукариотические клетки разделены на компартменты с помощью мембран, как правило, *трехслойных (рис.2.1)*. Такие мембраны называются элементарными. Мембраны контролируют обмен веществ между клеткой и окружающей средой и между органеллами и цитоплазмой.

Растительные клетки обычно имеют *жесткую клеточную оболочку (рис. 2.7)* и *протопласт* – «единицу» протоплазмы, ограниченную клеточной оболочкой. Протопласт состоит из *цитоплазмы и ядра*. Цитоплазматический матрикс, или основное вещество, растительных клеток, как правило, находится в движении. Это явление известно как *ток цитоплазмы или циклоз*. *Плазматическая мембрана*, представляющая собой элементарную мембрану, отделяет цитоплазму от клеточной оболочки.

Помимо клеточной оболочки для растительных клеток характерны *цитоплазматические вакуоли*. Это полости, заполненные клеточным соком, водным раствором разнообразных солей, сахаров и других веществ. Вакуоли играют важную роль в увеличении размера клеток и поддержании упругостей тканей. Кроме того, во многих вакуолях разрушаются макромолекулы, а продукты распада вовлекаются в новые метаболические процессы. Вакуоли окружены элементарной мембраной, называемой *тонопластом*. Молодые клетки обычно содержат многочисленные мелкие вакуоли, которые увеличиваются в размерах и сливаются в одну большую вакуоль, когда клетка достигает зрелости. Увеличение вакуолей приводит к росту клетки.

Ядро (рис. 2.2) – контролирующий центр клетки – часто наиболее заметная структура протопласта. Оно окружено ядерной оболочкой, состоящей из двух элементарных мембран. В ядре находится хроматин, который в процессе клеточного деления конденсируется в отдельные хромосомы. Хроматин и хромосомы состоят из ДНК и белков.

Наряду с вакуолью и клеточной оболочкой характерным компонентом растительных клеток являются *пластиды*. Каждая пластида окружена оболочкой, состоящей из двух элементарных мембран. Классификация зрелых пластид основана на находящихся в них видах пигментов: *хлоропласты (рис. 2.8)*

содержат хлорофиллы и каротиноиды, хромопласты – каротиноиды, а в *лейкопластах* пигментов нет. Хлоропласты имеют грани – пачки уплощенных мембранных пузырьков, называемых *тилакоидами*, в которых сосредоточены пигменты. Различные виды пластид могут развиваться из мелких бесцветных телец – *пропластид*.

Подобно пластидам, митохондрии (рис. 2.5) окружены двумя элементарными мембранами. Внутренняя мембрана изгибается и образует обширную мембранную систему; на складках внутренней мембраны локализованы ферменты. Митохондрии – это те органеллы эукариотических клеток, в которых происходит дыхание.

В дополнение к органеллам цитоплазма эукариотических клеток содержит две мембранные системы: *эндоплазматический ретикулум* (рис. 2.3) и *аппарат Гольджи* (рис. 2.6). *Эндоплазматический ретикулум* – это обширная трехмерная система мембран. Она может связываться с ядерной оболочкой и служить местом прикрепления *рибосом* (рис. 2.4). Встречаются и свободные рибосомы (не связанные с эндоплазматическим ретикулумом). В эукариотических клетках они находятся как в цитоплазме, так и в ядре. В рибосомах аминокислоты соединяются друг с другом, образуя белки. В процессе синтеза белка отдельные рибосомы объединяются в *полирибосомы*, или *полисомы*.

Термином «аппарат Гольджи» обозначают все *диктиосомы*, или *тельца Гольджи*. *Диктиосомы* – это группы плоских, дископодобных цистерн, от которых отпочковываются многочисленные пузырьки. В диктиосомах, видимо, накапливаются и упаковываются сложные углеводы и другие вещества, которые в пузырьках переносятся к границе клетки. Пузырьки принимают участие и в образовании плазматической мембраны. Эндоплазматический ретикулум и диктиосомы объединены в единую эндомембранную систему.

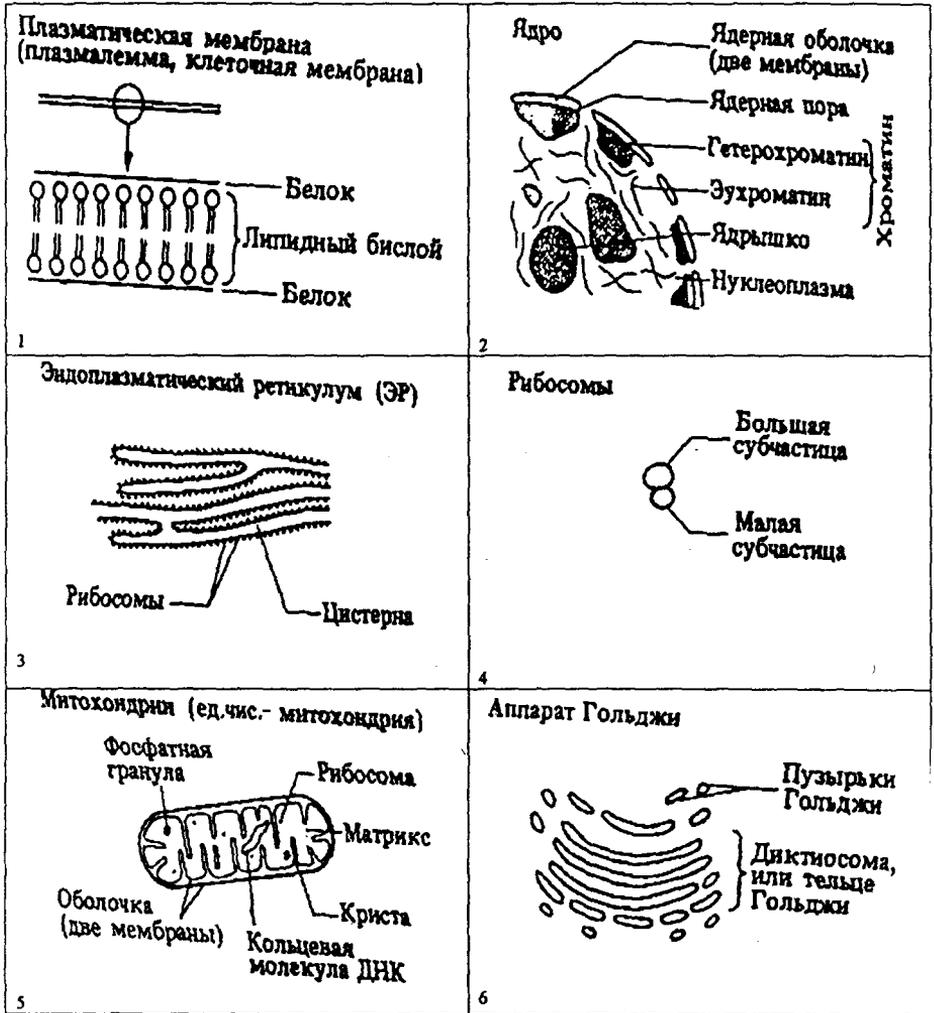
Микротрубочки – тонкие структуры разной длины, состоящие из белка тубулина. Они играют немаловажную роль в митозе, формировании клеточной пластинки, построении клеточной оболочки и движении жгутиков.

Микрофиламенты – нити сократимого белка актина. Считается, что пучки этих тонких нитей играют решающую роль в циклозе. Вместе с микротрубочками микрофиламенты образуют цитоскелет клетки.

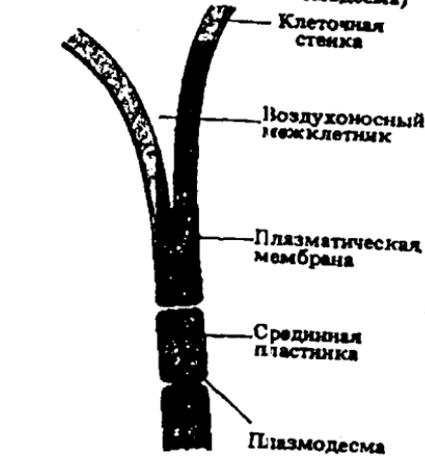
Жгутики (локомоторные органеллы) – это волосовидные структуры,ходящие от поверхности многих эукариотических клеток. Все жгутики эукариотических клеток имеют одинаковую систему организации 9+2, означающую, что наружное кольцо из девяти пар микротрубочек окружает две внутренние микротрубочки в центре жгутика.

Клеточная оболочка – это основной отличительный признак растительной клетки. Она определяет структуру клетки и текстуру растительных тканей. Клеточная оболочка состоит из трех слоев: *срединной пластинки*, *первичной и вторичной оболочек*. Целлюлоза входит в состав клеточной оболочки в виде жестких фибрилл, состоящих из большого числа молекул целлюлозы. Целлюлозные фибриллы переплетены с нецеллюлозными молекулами матрикса – гемицеллюлозы и пектина. Во всех трех слоях клеточной оболочки может присутствовать и лигнин, особенно характерный для вторичной оболочки.

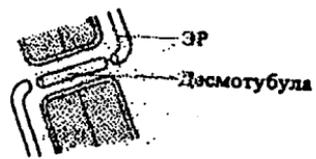
Рис. 2. Схематическое изображение отдельных органелл растительной клетки



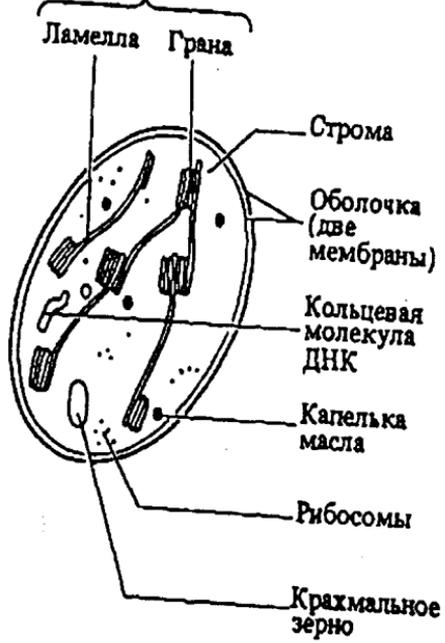
Клеточная стенка, срединная пластинка, плазмодесмы (ед. мн. — плазмодесма)



Строение плазмодесмы



Хлоропласт
Фотосинтетические мембраны, содержащие хлорофилл



После отложения вторичной оболочки клетки, как правило, отмирают и формируют трубки для проведения воды или жесткие опорные структуры.

Взаимосвязь клеток растения достигается с помощью *плазмодесм*, которые пронизывают оболочки и связывают протопласты соседних клеток.

Делящиеся клетки проходят *клеточный цикл*, состоящий из *интерфазы* и *митоза*. Интерфазу можно разделить на три периода: период G_1 , в течение которого происходит общий рост и размножение органелл; период S , когда удваивается ДНК; период G_2 , когда синтезируются структуры, участвующие в митозе.

В интерфазе хромосомы находятся в неспирализованном состоянии и их трудно отличить от нуклеоплазмы. Во время митоза хромосомный материал — хроматин — конденсируется, и можно видеть, что каждая хромосома состоит из двух параллельных нитей — хроматид, соединенных центромерой. Центромера делится, и хроматиды, которые теперь называются дочерними хромосомами, увлекаются к противоположным полюсам. Деление клетки завершается образованием вокруг дочерних хромосом новых ядерных оболочек. Таким способом генетический материал поровну распределяется между двумя новыми ядрами.

Митоз, как правило, заканчивается **цитокинезом** – делением цитоплазмы. У растений и некоторых водорослей цитоплазма делится с помощью клеточной пластинки, которая начинает формироваться в телофазе митоза. После разделения цитоплазмы протопласты откладывают новые клеточные оболочки.

Контрольные вопросы

1. Определение клетки, ее формы и размеры.
2. Назовите основные компоненты клетки?
3. Перечислите признаки, по которым можно отличить растительную клетку от животной.
4. Перечислите важнейшие различия между эукариотическими и прокариотическими клетками.
5. Структурные элементы цитоплазмы: эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи и др.
6. Что представляет собой клеточный сок, где он находится и какие вещества могут быть в нем растворены?
7. Как происходит развитие вакуоли.
8. Основные свойства цитоплазмы живой клетки.
9. Строение и роль ядра в клетке.
10. Принципиальные отличия между митозом и мейозом
11. Фазы митоза.
12. Фазы мейоза. Профаза и ее особенности.
13. Суммарная энергетическая формула фотосинтеза и роль хлорофилла в этом процессе.
14. Пигменты, их локализация в клетке и органах растений. Физиологическое и биологическое значение пигментов.
15. Различные вещества запаса и их типы, формы отложений и расположение в растительных клетках.
16. Образование клеточной стенки, ее состав и строение. Первичные, вторичные слои клеточной оболочки.
17. Перечислите наиболее важные события, определившие собой развитие биологии клетки.
18. Основные положения клеточной теории.

Растительные ткани

-
1. Определение и классификация.
 2. Образовательные ткани.
 3. Основные ткани.
 4. Всасывающие.
 5. Покровные.
 6. Выделительные.
 7. Механические.
 8. Проводящие.
 9. Заключение.
 10. Контрольные вопросы.
-

Ткани – система клеток, структурно и функционально взаимосвязанных друг с другом и обычно сходных по происхождению.

Если они состоят только из одного типа клеток, их называют простыми (например, паренхима, колленхима, склеренхима), а если включают два или более их типа – сложными (например, эпидерма, ксилема, флоэма). Существуют различные классификации тканей, основанные на их происхождении, функциях, морфологии и др.

Ткани удобно рассматривать в следующей системе.

I. Образовательные ткани (меристемы)

1. Верхушечные (апикальные).
2. Боковые (латеральные):
 - а) первичные (прокамбий и перицикл)
 - б) вторичные (камбий и феллоген)
3. Вставочные (интеркалярные)
4. Раневые (травматические)

II. Ассимиляционные ткани →

III. Запасющие ткани → основные

IV. Аэренхима →

V. Всасывающие ткани:

- 1) ризодерма;
- 2) веламен;
- 3) всасывающий слой щитка в зародышах злаков;
- 4) гаустории паразитических растений;
- 5) гидрпоты.

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, та-нидами и т. д.);
 - б) многоклеточные вместилища выделений;
 - в) смоляные каналы (смоляные ходы);
 - г) млечники (членистые и нечленистые).

IX. Механические ткани (опорные, скелетные, арматурные)

1. Колленхима
2. Склеренхима
 - а) волокна
 - б) склеренды

X. Проводящие ткани.

- 1) ксилема (древесина)
- 2) флоэма (луб)

Образовательные ткани (меристемы)

Меристемы (*от греч. meristos - делимый*) - образовательная ткань растений, долго сохраняющая способность к делению и возникновению новых клеток.

Она отличается высокой метаболической активностью. Одни клетки меристемы – инициальные – задерживаются на эмбриональной фазе развития и, делясь, обеспечивают непрерывное нарастание массы растения. Другие клетки меристемы (производные) постепенно дифференцируются, образуя различные постоянные ткани (покровные, проводящие, механические, основные и др.).

Важно отметить, что производные обычно делятся один или более раз, прежде чем начинают дифференцироваться в специализированные типы клеток. Следовательно, *меристема включает инициали и их непосредственные производные.*

У высших растений меристема возникает из промеристемы зародыша, которая производит верхушечные (апикальные) и боковые (латеральные) меристемы (рис. 4).

Апикальные меристемы обеспечивают главным образом нарастание в длину. Они располагаются на концах (апекса) побегов и корней и закладываются у зародышей очень рано.

Для апикальной (верхушечной) меристемы типичны относительно мелкие кубовидные клетки с тонкой целлюлозной стенкой и густой цитоплазмой. В ней имеется несколько небольших вакуолей (в отличие от крупных вакуолей клеток паренхимы), а цитоплазма содержит мелкие недифференцированные пластиды, называемые пропластидами. Меристематические клетки плотно упакованы, так, что между ними нет заметных воздухоносных межклетников.

Все ткани за вычетом меристем называют *постоянными*, а меристемы *непостоянными тканями*.

Некоторые авторы ассимиляционную, запасующую аэренхиму и механическую паренхиму рассматривают в качестве разновидностей основной паренхимы. Такая классификация основывается на концепции, согласно которой тело растения состоит из трех систем тканей: система основных тканей (паренхима, колленхима), система проводящих тканей (ксилема, флоэма, склеренхима), система покровных тканей (эпидерма, перидерма).

Рост, в процессе которого формируются первичные ткани, называется *первичным*. Говорят, что часть растения, состоящая из этих тканей – это его первичное тело.

Образование семядолей и заложение листовых зачатков на конусе нарастания побега вызывает дифференцию боковых (латеральных) меристем на прокамбий и камбий, и пробковый камбий. Они дают *вторичные ткани*. Камбий дает вторичную ксилему и флоэму, а пробковый камбий, главным образом, пробку. Латеральные меристемы обеспечивают рост растения в ширину (толщину).

В процессе роста растения меристемы частично сохраняются в его корнях - в виде *периклила* (как корнеродная меристема.)

Перицикл (греч. *peri* + *kuklos* - круг) - ткань, ограниченная снаружи эндодермой, а изнутри флоэмой. Характерна для корней.

Так называемая **вставочная (интеркалярная)** меристема временно сохраняется в почках, в междоузлиях стебля (особенно у злаков), в узлах, в основаниях черешков, листьев.

Интеркалярный (лат. *intercalare* - вставлять) - определение меристематической ткани или роста, не сосредоточенных в апексе органа, например, рост в области узла.

От верхушечных и боковых меристем вставочные отличаются тем, что, во-первых, в них имеются некоторые дифференцированные элементы (например, проводящие), а во-вторых, в них нет инициальных клеток. Поэтому вставочные меристемы имеют временный характер и, в конце концов, превращаются в постоянные ткани.

Разрастание в ширину пластинок листовых зачатков обусловлено так называемой (маргинальной) меристемой.

Маргинальная меристема - меристема, расположенная по краю листового примordia и формирует листовую пластинку.

Раневые (травматические) меристемы, возникают при залечивании поврежденных тканей и органов. Раневая меристема около пораненного места чаще всего возникает путем дифференциации живых клеток с последующим образованием защитной пробки или других тканей.

В растении образовательные (меристематические) ткани локализованы в определенных местах. В зависимости от расположения в теле растения меристемы подразделяются:

Меристемы по месту расположения

- | | | |
|-------------------------------|---|---|
| 1) апикальная (верхушечная) | → | кончик корня |
| | ↘ | конус нарастания побега |
| 2) латеральная (боковая) | → | прокамбий, перицикл |
| | ↘ | васкулярный (сосудистый) камбий,
пробковый камбий (феллоген) |
| 3) интеркалярная (вставочная) | → | в почках |
| | ↘ | в междоузлиях стебля |
| 4) травматическая (раневая) | → | в местах образования ран |
| 5) маргинальная (краевая) | → | края листовых зачатков |
| 6) корнеродная (перицикл) | → | в корнях |

Если меристемы связаны по своему происхождению с зародышевыми, эмбриональными тканями, они называются **первичными**. Если же они возникли на уже сформировавшихся постоянных тканях или же у остатков первичных меристем, то они по своему происхождению будут **вторичными**.



Основные ткани

1. Паренхима (от греч. *parenchyma* – букв. – *налитое, рядом*) – предшественник всех других тканей, состоит из паренхимных клеток. В первичном теле растения они обычно встречаются в виде сплошных масс в коре стеблей и корней, сердцевине стеблей, мезофилле листьев и мякоти плодов. Кроме того, эти клетки образуют вертикальные тяжи в первичной и вторичной проводящих тканях и горизонтальные тяжи (лучи) во вторичных проводящих тканях.

Обычно живые в зрелом состоянии, паренхимные клетки способны к делению, и хотя обычно сохраняют первичные оболочки, иногда приобретают и вторичные. Благодаря способности к делению паренхимные клетки с первичными оболочками играют важную роль в регенерации и заживлении ран. Именно они дают начало придаточным корням на стеблевых черенках. Эти клетки участвуют в фотосинтезе, запасании веществ и секреции, т.е. в процессах, протекающих с участием живой протоплазмы. Кроме того, они могут играть определенную роль в передвижении воды и транспорте питательных веществ в растении.

2. Ассимиляционные ткани состоят из однородных тонкостенных паренхимных клеток, в которых содержатся многочисленные хлоропласты, расположенные вдоль стенок клеток. Эти ткани называют также хлорофиллоносной паренхимой или хлоренхимой. Главная функция ассимиляционных тканей – фотосинтез.

Фотосинтез – превращение световой энергии в химическую. Образование углеводов из углекислого газа и воды в присутствии хлорофилла с использованием энергии света.

Ассимиляционные ткани в теле растения чаще всего располагаются под эпидермой, что обеспечивает газообмен и хорошее освещение.

В хлоренхиме находятся большие межклетники, облегчающие циркуляцию газов. В некоторых случаях для увеличения ассимилирующей поверхности, оболочка клетки образует складки, вдающиеся внутрь клетки (складчатый мезофилл), как, например, в хвоинках сосны. Основная масса ассимиляционной ткани сосредоточена в листьях, меньшая часть – в молодых зеленых стеблях.

Иногда хлоренхима находится в глубине стебля, под механической тканью или вокруг проводящих пучков, а также в органах цветка, в плодах. В редких случаях она образуется и в корнях, доступных свету (в воздушных корнях, в корнях водных растений).

3. Запасающая паренхима – форма основной ткани, приспособленная к накоплению запасов питательных веществ, таких как белки, жиры, углеводы и другие вещества. **Функции** – запас питательных веществ, запас воды.

Запасающие ткани имеются у многих растений и в самых различных органах. К накоплению запасных веществ способны все живые клетки.

Запасные вещества откладываются в корнях, побегах, семенах, специализированных органах – клубнях, корневищах, луковицах.

Вещества накапливаются в твердом (крахмал, запасные белки) или в растворенном виде (сахара и др.)

Часть клеток основной ткани служит для запасаания воды. Водоносная паренхима содержится в стеблях и листьях растений пустынных местообитаний (кактусы, агавы, алоэ) и солончаков. Клетки основной, функцией которых служит запасаание воды, есть и у других растений (злаки). Удержанию воды в этих клетках способствуют находящиеся в них слизистые вещества.

4. Аэренхима (от греч. *aer* – воздух и *enchyma* – букв. – налитое, здесь – ткань) – воздухоносная ткань, характеризующаяся наличием большого числа межклеточных пространств, обычно закономерно расположенных. **Функции:** 1) вентиляционная; 2) отчасти дыхательная.

Состоит из тонкостенных паренхимных или звездчатых клеток; образующих перемишки между менее крупными воздушными полостями. Большие межклеточные пространства аэренхимы, заполненные воздухом, понижают объемную массу ткани и всего растения, а также создают запас кислорода и углекислоты (необходимых растению для его жизнедеятельности), содержащихся в воде в недостаточном количестве. Иногда в состав аэренхимы входят механические, выделительные и другие клетки. Наиболее хорошо аэренхима развита у растений, обитающих в среде, затрудняющих газообмен и снабжение внутренних тканей кислородом, например, у водных и болотных растений (кувшинки, рдест, ситник).

Всасывающие ткани

Всасывающие ткани играют важную роль в жизни растений. Через них в тело растения из внешней среды поступают вода и растворенные в ней вещества. Они различны по структуре и по распространенности:

Ризодерма (греч. *риза* – корень, *дерма* – кожа) – наружная пограничная ткань корня, осуществляющая поглощение веществ из окружающей среды и их селективное поступление во внутренние ткани.

Состоит из двух типов клеток – образующих корневые волоски (трихобластов) и не образующих волоски (атрихобластов).

Веламен (лат. *velamen* – покров) – особая ткань на поверхности воздушных корней некоторых тропических растений – эпифитов (орхидных и

ароидных), обладающая способностью всасывать и концентрировать дождевую воду и росу.

По происхождению она соответствует ризодерме, т.е. образуется из однослойной протодермы, однако становится многослойной (от 2 до 18 слоев клеток). Клетки веламена отмирают и поэтому всасывают влагу не осмотическим путем, а капиллярным. Оболочки клеток имеют сетчатое или спиральное утолщение, придающие им жесткость. Через большие поры и сквозные отверстия в наружных оболочках влага протекает внутрь клеток веламена по капиллярным пространствам. Изнутри веламен подстилается экзодермой со сложно построенными пропускными клетками и через них вода передается в клетки коры и стебля.

Гаустории (от лат. - *haustor* - черпающий, пьющий) – 1) ответвление грибной гифы, проникающее в другие клетки и функционирующее как поглощающий орган. Через гаустории питательные вещества клеток организма – хозяина поступают в таллом гриба; 2) присоски, с помощью которых растения – паразиты высасывают питательные вещества из растения – хозяина. Например, виды рода *заразиха* присасываются к корням подсолнечника или виды *повилики* паразитируют на побегах клевера, льна, люцерны.

Гидропоты – узкие полоски или округлые группы клеток, наблюдаемые в эпидерме растений с погруженными плавающими листьями. Образуют своеобразные островки, где клетки отличаются от обычных клеток эпидермиса меньшими размерами, более простой формой и лучшей проницаемостью. Через гидропоты – легко диффундирует вода и растворенные в ней соли.

Например, на нижней стороне плавающих листьев кувшинки.

Покровные ткани

Покровные ткани, – расположенные на границе с внешней средой.

Основные функции: защитная, газообмен, транспирация.

По происхождению делятся: 1. Первичная покровная ткань (эпидерма или эпидермис). 2. Вторичная покровная ткань (перидерма). 3. Третичная покровная ткань (ретидом)

1. Эпидерма (кожица) – первичная покровная ткань, образующаяся из протодермы конуса нарастания на всех молодых листьях, стеблях, корнях, а также на цветках, плодах, семенах.

Эпидерма выполняет большую роль: защищает внутренние ткани от повреждений и высыхания, обеспечивает газообмен, транспирацию, всасывание и секрецию различных веществ (в том числе ферментов и гормонов). Эпидермальные клетки весьма разнообразны по структуре и функциям. Эпидерма кроме обычных своих клеток, образующих основную ее площадь, может включать устьица, разнообразные придатки или трихомы, а также другие типы клеток, специализированные на выполнение особых функций. У большинства растений эпидерма однослойная, но у некоторых растений, например в листьях *фикуса* (*Ficus elastica*) и *пеперомии* (*Peperomia*) она многослойная.

Эпидермальные клетки плотно примыкают друг другу, обеспечивая хорошую механическую защиту частей растения. У надземных частей растений их стенки покрыты кутикулой, сводящей к минимуму потерю воды и состоящей в основном из кутина и воска. У многих растений воск выделяется на поверхность кутикулы либо гладкими слоями, либо в виде палочек или нитей, поднимающихся над поверхностью (так называемого эпикутикулярного воска). Именно он создает беловатый или голубоватый налет на некоторых листьях и плодах. Среди плоских, плотно сомкнутых эпидермальных клеток рассеяны специализированные, замыкающие клетки устьиц с хлоропластами, которые регулируют раскрытие устьичных щелей, тем самым, контролируя проникновение в эти части и выход из них газов, включая пары воды. Устьица часто связаны с эпидермальными клетками особой формы, которые называются *околоустьичными* или *побочными*.

Трихомы выполняют разные функции. Корневые волоски облегчают поглощение воды и минеральных веществ из почвы. У растений аридных местобитаний, обильное опушение их надземных частей увеличивает отражение солнечной радиации, понижая тем самым температуру тела и уменьшая испарение воды.

Многие эпифиты, например бромелиевые, используют трихомы минеральных веществ. И, напротив, у лебеды (*Atriplex*) секреторные трихомы удаляют из тканей листа токсические соли, препятствуя их накоплению в растении. Трихомы могут защищать от насекомых. Например, у многих видов наблюдается положительная корреляция между густотой опушения и устойчивостью к поражению ими. Кроме почкования волоски некоторых растений прокалывают насекомых и их личинок. Например: нимфы и взрослые особи цикадок (*Euproasca* sp.) часто захватываются крючковидными трихомами листьев фасоли (*Phaseolus vulgaris*). Железистые (секреторные) волоски могут обеспечивать химическую защиту.

2. Перидерма (от греч пери... и дерма) - вторичная покровная ткань стеблей и корней многолетних (реже однолетних) растений.

Состоит из пробки, феллодермы и феллогена (иногда он отсутствует, например, у маслины, видов паслена). Клетки перидермы воздухо- и водонепроницаемы; газообмен и испарение осуществляются через находящиеся в перидерме чечевички. В органах растений обычно развивается несколько перидерм, каждая последующая закладывается глубже предыдущей; реже образуется одна перидерма (у осина, ольхи, многолетних трав). Со временем наружная перидерма и заключенные между ними ткани отмирают, образуя корку.

3. **Корка, ретидом (rhytidoma)** - наружная часть коры, ежегодно нарастает за счет омертвения поверхностных слоев перидермы.

У виноградной лозы корка отделяется уже в первый год жизни побега, у яблони, груши на 6-8-м году, у дуба на 25-30 м, у пихты, граба - в возрасте 50 лет и более. Образование корки может быть вызвано грибами, лишайниками, механическими повреждениями перидермы. Роль корки - защита стволов и стеблей от испарения, перегрева, вымерзания, от проникновения патогенных организмов и объедания животными.

Механические ткани

^{0,2-0,5 мкм}
^{секунды} Механические ткани - опорные ткани растения, обеспечивающие его прочность. Обуславливают способность органов растения противостоять статическим (например, сила тяжести) и динамическим (порывы ветра) нагрузкам.

В самых молодых участках растущих органов механических тканей нет, т.к. живые клетки будучи в состоянии тургора, способны обеспечить его упругость благодаря наличию плотной оболочки. По мере развития органа в нем появляются специализированные механические ткани – колленхима и склеренхима.

Колленхима (греч. колла – клей) состоит из живых клеток, но клетки эти модифицированы в соответствии с ее функцией, которая заключается в обеспечении телу растения опоры и механической прочности. Одна из механических тканей растений, состоящая из живых, обычно паренхимного типа клеток с неравномерно утолщенными целлюлозными оболочками. По характеру расположения утолщений оболочек различают колленхиму: *уголковую* – утолщены оболочки смежных углов клеток (*Ficus, Polygonum, Beta, Rumex, Begonia*), *пластинчатую* – утолщены тангентальные стенки (*Rheum, Sambucus, Sanguisorba*), *рычелую* – наличие межклетников и утолщение клеточных стенок, которые обращены в эти межклетные пространства (*Compositae, Salvia, Molva, Althoe*). Клетки колленхимы в виде тяжей или полос свойственны молодым растущим органам и частям двудольных растений.

Колленхима – первая опорная (арматурная) ткань, закладывающаяся в первичном теле растения. Оставаясь живыми, клетки ее способны расти и растягиваться. В стеблях и листовых черешках она располагается у поверхности органа. Часто она залегает непосредственно под эпидермой, во внешней зоне коры, постепенно переходя в паренхиму к центральной части органа, т.е. образует в трех измерениях как бы полый цилиндр. В других случаях она может образовывать ребра, повышающие прочность органа, как, например, в мясистых черешках листьев сельдерея (*Arium graveolus*) или в ребристых стеблях яснотки (*Lamium*). В листьях двудольных колленхима окружает среднюю жилку и служит опорой проводящим пучкам.

Склеренхима (греч. *skleros* + лат. *enĭma* - заполнение) – механическая ткань из склеренхимных клеток – склеренд и волокон.

Склеренхимные клетки – различной формы и размера с более или менее толстыми, часто лигнифицированными вторичными оболочками. Благодаря им эти клетки являются важными укрепляющими и опорными элементами, завершивших рост в длину частей растения. В отличие от клеток колленхимы зрелые клетки склеренхимы мертвы; они не способны вытягиваться, поэтому их созревание наступает лишь после того, как закончится вытягивание живых клеток, которые их окружают. Различают два типа склеренхимы: волокна, имеющие вытянутую форму и заостренные на концах, склеренды или каменистые клетки, форма которых близка сферической, хотя форма и размеры их могут варьироваться. У клеток обоих типов клеточная стенка сильно утолщена отложениями

ми **лигнина** – сложного вещества, повышающего ее твердость, прочность на сжатие и разрыв. В утолщенных клеточных стенках имеются **простые поры**.

Волокна обнаруживаются в перичикле стеблей, где они образуют тяжи, которые у двудольных примыкают к проводящим пучкам, а у однодольных окружают проводящие пучки сплошным кольцом. Часто волокна располагаются в коре под эпидермой стебля или корня отдельным слоем. Встречаются волокна – либо по отдельности, либо группами. Волокна, входящие в состав древесины, называются **древесинными волокнами (волокнами либриформа)**, а входящие в состав луба – **лубяными волокнами**.

Склериды (греч. skleros - твердый) – склеренхимные клетки с толстой лигнифицированной вторичной оболочкой, пронизанной множеством пор. Имеют различную форму, обычно не очень длинные. Могут отмирать или оставаться живыми при созревании.

Экономически важны, так называемые, **лубяные волокна**, например, пеньковые, джутовые, льняные получают из стеблей двудольных (в частности, манильские пенька) из листьев однодольных. По одиночке или группами склереиды рассеяны почти по всему телу растения, однако, особенно богаты ими кора, сердцевина и флоэма, а также плоды и семена.

Склереиды придают прочность или жесткость тем структурам, в которых они находятся.

В плодах груши, например, склереиды располагаются небольшими группами, чем и объясняется характерная консистенция этих плодов, создающая ощущение «зернистости». Иногда склереиды образуют очень упругие плотные слои, как, например, в скорлупе орехов или в деревянистом эндокарпии (косточке) косточковых пород. В семенах они обычно повышают жесткость теста (семенной кожуры).

Выделительные ткани

В выделительных тканях растений, в которых собирается (секреция), избыточное количество воды, образуются и сосредотачиваются конечные продукты обмена веществ (экскреция) растений в виде различных смол, масел, камедей, слизей и других веществ.

В зависимости от того, куда выделяется секрет наружу или остается внутри растения, выделительные ткани подразделяются на две группы:

1. Выделительные ткани наружной секреции – выделительные ткани, являющиеся приспособлением для выделения различных продуктов жизнедеятельности за пределы растений.

Трихомы - (греч. trichos -волос) - вырост эпидермы (волосок, чешуйка, щетинка, водоносный пузырек и т. д.)

Эмергенцы - производные как эпидермиса, так и более глубоко расположенных клеток.

Трихомы бывают различной степени сложности. Они могут представлять двуродные волоски; волоски, состоящие из одноклеточной или многоклеточной головки (головчатые волоски), чешуйки или щитовидные (пельтатные) волос-

ки; клейкие волоски, имеющие многоклеточную головку, сидящую на многоклеточной ножке. Развитие трихом из эпидермиса происходит в результате неравномерного роста и последующего деления эпидермальных клеток и их производных.

Железистые волоски и чешуйки обычно выделяют секрет между оболочкой и кутикулой; при этом кутикула сильно растягивается и, в конце концов, лопается.

Клейкие волоски обычно встречаются на почечных чешуях (*Aesculus*, *Rosa*, *Carua*). Часто они продуцируют смесь терпенов и слизи. Во время экскреции кутикула разрывается без предварительного растяжения. В клейких волосках *Agalea* экскрет сначала появляется в стенках между клетками, которые при этом набухают. Клейкие волоски развиваются на молодых листьях и засыхают, после того как почка раскрывается, и разветвляется в побег.

Нектарники (греч. *nektar* – напиток богов) – железы покрытосеменных растений, секретирующие нектар – сахаристую жидкость, служащую для привлечения к растениям животных.

Нектарники встречаются на цветках (флоральные нектарники) и на вегетативных частях растения (экстрафлоральные нектарники). Секреторная ткань нектарника может состоять из одного лишь эпидермального слоя. Обычно секреторные эпидермальные клетки имеют плотную цитоплазму, а по форме напоминают сосочки или вытянутые клетки. Сахар, содержащийся в нектарниках, продуцируется флоэмой. К секреторной ткани более или менее тесно примыкают проводящие ткани. Экскретируется нектар или через клеточную оболочку и разорванную кутикулу, или у менее специализированных нектарников, через устьице.

Гидатоды (греч. гидор, гидатос – вода; одос – путь) – выделяют наружу капельножидкую воду и растворенные в ней соли.

Гидатоды – устьица – представляют собой структуры, которые выделяют воду из внутренних частей листа на его поверхность. Этот процесс обычно называют гуттацией. Чаще встречаются у растений, обитающих во влажных условиях.

Выделяемая гидатодами вода подается непосредственно трахеидами, окончаниями проводящих пучков. У многих покрытосеменных эти конечные трахеиды соприкасаются с тонкостенной паренхимой (эпитемой), лишенной хлоропластов и снабженной межклетниками, по которым вода движется из трахеид к эпидермису.

2. Выделительные ткани внутренней секреции – выделительные ткани, не имеющие выход наружу растения. Встречаются обычно в листьях и плодах (эпителий лизигенных и схизогенных вместилищ, эфирных масел и смол, а также эпителий, выстилающий каналобразные выделительные устройства – масляные, смоляные, слизевые и камедиевые ходы).

Вместилища выделений – специфические, часто видоизмененные, клетки и межклеточные пространства тканей растений, в которых образуются и находятся конечные продукты обмена веществ (например, смолы и эфирные масла листьев у видов семейства *Lauraceae*, кристалльность клетки у видов семейст-

ва Amaryllidaceae, Vitaceae, вместилища дубильных веществ у видов рода *Musa*). Вместилища выделений разнообразны по форме, величине и происхождению. Различают схизогенные и лизигенные вместилища.

Схизогенные (греч. – *схизейн - расщеплять*) **вместилища** – образуются путем расхождения клеток по срединной пластинке, первоначально тесно прилегающих друг к другу. Например, межклетники в мезофилле, смоляные ходы у видов рода *Pinus*.

Лизигенные вместилища – возникают в результате растворения оболочек и содержимого группы клеток. Например, полости с эфирными маслами в кожуре плодов цитрусовых.

Млечники – длинные тонкие трубчатые структуры, наполненные соком (латексом), состоящие либо из одной живой разветвленной многоклеточной клетки (нечленистые млечники), характерные для видов родов *Euphorbia* и *Ricinus*, либо как у представителей семейства *Asteraceae*, *Paraveraceae*, *Convolvulaceae*. Млечники состоят из ряда вытянутых клеток, поперечные перегородки которых растворяются (членистые млечники). Идущие продольно, вдоль органа, членистые млечники соединяются между собой анастомозами, образуя общую сеть.

Проводящие ткани

Проводящие ткани (*textus conductorii*) - растительные ткани, служащие для передвижения по растению питательных веществ. Проводящие ткани делятся на: ксилему и флоэму.

По ксилеме от корней к листьям передвигаются вода и растворенные в ней минеральные вещества из почвы. По флоэме, от листьев к другим органам (корням, почкам, цветкам, плодам), передвигаются вещества, синтезируемые в листьях, главным образом продукты фотосинтеза. Проводящие ткани образуют в теле растения непрерывную разветвленную систему, соединяющую все его органы. В состав проводящих тканей входят проводящие, механические, запасные, выделительные элементы. Водопроводящие элементы ксилемы (трахеиды, сосуды) быстро дифференцируются, древеснеют, теряют протопласт и долго функционируют в отмершем состоянии.

Ситовидные элементы флоэмы формируются медленнее и функционируют как проводящие ткани только в живом состоянии, в течение одного года.

▲ Обратите внимание на строение трахеид и сосудов (трахей). Найдите различия в строении трахей и трахеид. Подробно рассмотрите строение ситовидных трубок. Данный материал рассматривается в заключении.

Ксилема и флоэма расположены обычно рядом, образуя тяжи или проводящие пучки.

Проводящий пучок растений, совокупность элементов проводящих (сосудов, трахеид, ситовидных трубок), механических и паренхимных тканей, сконцентрированных в одном пучке.

Проводящий пучок - основной компонент проводящей системы растений - возникает из специализированной меристемы апексов побега и корня-прокамбия. Вокруг пучка формируется обкладка из живых клеток. Проводящие пучки могут быть полными и неполными (состоят только из ксилемы или флоэмы), открытыми (часть прокамбия сохраняется в виде камбия, у голосеменных и двудольных) и закрытыми (без камбия у однодольных).

В коллатеральных проводящих пучках флоэма располагается к наружи, а ксилема - к центру стебля; в открытых пучках между ксилемой и флоэмой располагается камбий, из которого образуется вторичная ксилема (древесина) и вторичная флоэма (луб).

В биколлатеральных проводящих пучках образуется дополнительный пучок внутренней флоэмы (у тыквенных и пасленовых).

В концентрических проводящих пучках или ксилема окружает флоэму (амфиазальные, у однодольных) или флоэма окружает ксилему (амфикирибальные, у папоротников).

Радиальный проводящий пучок-совокупность чередующихся групп флоэмы и ксилемы корня первичного строения. Он возникает из отдельных тяжей прокамбия и располагается по радиусам центрального цилиндра.

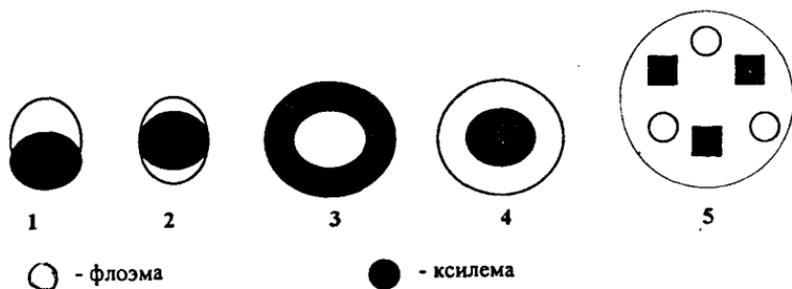


Рис 3. Проводящие пучки растений (схема):

1- коллатеральный; 2- биколлатеральный; 3- концентрический (амфиазальный); 4- концентрический (амфикирибальный); 5- радиальный.

▲ Рассмотрите схемы проводящих пучков и зарисуйте их.

Высокоспециализированные проводящие ткани с сосудами развились в процессе эволюции только у высших наземных, т.н. сосудистых растений. У моховидных их еще нет. Первичные специализированные проводящие клетки в виде трахеид с кольчатыми и спиральными утолщениями оболочек обнаружены у первенцев наземной флоры-риниофитов. У более поздних групп наземных растений появились трахеиды с лестничными порами и утолщениями или со сплошным утолщением оболочки с многочисленными окаймленными порами. Наиболее совершенные проводящие элементы-сосуды возникли у некоторых папоротниковидных и голосеменных, наибольшего развития они достигли у покрытосеменных.

В процессе эволюции сформировались различные группы растений, стоящие на разном уровне организации. У одноклеточных (хламидомонада, диатомовые водоросли) все процессы жизнедеятельности осуществляются одной клеткой. У низших многоклеточных растений (например, у нитчатой водоросли спирогиры) все клетки выполняют одинаковые жизненные функции. А потому имеют сходное строение. У высших растений совершенствование организации сопровождалось усложнением внутреннего строения - появлением органов и тканей.

Ткань – это совокупность клеток, сходных по морфологическим и физиологическим признакам и выполняющих определенные функции. Орган состоит обычно из нескольких тканей. В процессе эволюции наиболее совершенные ткани сформировались у цветковых растений. Различают образовательные, основные, покровные, механические, выделительные, проводящие ткани. Тело растения формируется и растет в результате деятельности образовательной ткани. Клетки этой ткани долго сохраняют способность к делению. Образовательная ткань входит в состав кончика корня и конуса нарастания стеблей, что делает возможным их нарастание в длину. В толщину корень и стебель растут за счет деления клеток камбия.

Общие сведения о растительных тканях и типах составляющих их клеток представлены в таблице 3, а признаки, локализация и функции разных типов клеток – в таблице 4.

Таблица 3.

Растительные ткани и типы составляющих их клеток

<i>Ткань</i>	<i>Типы клеток</i>
Меристема	Инициальные клетки и их непосредственные производные.
Эпидерма	В основном паренхимные, замыкающие клетки и трихомы, склеренхимные.
Перидерма	В основном паренхимные, склеренхимные
Ксилема	Трахеиды; членики сосудов; склеренхимные, паренхимные.
Флоэма	Ситовидные клетки или членики ситовидных трубок; альбуминовые клетки или клетки – спутники; паренхимные; склеренхимные.
Паренхима	Паренхимные.
Колленхима	Колленхимные.
Склеренхима	Волокна или склереиды.

Общая характеристика типов клеток
(Из современной ботаники. П. Рейвн... Р. Эверт, С. Айхорн, 1990)

<i>Тип клеток</i>	<i>Признаки</i>	<i>Локализация</i>	<i>Функции</i>
Паренхима	Форма обычно полиэдрическая (многогранная), разнообразная. Клеточные оболочки: первичная или первичная и вторичная, иногда лигнифицированные, суберинизированные или кутинизированные. Живые.	По всему растению в виде паренхимной ткани коры, сердцевинны или сердцевинных лучей, в ксилеме и флоэме.	Дыхание, расщепление веществ, фотосинтез; накопление запасов, проведение веществ; заживление ран и регенерация.
Колленхима	Форма вытянутая. Клеточная оболочка неравномерно утолщена, не лигнифицирована, только первичная. В зрелом состоянии живые.	На периферии (под эпидермой) в молодых удлиняющихся стеблях; часто в виде тканевого цилиндра или отдельными участками; в тяжях вдоль жилок некоторых листьев.	Опора первичного тела растения.
Волокна	Форма, как правило, очень вытянутая. Клеточные оболочки: первичная и утолщенная вторичная (часто лигнифицированные). Часто (не всегда) мертвые в зрелом состоянии.	Иногда в коре стеблей, чаще всего связаны с ксилемой и флоэмой; в листьях однодольных.	Опорная.
Склериды	Форма разнообразная; как правило, короче волокон. Клеточные оболочки: первичная и утолщенная вторичная, как правило, лигнифицированные. В зрелом состоянии живые или мертвые.	По всему растению.	Механическая, защитная.
Трахеиды	Форма вытянутая, концы скошенные. Клеточные оболочки: первичная и вторичная, лигнифицированные; пористые, но не перфорированные. В зрелом состоянии мертвые.	Ксилема.	Главные водопроводящие элементы голосеменных и споровых сосудистых растений; встречаются также у покрытосеменных.
Членики сосудов	Форма вытянутая (обычно короче трахеид). Клеточные оболочки: первичная и вторичная, лигнифицированные, с порами и перфорациями; несколько члеников сосудов, смыкаясь концами, составляют сосуд. В зрелом состоянии мертвые.	Ксилема.	Главные водопроводящие элементы покрытосеменных.

Ситовидные клетки	Форма вытянутая, со скошенными концами. Клеточная оболочка у большинства видов первичная, с ситовидными полями; часто в клеточной оболочке и в канальцах ситовидных полей присутствует каллоза. В зрелом состоянии живые с остатками ядра или без них; границы между вакуолью и цитоплазмой нет.	Флоэма.	Главные питательные водопроводящие вещества элементы голосеменных и споровых сосудистых растений.
Альбуминовые клетки	Форма, как правило, удлинённая. Клеточная оболочка первичная. В зрелом состоянии живые; сопровождают ситовидные клетки, но обычно не образуются из общих с ними материнских клеток. Имеют многочисленные плазмодесмальные связи с ситовидной клеткой.	Флоэма.	По – видимо­му участвуют в транспорте питательных веществ в ситовидную клетку и из нее.
Членики ситовидной трубки	Форма вытянутая. Клеточная оболочка первичная, с ситовидными полями, которые на концах клетки имеют гораздо более крупные канальцы, чем на боковых стенках, и называются здесь ситовидными пластинками; с клеточной оболочкой и канальцами ситовидных полей часто связана коллоза. В зрелом состоянии живые, без ядра или только с его остатками; у двудольных и некоторых однодольных содержат так называемый Ф-белок; несколько члеников ситовидной трубки, смыкаясь концами, составляют ситовидную трубку.	Флоэма.	Главные проводящие питательные вещества элементы покрытосеменных.
Клетки – спутники	Форма разнообразная, как правило, вытянутая. Клеточная оболочка первичная. В зрелом состоянии живые; тесно связаны с члениками ситовидной трубки и образуются из общих с ними материнских клеток. Имеют многочисленные плазмодесмальные связи с члениками ситовидной трубки.	Флоэма.	По – видимо­му, участвуют в транспорте питательных веществ в ситовидную трубку и из нее.

Контрольные вопросы

1. Определение и классификация тканей.
2. Характерные признаки образовательной ткани и ее типы.
3. Паренхима, ее строение, функции.
4. Ассимиляционные ткани, строение, функции.
5. Запасающие ткани, строение, месторасположение, значение.
6. Аэренхима, строение, функции.
7. Особенности строения клеток эпидермиса, биологическое значение кутикулы, воскового налета волосков.
8. Строение и функции устьиц, механизм их работы. Роль хлоропластов в замыкающих клетках устьиц и значение осмотических явлений в процессе их открывания и закрывания.
9. Первичные и вторичные покровные ткани.
10. Типы механической ткани, ее отличительные особенности.
11. Выделительные ткани наружной секреции.
12. Выделительные ткани внутренней секреции.
13. Развитие, строение и функции ксилемы. Различие в строении трахей и трахеид.
14. Строение ситовидных трубок.
15. Расположение флоэмы и ксилемы в пучках разных типов.

Корень

▲ При изучении данной темы необходимо придерживаться следующей схемы:

1. Определение.
 2. Функции.
 3. Морфология корня.
 4. Анатомия корня.
 5. Заключение.
 6. Контрольные вопросы.
-

Корень (radix) – вегетативный, осевой орган растения, обладающий радиальной симметрией.

Функции – закрепление в субстрате, поглощение воды и минеральных веществ, накопление питательных веществ, проведение органических и неорганических веществ.

По происхождению корни делятся: *главный* - закладывается у зародыша, *придаточный* – образуется от стебля или листа, а *боковой* – образуется от главного или придаточного корня

По месту расположения корни делятся: *наземные* - произрастающие в земле, *водные* – произрастающие в воде, *воздушные* - существующие в атмосфере, *корни паразитических растений* - живущие в теле хозяина.

Совокупность корней одного растения, общая форма и характер которой определяются соотношением роста главного, боковых и придаточных корней называется корневой системой.

При преобладающем росте главного корня образуется *стержневая корневая система* (хлопчатник, одуванчик).

При слабом росте или отмирании главного корня и развитии большого числа придаточных корней *мочковатая корневая система* (лютик, подорожник, мятлик).

При развитии главного, бокового, придаточного корней *смешанная корневая система* (клубника, земляника).

Насколько глубоко и насколько далеко в стороны распространяются корневые системы, зависит от нескольких факторов, включая влажность, температуру и состав почвы. Основная масса так называемых «питающих корней», активно участвующих в поглощении воды и минеральных солей, располагается в верхнем ее слое мощностью 1 м, причем у большинства деревьев – в верхних 15 см, т.е. в горизонте, обычно наиболее богатом органикой. Некоторые породы, например, ель, бук, осина редко образуют глубокие стержневые корни, а у других наоборот очень развиты – дуб, сосна. Рекордная глубина проникновения корней в почву отмечена у пустынного мескитового кустарника (*Prosopis juliflora*). Их находили на глубине 53,3 м. Корни тамарикса и акации обнаружались на глубине 30 м. Корни деревьев распространяются в стороны обычно за пределы радиуса кроны. Корневая система кукурузы часто заходит на глубину около 1,5 и примерно на 1 м во все стороны от растения. Корни люцерны могут заглубляться на 6 м и более.

Анатомия корня ***Зоны корня***

Кончик корня покрыт в виде наперстка корневым чехликом (рис. 4) – массой клеток, защищающих апикальную меристему и способствующих продвижению корня в почве. По мере роста корня и проталкивания корневого чехлика вперед клетки на периферии последнего слущиваются, давая слизь, которая обволакивает корень, облегчая его скольжение между частицами почвы. Параллельно этому слущиванию апикальная меристема образует новые клетки корневого чехлика. Продолжительность их жизни (от возникновения до слущивания) составляет 4-9 дней в зависимости от длины чехлика и вида растения.

Слизистое вещество – представляет собой сильно гидратированный полисахарид, вероятно пектиновой природы, секретлируемый наружными клетками чехлика. Он накапливается в пузырьках диктиосом, которые сливаясь с плазматической мембраной, высвобождают его в пространство между плазмалеммой и клеточной оболочкой. В конечном счете, слизь выходит на поверхность последней, где образует мелкие капли. Корневой чехлик выполняет и другие важные функции, контролируя, в частности, реакцию корня на гравитацию (*геотропизм, или гравитропизм*).

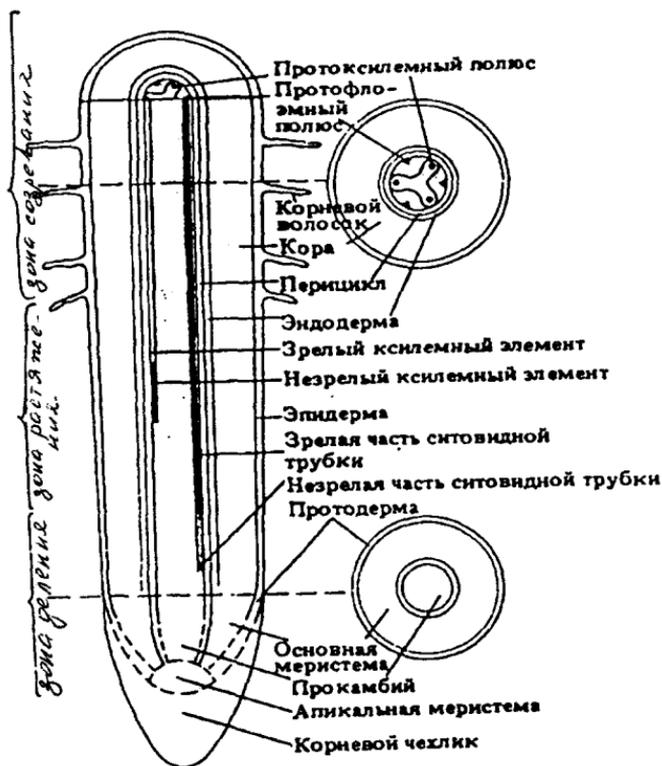


Рис 4. Анатомическое строение корня

Наряду с корневым чехликом наиболее характерной структурной особенностью кончика корня является расположение продольных рядов клеток, берущих начало в *апикальной меристеме*. Она состоит из инициалей и их производных. В корнях семенных растений описано 2 основных типа апикальной организации. В одном из них *корневой чехлик*, проводящий цилиндр (ксилема и флоэма) и кора возникают из общей группы клеток апикальной меристемы, в другом - каждая эта область может быть выведена из независимого клеточного слоя, причем эпидерма имеет общее происхождение либо с корневым чехликом, либо с корой.

Хотя зона инициалей апикальной меристемы корня считалась когда-то местом активных клеточных делений, сейчас показано, что это не так и большинство делений происходит на некотором расстоянии от инициалей, образующих относительно неактивную область, называемую *покоящимся центром*. Слово «относительно» указывает, что в обычных условиях деления в нем все-таки происходят. Более того, этот центр способен восстанавливать периферические зоны меристемы при их повреждении. Недавно показано, например, что изолированные покоящиеся центры кукурузы, выращенные в стерильной

культуре, способны вырастать в целые корни, минуя стадию каллуса, или раневой ткани. В другой работе по этому же виду обнаружена четкая корреляция между размерами покоящегося центра и сложностью строения первичной проводящей системы корня. Эти и другие исследования говорят о существенной роли покоящегося центра в формировании структуры и развития корня.

Расстояние от апикальной меристемы, на котором происходит большинство клеточных делений, неодинаково у разных видов, а в пределах вида – у корней разного возраста. Апикальная меристема вместе с этой прилегающей к ней частью корня называется *зоной клеточных делений*. За ней располагается *зона растяжения*. Именно рост клеток в этой зоне обуславливает основное удлинение органа. Дальше от апекса оно уже прекращается. Поскольку рост в длину, происходит только около кончика корня, лишь очень ограниченная его часть постоянно продвигается в почве. За зоной растяжения находится *зона созревания* (дифференцировки) большинства клеток первичных тканей. Здесь развиваются также корневые волоски, вследствие чего эту часть корня называют иногда зоной *корневых волосков* (зоной всасывания). Важно отметить, что переход от одной зоны к другой происходит постепенно, без резких границ. Некоторые клетки начинают удлиняться и дифференцироваться еще в зоне клеточных делений, в то время как другие достигают зрелости в зоне растяжения, например, первые элементы флоэмы и ксилемы, которые из-за продолжающегося растяжения часто разрушаются в процессе удлинения корня.

Вблизи апикальной меристемы уже можно различить *протодерму, прокамбий, основную меристему*, т.е. первичные меристемы, дифференцирующие соответственно эпидерму, первичные проводящие ткани и первичную кору.

Первичная структура

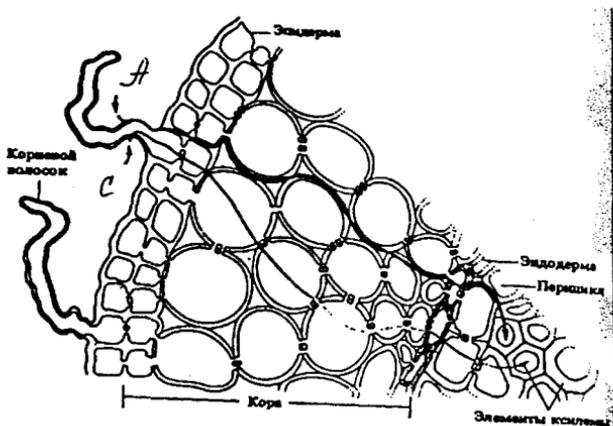
В первичной стадии роста корня выделяют 3 системы тканей: эпидерму (систему покровной ткани), первичную кору (систему основной ткани) и систему проводящих тканей. У большинства корней последняя образует сплошной цилиндр, а у некоторых – полый цилиндр вокруг сердцевины.

Эпидерма молодых корней абсорбирует воду и минеральные вещества; выполнению этой функции способствуют *корневые волоски* – выросты эпидермальных клеток, существенно увеличивающие поглощающую поверхность. Эти волоски относительно недолговечны. Эпидермальные клетки корня, включая те, что несут корневые волоски, являются паренхимными, плотно упакованными. Молодая эпидерма большей частью несет тонкую кутикулу. Кроме того, поверхность молодых корней покрыта слизистым чехлом, способствующим установлению более тесного контакта с частицами почвы. Слизь создает, благоприятные условия для поселения полезных бактерий. Она может влиять на доступность почвенных ионов и обеспечивать кратковременную защиту корня от иссушения.

Клетки первичной коры занимают основную часть корня, накапливают крахмал и другие вещества. Они содержат большое количество межклеточных воздушных полостей, имеющих большое значение для аэрации клеток корня.

Клетки образуют друг с другом многочисленные контакты и их протопласты связаны *плазмодесмами*. В результате вещества в коре могут переходить из клетки в клетку по протопластам и по плазмодесмам (*симпластный*) или по клеточным оболочкам (*апопластный*).

▲ При рассмотрении этого вопроса необходимо обратить внимание на симпластический, апопластический пути перемещения веществ (Рис. 5).



Симпласт (греч. *sym + plastos* - вылепленный) – совокупность взаимосвязанных протопластов и их плазмодесм. Передвижение веществ по симпласту называется симпластным транспортом.

Апопласт (греч. *apo* - без + *plastos* - вылепленный) – непрерывная структура, образуемая клеточными оболочками растения или его органа. Движение веществ по клеточным оболочкам носит название апопластного транспорта

В отличие от остальной части первичной коры в самом внутреннем слое клетки расположены плотно, без межклетников. Эта область, *эндодерма*, характеризуется присутствием на апикальных (т.е. перпендикулярных поверхностях корня) клеточных стенках *поясков Каспари*. Они пропитаны жироподобным веществом *суберином*, а иногда и лигнифицируются. Пояски Каспари не проницаемы для воды. Клеточные оболочки, эндодермы со временем суберинизируются, а после этого лигнифицируются. Некоторые эндодермальные клетки долгое время остаются тонкостенными, их называют *пропускными*, основная часть веществ, проходит через них.

Центральный цилиндр корня состоит из проводящей ткани, окруженной одним или несколькими слоями клеток, *перициклом*. В молодом корне перицикл состоит из паренхимных клеток с первичными оболочками, которые по мере старения могут дополняться вторичными. Перицикл выполняет несколько важных *функций*. У большинства семенных растений в нем закладываются боковые корни. У видов с вторичным ростом он участвует в

формировании камбия и обычно дает начало первому слою феллогена. В перицикле часто происходит образование новых клеток, входящих затем в его состав. Внутреннюю часть центрального цилиндра у большинства корней занимает сплошной тяж первичной ксилемы, дающий к перициклу выступы в виде ребер (лучей). Между ними размещаются тяжи первичной флоэмы. Таким образом, центральный цилиндр корня является *протостелой*. Число выступов первичной ксилемы неодинаково у разных видов, а иногда изменяется даже вдоль оси одного корня. Если их два, корень называют *диархным*, если три - *триархным*, четыре - *тетрархным*, а если много - *полиархным*.

Вторичное строение корня

Первичное анатомическое строение корня всех семенных растений сходно, и у однодольных оно сохраняется всю жизнь, у двудольных и голосеменных сменяется вторичным строением: в центральном цилиндре происходят изменения, обуславливающие рост корня в толщину.

▲ Рассмотрите и зарисуйте схему вторичного строения корня (рис. 6). Объясните ее образование. Сравните первичную и вторичную структуру корня древесных двудольных.

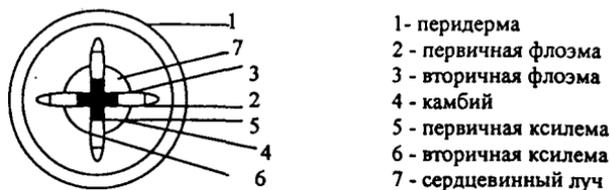
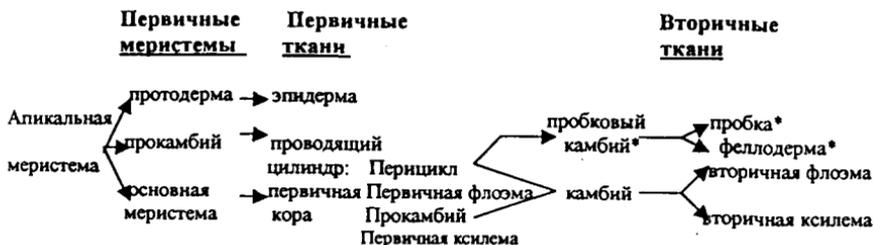


Рис. 6. Схема вторичного строения корня

Ниже представлена схема развития корня древесного растения от апикальной меристемы до вторичных тканей, сформированных за первый вегетационный период.

Схема развития корня



* - звездочками отмечены ткани, вместе образующие перидерму.

Микориза

Микориза (от *мико* - и греч. *rhiza* - *корень*), грибокорень, симбиоз мицелия гриба и корней высшего растения.

Микоризу могут образовывать некоторые зигомицеты, аскомицеты (трюфельевые), базидиальные грибы (агариковые и болетовые). Различают микоризу *автотрофную*, при которой гриб оплетает корень, оставаясь на его поверхности (например, базидиальные грибы – болет, сыроежка с лесными деревьями) и *эндотрофную*, когда гриб проникает внутрь корня (например, дейтеромицеты с растениями семейства орхидных и вересковых).

Гифы гриба в клетках ветвятся или образуют головчатые вздутия.

Микоризу рассматривают либо как мутуалистический симбиоз, от которого выгоду получает и гриб, и растение, либо как ограниченный паразитизм. Грибы – микоризообразователи, вероятно разлагают некоторые недоступные растению органические соединения почвы, способствуют усвоению фосфатов, соединений азота, вырабатывают вещества типа витаминов и активаторы роста, а сами используют вещества (возможно углеводы), извлекаемые ими из корня растения. Семена некоторых растений (например, орхидных) способны прорасти только в присутствии гриба.

Заключение

Корни представляют собой органы, специализированные для закрепления растения в субстрате, поглощения, накопления и проведения веществ. Голосеменные и двудольные обычно образуют стержневые, а однодольные - мочковатые корневые системы. Протяженность их зависит от разных факторов, но основная масса питающих корней находится в верхнем метре почвы.

Апикальные меристемы большинства корней содержат покоящийся центр максимальной меристематической активности, т.е. наиболее интенсивное деление клеток, наблюдается на некотором расстоянии от апикальных инициалей. В процессе первичного роста апикальная меристема дает начало трем первичным меристемам – протодерме, основной меристеме и прокамбию, дифференцирующимся соответственно в эпидерму, первичную кору и центральный цилиндр. Кроме того, апикальная меристема образует корневой чехлик, защищающий ее и способствующий внедрению корня в почву.

Многие эпидермальные клетки корня образуют корневые волоски, значительно увеличивающие его поглощающую поверхность. За исключением эндодермы, повсюду в коре имеются многочисленные межклетники. Плотнорасположенные клетки эндодермы несут на своих антиклинальных стенках пояски Каспари. Вследствие этого все вещества, переносимые между первичной корой и центральным цилиндром, должны пройти через протопласты эндодермальных клеток. Центральный цилиндр состоит из первичных проводящих тканей и полностью их окружающего перicycle. Среднюю часть цилиндра обычно занимает первичная ксилема с выростами, лучами, расходящимися к периферии и чере-

Стелярная теория - учение о типах строения и закономерностях эволюции стелы высших растений. основоположниками этой теории являются Ф.Ван Тигем и А.Дулио. Существуют следующие типы стел – протостела, актиностела, плектостела, сифоностела, зуствела.

Контрольные вопросы

1. Морфологическое строение побега.
2. Почки, их строение, типы, функции.
3. Типы побегов по характеру роста
4. Первичное строение стебля.
5. Вторичное строение стебля древесных двудольных растений.
6. Вторичное строение стебля голосеменных растений.
7. Строение древесины.
8. Строение вторичного луба.
9. Строение стеблей однодольных растений.
10. Стелярная теория.

ЛИСТ

При изучении данной темы необходимо придерживаться следующей схемы:

1. Определение.
2. Функции.
3. Морфологическое строение.
4. Анатомическое строение.
5. Онтогенез.
6. Возникновение листа.
7. Листопад.
8. Заключение.
9. Контрольные вопросы.

Лист (*лат. folium, греч. phyllon*) - вегетативный, боковой орган растения, с ограниченным ростом, обладающий двусторонней симметрией.

Функции: основные – фотосинтез (воздушное питание), транспирация (регулируемое испарение), газообмен.

Морфологическое строение Основные части листа

Листья весьма разнообразны по форме и внутреннему строению.

У двудольных, они обычно состоят из плоской расширенной части *пластинки*, *стеблевидного черешка* и *основания листа*. У основания некоторых листьев образуются мелкие чешуевидные или листовидные структуры, называемые *прилистниками*. Многие листья лишены черешков их называют *сидячими*. У большинства однодольных и некоторых двудольных их основание расширено в охватывающее стебель влагалище.



Рис. 12. Схематическое изображение строения простого листа:

1. Листовая пластинка.
2. Черешок.
3. Основание листа.
4. Верхушка листовой пластинки.
5. Край листовой пластинки.
6. Средняя жилка.
7. Боковые жилки.
8. Основание листовой пластинки

У злаков оно покрывает все междоузлие, а у некоторых зонтичных достигает больших размеров. Иногда основание листа формирует так называемый *раструб*, которой можно расценивать либо как вырост влагалища, либо как слияние двух пазушных прилистников. Раструб характерен для видов семейства гречишных, например, для щавеля, гречихи.

▲ Внимательно рассмотрите рис. 12, на котором представлена схема строения листа.

Листорасположение, филлотаксис (phyllotaxis), порядок размещения листьев на стебле, отражающих симметрию в структуре побега.

Различают три основных типа листорасположения: *спиральное или очередное* - от каждого узла стебля отходит один лист (дуб, береза, шелковица, горец), *супротивное* - на каждом узле сидят друг против друга два листа (клен, сирень, мята, зизифора), *мутовчатое* - каждый узел несет три и более листьев (олеандр, элодея, уруть, подмарейник).

Типы листьев. Различают листья *простые* (на одном черешке одна листовая пластинка) и *сложные* (с несколькими пластинками - на общей оси - рахисе). В зависимости от расположения листочков на рахисе различают *тройчатое*, *пальчатое*- и *перистосложные* листья.

Форма и размеры листьев. Форма простых листьев и листочков сложных листьев во взрослом состоянии разнообразна. По форме листьев можно различить разные роды и виды растений в природе.

Один из важных описательных признаков листа - характер жилкования. Существуют следующие типы жилкования: *параллельное* (ковыль, кукуруза), *дуговое* (ландыш, подорожник), *перисто - сетчатое* (сирень, вяз), *пальчатое - сетчатое* (клен, платан), *дихотомическое* (гинго).

Следует заметить, что форма листьев - не только наследственный признак того или иного вида растения или целой систематической группы; она отражает связь с условиями обитания, типичными для этих видов и групп. Даже

размеры листовых пластинок свидетельствуют об экологических особенностях растений. Обычно наиболее крупные листья бывают у растений, живущих в условиях, весьма благоприятных по всем показателям: температуре, влажности воздуха и почвы, богатству почвы питательными веществами и умеренной освещенности. Все это в максимальной степени представлено у растений нижних ярусов и опушек влажных тропических лесов. Например, древовидные папоротники, пальмы, бананы, какао и другие. Крупные листья имеют также и водные растения. Например, у *Victoria regia* лист диаметром до 2 м.

Гетерофиллия

Разнообразие форм листьев на одном и том же растении носит название *гетерофиллии* (греч. *гетерос* - разный)

Гетерофиллия может быть связана с возрастными изменениями апекса —

это семядольные листья, листья проростки, листья ювенильного, листья вегетативного и генеративного растения, т.е. - листовые серии, или различия между только срединной формацией в пределах растения. Гетерофиллия также может быть экологически обусловленная. Например, у водных растений (стрелолист, поручейник, водяной лютик) подводные и надводные листья различаются как морфологически, так и анатомически (рис. 13).

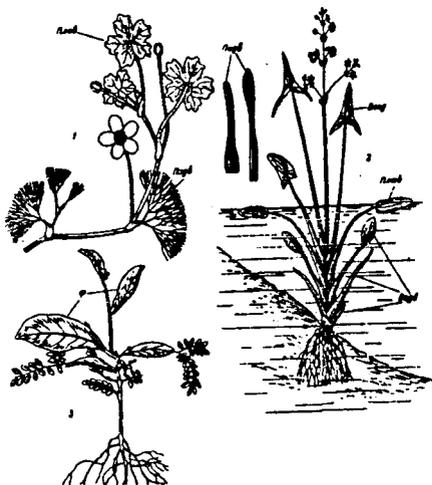


Рис. 13. Гетерофиллия

1-водяной лютик; 2-стрелолист; 3-гетерофиллия и филлодии у акации; подв. — подводные, плав. — плавающие, возд. — воздушные листья, ф. — филлодии.

Экологическая гетерофиллия имеет место у так называемых филлодийных акаций, обитающих в Австралии. В условиях достаточной влажности (например, в оранжерее) у них формируются двоякоперистосложные листья с нежными листочками; такие же листья проросток образует сразу после семядолей. Но в условиях резко засушливого климата у последующих листьев постепенно редуцируется пластинка, а черешок уплощается и принимает на себя функцию фотосинтеза. Этот листовой черешок с ксероморфной структурой называют *филлодием*.



Рис. 12. Схематическое изображение строения простого листа:

1. Листовая пластинка.
2. Черешок.
3. Основание листа.
4. Верхушка листовой пластинки.
5. Край листовой пластинки.
6. Средняя жилка.
7. Боковые жилки.
8. Основание листовой пластинки

У злаков оно покрывает все междоузлие, а у некоторых зонтичных достигает больших размеров. Иногда основание листа формирует так называемый *раструб*, которой можно расценивать либо как вырост влагалища, либо как слияние двух пазушных прилистников. Раструб характерен для видов семейства гречишных, например, для щавеля, гречихи.

▲ Внимательно рассмотрите рис. 12, на котором представлена схема строения листа.

Листорасположение, филлотаксис (phyllotaxis), порядок размещения листьев на стебле, отражающих симметрию в структуре побега.

Различают три основных типа листорасположения: *спиральное или очередное* - от каждого узла стебля отходит один лист (дуб, береза, шелковица, горец), *супротивное* - на каждом узле сидят друг против друга два листа (клен, сирень, мята, зизифора), *мутовчатое* - каждый узел несет три и более листьев (олеандр, элодея, уруть, подмарейник).

Типы листьев. Различают листья *простые* (на одном черешке одна листовая пластинка) и *сложные* (с несколькими пластинками - на общей оси - рахисе). В зависимости от расположения листочков на рахисе различают *тройчатое*, *пальчатое* и *перистосложные* листья.

Форма и размеры листьев. Форма простых листьев и листочков сложных листьев во взрослом состоянии разнообразна. По форме листьев можно различить разные роды и виды растений в природе.

Один из важных описательных признаков листа - характер жилкования. Существуют следующие типы жилкования: *параллельное* (ковыль, кукуруза), *дуговое* (ландыш, подорожник), *перисто - сетчатое* (сирень, вяз), *пальчатое - сетчатое* (клен, платан), *дихотомическое* (гинго).

Следует заметить, что форма листьев - не только наследственный признак того или иного вида растения или целой систематической группы; она отражает связь с условиями обитания, типичными для этих видов и групп. Даже

размеры листовых пластинок свидетельствуют об экологических особенностях растений. Обычно наиболее крупные листья бывают у растений, живущих в условиях, весьма благоприятных по всем показателям: температуре, влажности воздуха и почвы, богатству почвы питательными веществами и умеренной освещенности. Все это в максимальной степени представлено у растений нижних ярусов и опушек влажных тропических лесов. Например, древовидные папоротники, пальмы, бананы, какао и другие. Крупные листья имеют также и водные растения. Например, у *Victoria regia* лист диаметром до 2 м.

Гетерофиллия

Разнообразие форм листьев на одном и том же растении носит название *гетерофиллии* (греч. *гетерос* - разный)

Гетерофиллия может быть связана с возрастными изменениями апекса –

это семядольные листья, листья проростки, листья ювенильного, листья вегетативного и генеративного растения, т.е. - листовые серии, или различия между только срединной формацией в пределах растения. Гетерофиллия также может быть экологически обусловленная. Например, у водных растений (стрелолист, поручейник, водяной лютик) подводные и надводные листья различаются как морфологически, так и анатомически (рис. 13).

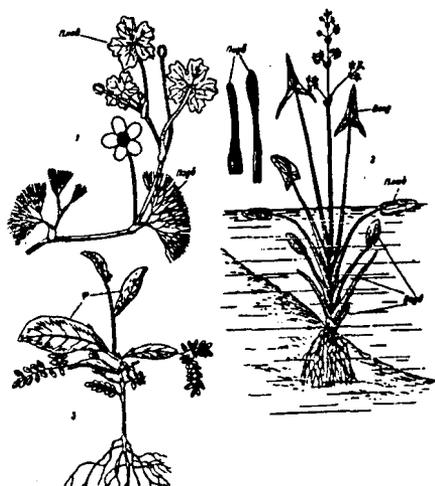


Рис. 13. Гетерофиллия

1-водяной лютик; 2-стрелолист; 3-гетерофиллия и филлодии у акации; подв. – подводные, плав. – плавающие, возд. – воздушные листья, ф. – филлодии.

Экологическая гетерофиллия имеет место у так называемых **филлодийных акаций**, обитающих в Австралии. В условиях достаточной влажности (например, в оранжерее) у них формируются двоякоперистосложные листья с нежными листочками; такие же листья проросток образует сразу после семядолей. Но в условиях резко засушливого климата у последующих листьев постепенно редуцируется пластинка, а черешок уплощается и принимает на себя функцию фотосинтеза. Этот листовой черешок с ксероморфной структурой называют **филлодием**.

Световые и теневые листья

Из многих факторов окружающей среды, свет действуя на развивающиеся листья, может оказывать существенное влияние на их окончательные размеры и толщину. У многих видов листья - *световые мельче и толще, теневые сформировавшиеся при меньшем количестве света крупнее и тоньше*. Увеличение толщины световых листьев связано, главным образом, с усиленным развитием палисадной паренхимы. Проводящая система в них также более протяженная, стенки эпидермальных клеток толще, а кроме того, гораздо выше отношение внутренней поверхности мезофилла к площади листовой пластинки. Влияние этих различий проявляется в том, что, хотя у обоих типов листьев интенсивность фотосинтеза одинакова при низкой освещенности, теневые листья не приспособлены к яркому свету и, следовательно, фотосинтезируют в таких условиях гораздо слабее световых. Поскольку освещенность в различных частях кроны деревьев весьма не одинакова, здесь можно обнаружить крайние формы листьев обоих типов. Световые и теневые листья встречаются также у кустарников и травянистых растений. Образование того или иного типа можно стимулировать, выращивая растение при определенной освещенности.

Листовая мозаика

Форма, размеры и анатомическое строение листа необычайно разнообразны и обычно отражают приспособленность к определенным экологическим условиям – влажности, освещению и т.д.

▲ Желательно более подробно остановиться на экологических особенностях в анатомическом строении листа.

Познакомиться с некоторыми признаками ксероморфизма, на примере строения хвои сосны и листа ковыля.

Особое внимание уделить строению специфических тканей листа и механизму работы устьиц.

Главный фактор, который вызывает явления неравномерного роста – свет. При одностороннем освещении органа обычно сильнее растет его затененная сторона; если это черешок, то он изгибается к свету, поворачивая к нему пластинку листа. Таким образом, приспособительное значение этого явления налицо: *листовая мозаика* способствует максимальному использованию рассеянного света. Надо обратить внимание - на расположение листьев, которые минимально перекрывают друг друга. При этом пластинки всех листьев располагаются горизонтально, листья не затеняют друг друга, а образуют единую плоскость, где нет просветов; более мелкие по размерам листья заполняют просвет между крупными. Такая листовая мозаика особенно заметна у некоторых растений, например, у плюща, герани, табака, подорожника, в кроне липы.

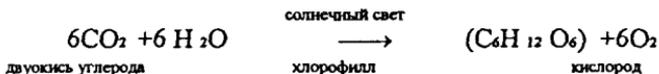
Выдвижению листьев на свет способствуют еще два явления - *этиоляция* (усиленный рост побега в длину в темноте) и *фототропизм* (рост по направ-

лению к свету). При этом пластинки всех листьев располагаются горизонтально, листья не затеняют друг друга, а образуют единую плоскость, где нет просветов; более мелкие по размерам листья заполняют просветы между крупными.

Анатомическое строение листа

Типичное анатомическое строение листовой пластинки отражает ее приспособленность к выполняемым функциям.

Лист - главный фотосинтезирующий орган высших растений. Из уравнения фотосинтеза



можно сделать вывод, что

- 1) листьям нужен источник двуокиси углерода и вода;
- 2) листья приспособлены к поглощению солнечной энергии, и в них должен быть хлорофилл;
- 3) как один из отходов будет выделяться кислород;
- 4) полезный продукт - углевод - должен транспортироваться в другие части растения или откладываться в запас.

Лист - весьма специализированный орган, удовлетворяющий всем этим требованиям.

Упрощенная схема организации листа двудольного растения (в поперечном разрезе) приведена на рис. 14.

Строение и функции различных тканей у двудольных растений охарактеризованы в таблице 5.

Строение листа видимое невооруженным глазом (схема)

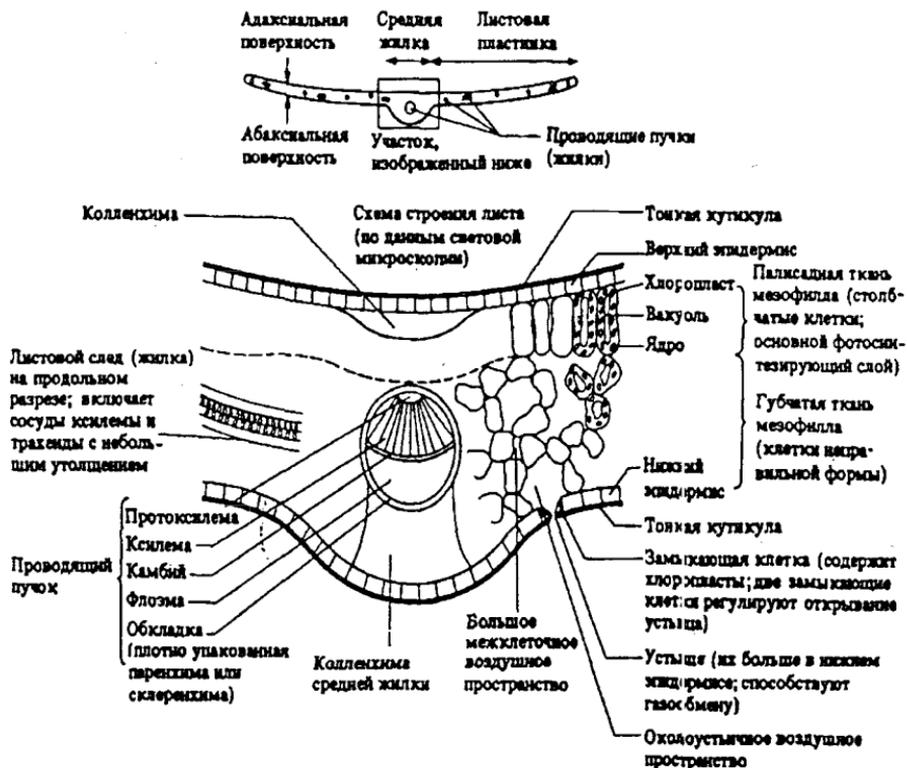


Рис. 14. Схема поперечного разреза листа двудольного растения

Таблица 5.

Строение и функции тканей листа двудольного растения

Ткань	Строение	Функция
Верхняя и нижняя эпидерма	Состоит из одного слоя клеток. Клетки бесцветные, уплощенные. Наружные стенки покрыты кутикулой из кутина (восковое вещество). Содержит устьица (поры), которые обычно располагаются в нижней эпидерме или более многочисленны здесь. Каждое устьице окружено парой замыкающих клеток.	Защитная. Кутин водоустойчив, он предохраняет лист от высыхания и от инфекции. Устьица - это ворота для газообмена с внешней средой. Размеры и отверстия устьиц регулируются замыкающими клетками - особыми клетками эпидермы, содержащими хлорофилл.
Палисадная ткань мезофилла	Столбчатые (как «частвокол») клетки с многочисленными хлоропластами в тонком слое цитоплазмы.	Основная фотосинтезирующая ткань. Хлоропласты могут смещаться к свету.

Губчатая ткань мезофилла	Клетки неправильной формы, уложенные очень рыхло, так что остаются большие воздушные пространства.	Фотосинтезирующая ткань, но хлоропластов меньше, чем в клетках палисадной ткани. Может происходить газообмен через большие воздушные пространства и устьица. Имеются запасы крахмала.
Проводящая ткань	Сильно разветвленная сеть сосудов по всему листу.	По ксилеме в лист поступают вода и минеральные соли. По флоэме из листа выводятся продукты фотосинтеза (в основном сахара). Проводящая ткань служит для листовой пластинки скелетом (в опорной функции участвуют так же колленхима средней жилки и тургесцентность клеток мезофилла, а иногда и склеренхима).

▲ Перечислите те особенности строения листа, благодаря которым он выполняет свои функции.

Общая форма и положение.

Большое отношение площади поверхности к объему для максимального улавливания света и эффективного газообмена. Листовая пластинка, как правило, располагается под прямым углом к падающему свету, особенно у двудольных растений.

Устьица.

Отверстия в листьях, обеспечивающие газообмен. При фотосинтезе поглощается двуокись углерода и как побочный продукт выделяется кислород.

У двудольных растений устьица расположены в основном на нижней, теневой, стороне листа, таким образом обеспечивается минимальная потеря воды в результате транспирации.

Закрывающие клетки.

Регулируют открывание устьиц (обеспечивают открывание устьиц только на свету, когда идет фотосинтез).

Мезофилл.

Содержит специальные органеллы для фотосинтеза - хлоропласты, в которых находится хлорофилл.

У двудольных растений палисадные клетки мезофилла, содержащие наибольшее число хлоропластов, расположены непосредственно под верхней поверхностью листа, что обеспечивает максимальное улавливание света. Палисадные клетки вытянуты, что увеличивает вероятность поглощения ими света. Хлоропласты расположены по периферии клеток, что облегчает газообмен с межклеточным пространством. Хлоропласты могут обладать фототаксисом (т.е. перемещаться внутри клетки по направлению к свету). У двудольных растений губчатый мезофилл содержит крупные межклеточные пространства, что обеспечивает эффективность газообмена. (Листья однодольных растений также содержат крупные межклеточные пространства.)

Проводящая система.

Снабжает водой, участвующей в процессе фотосинтеза, а также минеральными солями. Транспортирует продукты фотосинтеза.

Онтогенез листа

В онтогенезе лист возникает из экзогенных боковых выростов (*примордие* в определенном порядке на меристематическом апексе побега, в так называемой периферической зоне (*инициальном кольце*)).

Листовые зачатки в почке растут главным образом за счет краевой меристемы, неравномерно (верхушечный рост прекращается рано); при этом создается в миниатюре будущая форма пластинок. В отличие от корня и целого побега лист – орган с ограниченным ростом. Черешок растет последним, вставочно, довольно долго сохраняя эту способность, чем обеспечивается возможность поворота пластинок к свету (т.н. листовая мозаика). Продолжительность жизни листа обычно невелика (в пределах нескольких месяцев), хотя у так называемых вечнозеленых растений листья могут жить больше года (например, у копытня около 15 месяцев у лавра 3-4 года, у ели европейской 8-10 лет, у пихты Семенова 15 лет, а у ели Шренка до 30 лет). У вельвичии удивительной продолжительность жизни листьев свыше 100 лет.

Возникновение листа

Возникновение листа в ходе эволюции шло, вероятно, двумя основными путями.

У большинства высших растений (папоротникообразные, голосеменные, покрытосеменные) лист представляет собой результат дифференцировки, уплощения и срастания систем осей (теломов) ветвящегося вегетативного тела первичных наземных растений (*лист-«плосковетка»*, *макрофилльная линия эволюции*). Следы такого происхождения сохранились в своеобразном строении и длительном росте «листа» папоротников, называемых *вайями*. У некоторых же (например, плауновидных) листья возникли как поверхностные выросты на осевом органе (*знаци*, *микрофилльная линия*). Листовидные образования у моховидных (*филлиды*) не *гомологичны* листьям остальных высших растений, т.к. формируются на *гаметофите*, а не на *спорофите*, как у остальных.

Листопад

Листопад, опадение листьев обычно у деревьев и кустарников, реже у трав (крапива, недотрога). Листья могут опадать одновременно все в определенный период года (например, у листопадных деревьев) или постепенно по одному в течение длительного времени (у вечнозеленых растений). Листопадные деревья во влажнотропических лесах стоят без листьев иногда всего несколько дней, в умеренном поясе до 8-9 месяцев. Листопад – нормальный физиологический процесс, связанный со старением листьев. Перед листопадом в листьях происходят глубокие биохимические, физиологические и структурные изменения. Хлорофилл обычно разрушается, каротиноиды сохраняются дольше и обуславливают осеннюю окраску листьев. Питательные вещества из листьев

оттекают в запасующие органы (клубни, корневища) к точкам роста, к растущим молодым листьям.

Механизм листопада связан с появлением у основания листа (или основания черешка) *отделительного слоя из легко разъединяющихся паренхимных клеток*. Проводящие пучки, удерживающие лист на стебле, разрываются под тяжестью листа и порывами ветра. Листопад - выработанное в процессе эволюции приспособление к уменьшению в неблагоприятных условиях поверхности наземных органов, что сокращает потерю влаги и предотвращает поломку ветвей под тяжестью снега.

Заключение

У большинства двудольных листья состоят из пластинки и черешка. Иногда пластинки разделены на листочки. Устьица обычно более многочисленны на нижней стороне листа. Основная ткань, или мезофилл, листа является специализированной фотосинтезирующей и у мезофитов дифференцирована на палисадную и губчатую паренхиму. Она обильно пронизана межклетниками и жилками, т.е. проводящими пучками, состоящими из флоэмы и ксилемы и окруженными паренхиматозными обкладками. Ксилема обычно расположена на верхней стороне жилки, а флоэма на нижней.

У большинства однодольных, включая злаки, лист состоит из пластинки и влагалища, охватывающего стебель. Листья злаков имеют существенные анатомические различия. У одних (листья сахарного тростника) клетки мезофилла и обкладки располагаются вокруг проводящих пучков двумя концентрическими слоями. У других (листья пшеницы) клетки мезофилла и обкладки не имеют такого концентрического расположения. Обкладка состоит из двух слоев паренхимных клеток: наружного – из относительно тонкостенных и внутреннего (местомного) – из толстостенных.

Листья образуются в периферической зоне апекса побега, и их положение на стебле отражается в особенностях расположения в нем проводящей системы. Их рост детерминированный, т.е. относительно непродолжителен, тогда как у вегетативных апексов побега он может быть неограниченным, или недетерминированным. У многих видов листья, выросшие при высокой освещенности, мельче и толще развившихся при относительном затенении. Первые называются световыми, вторые – теневыми.

У многих растений опаданию листьев предшествует формирование у основания черешка отделительной зоны.

Контрольные вопросы

1. Онтогенез листа.
2. Общий план строения листа и его симметрия.
3. Расположение и относительная частота устьиц на единицу поверхности в листьях разных типов и ярусов.

4. Как построен проводящий пучок листа? Расположение ксилемы и флоэмы.
5. Где происходит процесс фотосинтеза? Необходимые условия для этого процесса.
6. Типы мезофилла и его распределение в разных систематических группах растений.
7. Влияние внешних факторов на структуру листа. Световые и теневые листья, особенности их строения.
8. Листопад, его биологическое значение и процессы, происходящие в листе перед листопадом.
9. Что такое гетерофилия? Приведите примеры возрастной и экологической гетерофилии.
10. Гигрофильный и ксерофильный типы листьев и особенности их строения.

Метаморфозы (модификации, видоизменения) вегетативных органов и их биологическое значение

При изучении данной темы необходимо придерживаться следующей схемы:

1. Определение
 2. Метаморфозы корня
 3. Метаморфозы стебля
 4. Метаморфозы листа
 5. Заключение
 6. Контрольные вопросы
-

Метаморфоз (от греч. *Metamorphosis* - превращение). У растений видоизменение основных органов, происходящие в онтогенезе и связанные со сменой выполняемых ими функций или условий функционирования.

Истинный метаморфоз – превращение одного органа в другой со сменой формы и функции – происходит у немногих травянистых растений (постепенное отмирание подземного побега и переход в корневище, луковицу, клубнелуковицу на время неблагоприятного периода). В большинстве же случаев метаморфозу подвергаются не взрослые органы, а их зачатки, например, при превращении части побегов и листьев в колючки, усики. Детерминация зачатка органа определяющая его окончательный облик и происходящая на разных этапах его развития связана с накоплением определенных физиологически активных веществ и зависит от ряда внешних и внутренних факторов.

Метаморфозы корня

Многие корни являются запасными органами, а у некоторых растений они специально приспособлены для выполнения этой функции, становясь мясистыми вследствие сильного разрастания паренхимы, пронизанной проводящей тканью. Они называются *корнеплодами* (утолщение главного корня и гипокотыля, например, моркови, пастернака, редьки), *корневыми шишками*. (утолщение придаточного корня например, георгина, лютик Регеля. Развитие

таких корней (например, у моркови, *Daucus carota*) происходит в основном так же, как и в случае немясистых, но с преобладанием во вторичных ксилеме и флоэме паренхимных клеток. У корня батата (*Ipomoea batatas*) вокруг определенных сосудов или групп сосудов вторичной ксилемы закладываются дополнительные камбиальные клетки.

Отложив по несколько трахеальных элементов в сторону сосудов и ситовидных трубок в противоположном направлении, они образуют с обеих сторон преимущественно клетки запасающей паренхимы. У сахарной свеклы (*Beta vulgaris*) утолщение корня происходит главным образом за счет деятельности дополнительных камбиев, закладывающихся концентрическими слоями вокруг первичного. Эти слои, внешне напоминающие годовичные кольца корней и стеблей деревьев, откладывают внутрь и наружу от себя соответственно ксилему и флоэму.

Воздушные корни

Воздушными называют придаточные корни, развивающиеся на надземных органах. У некоторых растений они служат опорой и называются в разных случаях *столбовидными, ходульными и корнями подпорками*. Такие корни развиваются на стволах и ветвях многих тропических деревьев в частности у мангровых видов (*Rhizophora mangle*), баньяна (*Ficus benghalensis*) и некоторых пальм. Воздушные корни другого типа, например, у плюща (*Hedera helix*), внедряются в поверхность стен и других предметов, закрепляя на них лазящий стебель (**корни - прицепки**). Корни нуждаются в кислороде для дыхания. Поэтому у некоторых деревьев болотистых местообитаний развиваются корни, поднимающиеся из воды и служащие не только для закоривания в субстрате, но и для снабжения кислородом. Например, корневая система авиценнии (*Avicenia germinalis*) образует отрицательно – геотропные выросты, называемые *пневматофорами (дыхательными корнями)*, которые торчат из ила вверх, обеспечивают необходимую аэрацию.

Метаморфозы стебля

Видоизменения стебля бывают подземные и надземные.

К *подземным видоизменениям* стебля относятся: луковица, клубнелуковица, корневище, клубень.

Луковица – это видоизмененный побег, имеющийся, например, у лука, нарцисса и тюльпана. Она служит как зимующим органом, так и органом вегетативного размножения. Луковица состоит из очень короткого стебля и мясистых листьев, содержащих запасные питательные вещества. Снаружи она покрыта бурыми пленчатыми листьями – остатками прошлогодних листьев, запасные вещества которых были израсходованы. Луковица содержит одну или несколько дочерних луковиц (детки и зубки); каждая из них может образовать побег.

Клубнелуковица – это короткий, вздутый вертикальный подземный стебель, как, например, у шафрана или гладиолуса. Клубнелуковицы служат как запасными органами, так и органами вегетативного размножения. Клубнелуковица состоит из вздутого основания стебля, окруженного защитными пленчатыми листьями; в отличие от луковицы здесь нет мясистых листьев. Пленчатые листья – это остатки прошлогодних надземных листьев. Корни придаточные. К концу вегетативного периода они укорачиваются и втягивают новую клубнелуковицу в почву. Клубнелуковица (как и луковица) содержит одну или несколько деток, которые могут обеспечить вегетативное размножение.

Корневище – представляет собой подземный стебель, растущий горизонтально. У одних растений, например, у ириса и соломоновой печати, корневище короткое и вздутое, содержащее запасные питательные вещества, а у других, таких, как пырей ползучий и мята, оно длинное и тонкое. Корневище обычно служит зимующим органом, а также органом вегетативного размножения. Корневище несет листья, почки и придаточные корни. Листья могут быть либо пленчатые или чешуйчатые (мелкие, тонкие, беловатого или коричневатого цвета), как у пырея, либо только зеленые надземные, как у ириса, либо того и другого типа, как, например, у соломоновой печати, у которой листья обоих типов растут и на надземных побегах.

Клубень – это подземный запасующий орган, раздутый в результате накопления питательных веществ и способный перезимовывать. Клубни живут только один год, а затем, после того как их содержимое будет использовано за время вегетационного периода, они ссыхаются. К концу вегетационного периода образуются новые клубни, но они возникают не из старых клубней. Стеблевые клубни представляют собой структуры, образующиеся на концах тонких корневищ, как у картофеля и топинамбура. На их стеблевое происхождение указывает наличие пленчатых листьев и почек в их пазухах. В следующем вегетационном периоде каждая такая почка может дать начало новому растению.

К *надземным видоизменениям* (модификациям) относятся **столоны, усики, кладодии, колючки** и другие.

Столон – это ползучий горизонтальный стебель, стелющийся на поверхности почвы, как, например, у ежевики, крыжовника, черной и красной смородины. Корни придаточные, отходящие от узлов.

Усы (плети) – это разновидность столонов, которые быстро растут в длину, как, например, у земляники или у лютика ползучего. Ус несет пленчатые листья с пазушными почками, которые дают начало придаточным корням и новым растениям. После укоренения новых растений прежние усы в конце концов разрушаются. В роли уса может выступать главный стебель; ус может также расти от одной из нижних пазушных почек на главном стебле. У земляники пленчатые листья и пазушные почки есть у каждого узла, но корни, надземные листья образует лишь каждый второй узел. Все пазушные почки могут дать начало новым усам. У винограда (*Vitis*) и девичьего винограда (*Parthenocissus quinquefolia*) – это также модифицированные стебли, обвивающиеся вокруг опоры. У винограда на усиках иногда развиваются мелкие листья и цветки.

Ветви, принимающие форму листьев, называют *кладофиллами* или *кладодиями*. Нитевидные листоподобные ветви спаржи - типичный их пример. Ее толстые и мясистые надземные побеги («стрелки») съедобны. Чешуйки на них настоящие листья. В ходе дальнейшего роста в пазухах этих крохотных невзрачных чешуек развиваются кладодии, функционирующие как фотосинтезирующие органы.

Колючки – модифицированные ветви, образующиеся у боярышника, в пазухах листьев.

Метаморфозы листа

Листья, так же, как корни и стебли, могут видоизменяться и выполнять не типичные для себя функции

Одна из наиболее распространенных модификаций – образование *усиков*, служащих для закрепления. Например, у бобовых, в частности у гороха огородного (*Pinus sativum*), они соответствуют терминальной части перистосложного листа. У некоторых растений толстыми и мясистыми становятся черешки листьев (запас питательных веществ). Хорошо известны примеры: сельдерей (*Arium graveolens*) и ревень (*Rheum rharopnicum*).

Суккулентами называют растения с сочными тканями, специализированными для запасаания воды. Большинство их, обычно произрастает в аридных регионах, где способность накапливать воду является жизненной необходимостью. Суккуленты могут быть стеблевого и листового происхождения. Зеленые мясистые стебли кактусов служат одновременно фотосинтезирующими и запасающими органами. Вода накапливается в крупных тонкостенных паренхимных клетках без хлоропластов. У агавы суккулентные части – листья. В них водозапасающая ткань представлена нефотосинтезирующими паренхимными клетками. У хрустальной травки (*Mesembryanthemum crystallinum*) водозапасающую функцию выполняют крупные эпидермальные клетки с придатками (трихомы), называемые водяными пузырьками. Водозапасающие клетки листа *Ререгоitia* являются частью многослойной эпидермы.

Иногда листья видоизменены в сухие и твердые иглы, не способные к фотосинтезу. *Колючки, иглы и шипы* – защитные структуры, препятствующие поеданию растений животными – фитофагами. Высокоспециализированные взаимоотношения деревьев и растительоядных известны у так называемых «рогатых» акаций, иглы которых служат убежищем для муравьев, которые убивают других насекомых, пробувающих питаться этими растениями.

Очень эффективны модифицированные и специализированные *листья плотоядных растений*, например, саррацении, росянки и венериной мухоловки, служащие для ловли и переваривания насекомых. Образующиеся в результате питательные вещества поглощаются растением.

Метаморфоз – изменение формы и строения органов в процессе исторического развития в результате их приспособления к выполнению различных функций. В большинстве случаев видоизменяются не взрослые органы, а их зачатки. Детерминация зачатка органа, определяющая его окончательный облик и происходящая на разных этапах его развития, связана с накоплением физиологически активных веществ и зависит от ряда внешних и внутренних факторов. Побеги, как и корни, могут запасать питательные вещества. Примеры – специально приспособленные для этого мясистые подземные побеги и корни – клубни, луковицы, клубнелуковицы, корневища, корнеплоды, корневые шишки. Некоторые из них еще выполняют функции возобновления, вегетативного размножения.

Водозапасающая ткань состоит из крупных parenхимных клеток. Суккулентами могут быть стебли, листья и те и другие вместе. Листья или стебли надземных побегов, выполняющие функции защиты, преобразуются в колючки, функции лазания в усики. К числу метаморфозов спороносного побега относят и образование цветка как органа семенного размножения.

У некоторых тропических деревьев от основания стволов или ветвей отходят придаточные корни, служащие для опоры и питания, – досковидные, ходульные, столбовидные. У лиан развиваются корни прицепки, у эпифитов воздушные корни, у некоторых эпифитных орхидей – плоские зеленые корни, способные к ассимиляции; у растений, живущих на бедных кислородом почвах (таксодиум, мангровые и др.), имеются дыхательные корни – пневматофоры. У насекомоядных растений сформировались различные, часто сложные приспособления для привлечения и ловли насекомых. У пузырчатки – мелкобугорчатые органы, образованные сегментами подводных листьев с отверстием для насекомых. У тропических видов (непентеса) верхняя часть листового черешка имеет вид кувшина, с гладких краев которого насекомые соскальзывают внутрь. Листья альдрованды покрыты железистыми красноватыми волосками, выделяющими липкое вещество; дионея (венериной мухоловке) свойственно активное захлопывание листьев – ловушек. У росянки насекомые, привлеченные запахом, садятся и прилипают к листу, который складывается. За день одно растение росянки способно переварить несколько десятков насекомых.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение метаморфоза.
2. Видоизменение корня.
3. Подземные видоизменения побега.
4. Надземные видоизменения побега.
5. Метаморфозы листа.
6. Насекомоядные растения.
7. Суккулентные растения.
8. Строение побегов и корней, выполняющих функцию запаса питательных веществ.

При изучении данной темы необходимо придерживаться следующей схемы:

1. Бесполое размножение.
 2. Половое размножение.
 3. Чередование поколений.
 4. Жизненный цикл.
 5. Заключение.
-

Размножение - присущее всем организмам свойство воспроизведения себе подобных, обеспечивающее непрерывность и преемственность жизни.

Существуют два основных типа размножения – бесполое и половое.

Бесполое размножение

Бесполое размножение происходит без образования гамет, и в нем участвует лишь один организм. При бесполом размножении обычно образуются идентичные потомки, а единственным источником генетической изменчивости служат случайные мутации. Различают несколько типов бесполого размножения: деление, образование спор (споруляция), почкование, размножение фрагментами (фрагментация), вегетативное размножение, клонирование.

1. *Делением* размножаются одноклеточные организмы: каждая особь делится на две или большее число дочерних клеток, идентичных родительской клетке. Делению клетки предшествует репликация ДНК, а у эукариот – также деление ядра. Так делятся бактерии, некоторые одноклеточные водоросли.

2. *Спора* – это одноклеточная репродуктивная единица обычно микроскопических размеров, состоящая из небольшого количества цитоплазмы и ядра. Образование спор наблюдается у бактерий, у представителей всех групп земных растений, у грибов. Споры могут быть различными по своему типу и функции, и часто образуются в специальных структурах. Например, у *Dryopteris* образуются в спорангиях; микроспоры (пыльцевые зерна) и мегаспоры (зародышевые мешки) семенных растений образуются в особых спорангиях, называемых соответственно пыльцевым мешком и семезачатком. Споры бактерий служат, строго говоря, не для размножения, а для того чтобы выжить при неблагоприятных условиях, поскольку каждая бактерия образует только одну спору.

Хотя мы рассматриваем бесполое размножение, но следует упомянуть, что существуют и **половые споры** – они участвуют в половом размножении. Таковы, например, зооспоры хламидоманады и зигоспоры спирогиры. **Зигоспоры** – довольно крупные споры, содержащие запасы питательных веществ и окруженные защитной оболочкой. Они образуются в результате полового размножения, а в периоды неблагоприятных условий могут переходить в состояние покоя.

3. **Почкованием** - называют одну из форм бесполого размножения, при котором новая особь образуется в виде выроста (почки) на теле родительской особи, а затем отделяется от нее, превращаясь в самостоятельный организм, совершенно идентичный родительскому. Например, так размножаются одноклеточные грибы- дрожжи. Необычная форма почкования наблюдается у *Vuorhyllum*. По краям его листьев развиваются растеньица, снабженные корешками. Эти «почки» опадают и начинают существовать как самостоятельные растения.

4. **Фрагментацией** – называют разделение особи на две или несколько частей, каждая из которых растет и образует новую особь. Фрагментация происходит, например, у нитчатых водорослей, таких как спиригира. Нить спиригиры может разорваться на две части в любом месте.

5. **Вегетативное размножение** – представляет собой одну из форм бесполого размножения, при которой от растения отделяется относительно большая, обычно дифференцированная, часть и развивается самостоятельное растение. Нередко растения образуют структуры, специально предназначенные для этой цели: луковицы, клубнелуковицы, корневища, столоны, стеблевые клубни (видоизменение стебля), корнеплоды и корневые клубни (видоизменение корня). О них мы уже говорили более подробно в разделе «Метаморфозы вегетативных органов». Некоторые из этих структур (луковицы, клубнелуковицы, корневища, клубни) служат также для запасания питательных веществ, что позволяет растению пережить периоды неблагоприятных условий. Кроме описанных выше специализированных органов вегетативного размножения, растения могут размножаться **листьями и побегами**. Например, листья бегонии, узамбарской фиалки, очитка или побеги, пеларгонии, колеуса и др. Другой широко используемый способ вегетативного размножения – это **прививки**. Прививка состоит в пересадке одного растения (побега или почки) на нижнюю часть побега другого растения. Пересаженную часть растения – донора называют **привоем**, а реципиента - **подвоем**. Подвой обрезают под местом прививки. Получающиеся в результате растение обычно обладает корневой системой подвоя и побегом привоя. Этот метод применяется при размножении кустов роз и плодовых деревьев.

6. **Клонирование высших растений**. Получение идентичных потомков при помощи бесполого размножения называют **клонированием**. В начале шестидесятых годов были разработаны методы, позволяющие успешно клонировать некоторые высшие растения и животных. Первый успех был достигнут проф. Стюардом (Корнельский ун-т), который показал, что, выращивая отдельные клетки корня моркови (ее съедобной части) в среде, содержащей нужные питательные вещества и гормоны, можно индуцировать процессы клеточного деления, приводящие к образованию новых растений моркови.

Половое размножение

При половом размножении потомство получается в результате слияния генетического материала гаплоидных ядер. Эти ядра содержатся в специализированных половых клетках – гаметах. При оплодотворении гаметы сливаются, образуя диплоидную зиготу, из которой в процессе развития получается зрелый организм. Гаметы гаплоидны – они содержат один набор хромосом, полученный в результате мейоза. Они служат связующим звеном между данным поколением и следующим (при половом размножении цветковых растений сливаются не клетки, а ядра, но обычно эти ядра тоже называют гаметами).

Мейоз – важный этап жизненных циклов, включающих половое размножение, так как он ведет к уменьшению количества генетического материала вдвое. Благодаря этому в ряду поколений, размножающихся половым путем, это количество остается постоянным, хотя при оплодотворении оно каждый раз удваивается. Во время мейоза в результате случайного расхождения хромосом (независимое распределение) и обмена генетическим материалом между гомологичными хромосомами (кроссинговер) возникают новые комбинации генов, попавших в одну гамету, и такая перетасовка повышает генетическое разнообразие. *Слияние содержащихся в гаметах гаплоидных ядер называют оплодотворением или сингамией*. Оно приводит к образованию диплоидной зиготы, т. е. клетки, содержащей по одному хромосомному набору от каждого из родителей. Это объединение в зиготе двух наборов хромосом (генетическая рекомбинация) представляет собой генетическую основу внутривидовой изменчивости. Зигота растет и развивается в зрелый организм следующего поколения.

Таким образом, при половом размножении в жизненном цикле происходит чередование диплоидной и гаплоидной фаз, причем у разных организмов эти фазы принимают различные формы.

Гаметы бывают обычно двух типов – *мужские и женские*, но некоторые примитивные организмы производят гаметы только одного типа. У организмов, образующих гаметы двух типов, их могут производить соответственно мужские и женские родительские особи, а может быть и так, что у одной и той же особи имеются и мужские, и женские половые органы. Виды, у которых существуют отдельные мужские и женские особи, называются *раздельнополыми* (большинство животных и человек). Среди цветковых растений тоже есть раздельнополые виды; если у однодомных видов мужские и женские цветки образуются на одном и том же растении, как, например, у огурца (*Cucumis*), кукурузы (*Zea*) и лещины (*Corylus*), то у двудомных одни растения несут только мужские, а другие – только женские цветки, как у остролиста (*Ilex*), у тиса (*Taxus*), у облепихи (*Hipporphae*), у тополя (*Populus*).

У растений встречаются разнообразные типы полового размножения (хологамия, конъюгация, гетерогамия, оогамия). В простейшем случае у некоторых одноклеточных водорослей, лишенных твердой оболочки, могут сливаться не специализированные гаметы, а целые одноклеточные организмы, вы-

ступающие на определенном этапе жизни в роли гамет. Такой половой процесс носит название *хологамии*. Обе сливающиеся клетки внешне друг от друга не отличаются. У некоторых водорослей сеплянок, диатомовых водорослей, а также грибов из кл. *Zygomycetes* наблюдается **конъюгация**. **Конъюгация** – одна из форм полового размножения, заключающаяся в слиянии протопластов двух равноценных клеток, не имеющих морфологической дифференцировки на мужские и женские элементы.

У большинства растений формируются специализированные гаметы в особых органах – **гаметангиях**. У низших растений гаметангии, как и спорангии, представлены **одной клеткой**, содержимое которой делится и дает гаметы. У высших растений гаметангии, как и спорангии, **многоклеточны**. Гаметы всегда голые (не имеют твердой оболочки) и часто бывают снабжены жгутиками. Иногда все гаметы совершенно одинаковы по форме и размерам; попарное их слияние основано лишь на физиологических различиях, поэтому такие гаметы обозначают как **плюс – и минус – гаметы**, а половой процесс такого типа называют **изогамным**. Изогамия встречается у водорослей и очень немногих грибов. У некоторых водорослей и грибов подвижные гаметы различаются по размерам – это **гетерогамный половой процесс**. У многих низших и у всех высших растений половой процесс **оогамный**. При этом гамета мужская (сперматозоид) – ♂ подвижная, маленькая, а женская (яйцеклетка) – ♀ неподвижная, имеет крупные размеры и большой запас питательных веществ.

Чередование поколений

Чередование поколений – закономерная смена в жизненном цикле организмов генераций (поколений, бионтов), различающихся способом размножения.

У растений различают гаплоидное поколение – половое или **гаметофит**, и диплоидное – бесполое или **спорофит**.

Половые органы, образующие гаметы, развиваются на гаметофите, при этом он может быть **обоеполым** (сфагнум, равноспоровые папоротники, плауны) или **раздельнополым** (некоторые бурые водоросли, разноспоровые папоротники, плауны и все высшие растения). На **спорофите** развиваются **органы бесполого размножения (спорангии, зооспорангии)**, образующиеся в результате мейоза гаплоидные споры, прорастающие затем в новые поколения.

Гаметофит и спорофит одинаковы морфологически и по продолжительности жизни (**изоморфное чередование поколений**) или различны (**гетероморфное чередование поколений**). Для высших растений характерно только гетероморфное чередование поколений. У водорослей встречаются обе формы.

При **изоморфной** смене поколений каждое из них представлено самостоятельно живущей особью (некоторые зеленые, бурые и многие красные водоросли), так что в жизненном цикле существует два (при обоеполом гаметофите) или три (при раздельнополом гаметофите) независимых и одинаковых растения.

При гетероморфной смене поколений оба развиваются либо независимо друг от друга (ламинария, равноспоровые папоротники, плауны, хвощи), либо одно из поколений, будучи лишенным самостоятельного развития, существует за счет другого (мхи и все семенные растения), но преобладает всегда одно из поколений – либо гаметофит, либо спорофит, и на его долю приходится большая часть жизненного цикла: можно сказать, что это доминирующее поколение (рис. 15).

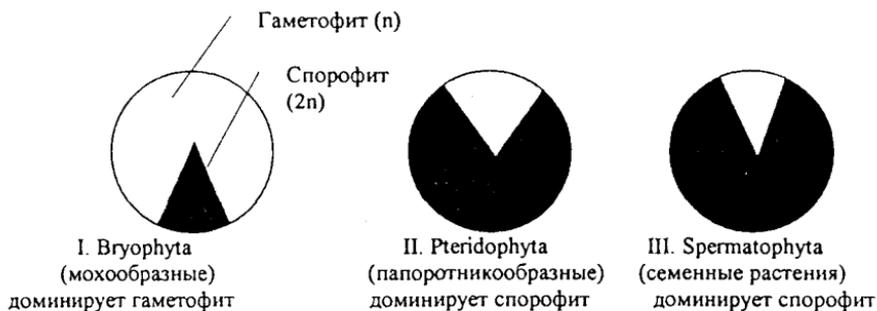


Рис. 15. Относительное значение спорофитного и гаметофитного поколения в жизненном цикле высших растений

У высших растений к гаметофитной линии эволюции (с преобладанием в цикле развития гаметофита) относятся только моховидные, у которых спорофит, называется *спорогоном*, развивается в виде коробочки со спорами на самом зеленом растении, являющемся гаметофитом. К спорофитной линии эволюции (с преобладанием в цикле развития спорофита) относятся все остальные высшие растения. При этом спорофит – листостебельное растение, на котором развиваются спорангии, а гаметофит (заросток) развит слабее, недолговечен и представлен обоеполым талломом, живущим самостоятельно (все равноспоровые папоротники, плауны, хвощи), либо микроскопическими образованиями, развивающимися частично или полностью на спорофите и за счет него (разноспоровые папоротники, плауны, голосеменные, цветковые).

Жизненный цикл

Последовательность стадий развития, через которые проходят представители данного вида от зиготы одного поколения до зиготы следующего, называют жизненным циклом. Напр., на рис. 16 дана схема жизненных циклов мохообразных, папоротникообразных и семенных растений.

1. Bryophyta – Peltia

2. Pteridophyta

3. Spermatophyta - Angiospermae

a) Dryopteris

b) Selaginella

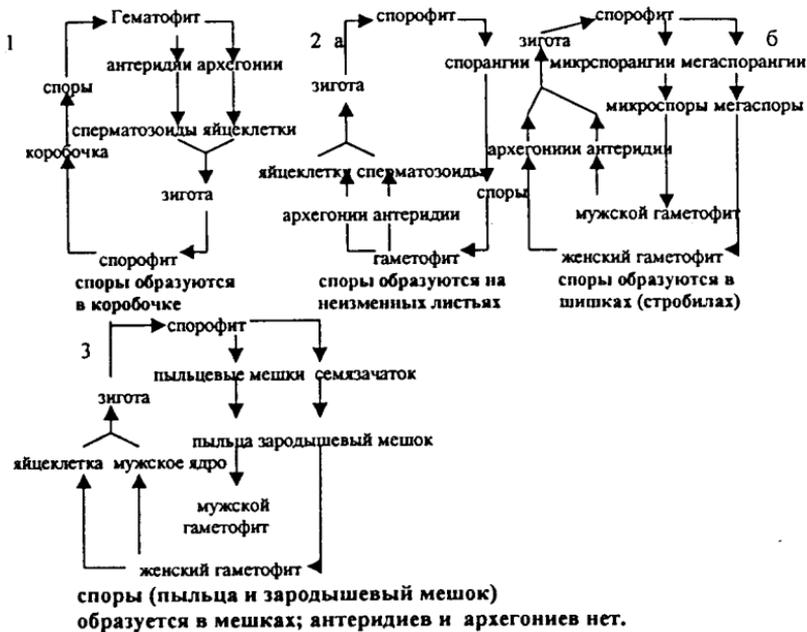


Рис. 16.

Жизненный цикл мохообразных, папоротникообразных и семенных растений

▲ Внимательно рассмотрите схемы жизненных циклов мохообразных, папоротникообразных и семенных растений. Сравните их. Опишите различия и сходства. Обратите внимание на наличие или отсутствие проводящих тканей, строение и доминирование гаметофита или спорофита, местообитание и другие признаки

Жизненный цикл типичного цветкового растения изображен на рис. 17.

Основное назначение этого рисунка – сравнить жизненный цикл цветкового растения с жизненными циклами более примитивных растений. В сущности, он почти не отличается от цикла, изображенного на рис.16. Обратите особое внимание на те стадии, когда происходит мейоз или митоз. Гаметы образуются в результате митоза, а споры – в результате мейоза, как и у всех остальных растений со сменой поколений. Строго говоря, цветок – это орган и бесполого, и полового размножения, поскольку в нем образуются споры (бесполое

размножение), внутри которых возникают гаметы (половое размножение). Следует отметить, что пыльцевое зерно является спорой, а не мужской гаметой, так как в нем самом *находятся* мужские гаметы. Пыльцевые зерна переносят мужские гаметы на женские репродуктивные органы (этот процесс называется опылением), а это позволяет обойтись без плавающих сперматозоидов, а затем происходит прорастание пыльцевой трубки, по которой двигаются две мужские гаметы (спермии). Один спермий оплодотворяет яйцеклетку, образуя диплоидную зиготу, второй - центральное ядро зародышевого мешка. Из зиготы развивается зародыш семени, из центральной клетки с оплодотворенным центральным ядром - питательная ткань - вторичный триплоидный эндосперм. Это один из типов полового размножения цветковых растений - *двойное оплодотворение*. Он был открыт в 1898 г. С. Г. Навашиным у лилейных. После оплодотворения семязачаток называют уже *семенем*, а завязь - *плодом*.

Двойное оплодотворение

1. спермий (n) + яйцеклетка (n) \rightarrow зигота ($2n$)

2. спермий (n) + центральная клетка ($2n$) \rightarrow эндосперм ($3n$)

Процесс развития эндосперма также изображен на рис.17. Из эндосперма образуются запасы питательных веществ, а сам способ их образования уникален и присущ только покрытосеменным.

Жизненный цикл цветкового растения складывается из бесполого размножения доминирующего спорофита (цветковое растение как таковое) и полового размножения гаметофита.

Заключение

Растения размножаются двумя основными способами: **бесполом** и **половым**. Существуют разные формы бесполого и полового размножения.

При бесполом размножении потомки происходят от одного организма без слияния гамет. Простейшей формой размножения первичных организмов было деление тела надвое. Она сохранилась у бактерий и одноклеточных водорослей. С появлением многоклеточных водорослей, а затем и высших растений формы вегетативного размножения все более дифференцировались и достигли у покрытосеменных высокой степени специализации (образование корневищ, столонов, клубней, луковиц). У одноклеточных водорослей бесполое размножение отличается от вегетативного главным образом количественно.

Протопласт клетки вместо двух дочерних клеток образует несколько спор. У многоклеточных водорослей и особенно у высших споровых растений бесполое размножение сильно специализируется: возникают сложного строения спорангии с очень большим числом спор и с особыми приспособлениями к их рассеиванию, чем достигается увеличение численности особей и расселение вида.

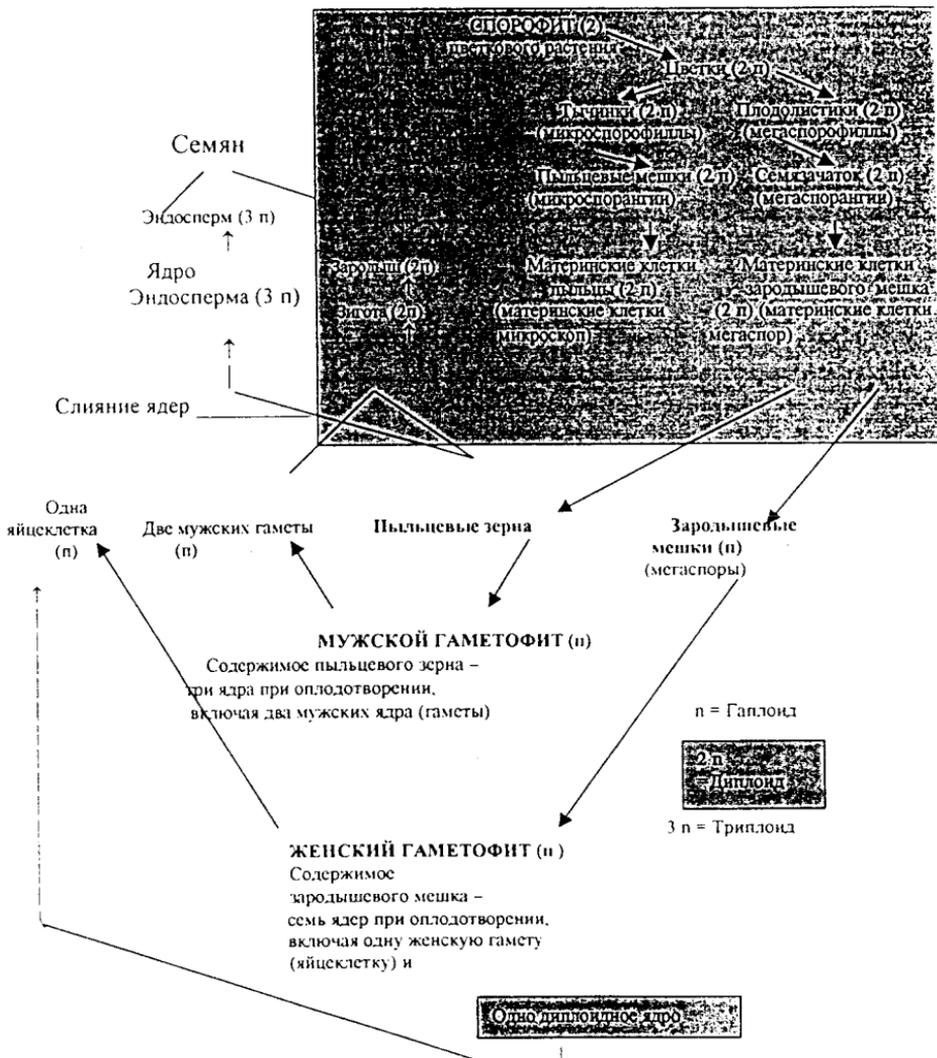


Рис 17. Жизненный цикл покрытосеменных

Половым называют размножение, которое осуществляется половыми клетками в результате их слияния друг с другом. К примитивному типу полового процесса ближе всего стоит конъюгация, т. е. слияние неспециализированных гамет, или, иначе говоря, клеток, ранее функционировавших как ве-

гетативные. Позднее возникают уже специализированные гаметы, сначала не дифференцированные на мужские и женские (изогамия) или слабо дифференцированные (гетерогамия). Наконец, появляется и оогамия как наиболее совершенная форма полового процесса, обычно связанная с внутренним оплодотворением. Первоначально и бесполое, и половое размножение было свойственно всем особям данного вида. В ходе эволюции возникло разделение функций спорообразования и формирования гамет, и в цикле развития вида появилось чередование половых и бесполой особей (смена гаметофита и спорофита). Дальнейшее разделение функций между спорофитом и гаметофитом привело к большому разнообразию циклов развития. Основной тип цикла развития высших растений характеризуется сильно дифференцированным и долговечным спорофитом и слабо развитым гаметофитом. У разноспоровых растений половые различия намечаются уже в спорах. В процессе эволюции постепенно стирается грань между бесполом и половым размножением. У семенных растений споры утрачивают функцию расселения вида и поэтому не отделяются от материнского организма. В связи с этим женский гаметофит остается на материнском спорофите, крайне редуцируется и превращается в часть семени. Высшим этапом в эволюции размножения явилось семенное размножение цветковых, которое характеризуется двойным оплодотворением, высоко специализированным органом размножения (цветок с пестиком) и образованием плодов (покрытосемянность).

Хотя размножение свойственно всем организмам, оно имеет у растений специфические черты, существенно отличающие его от размножения животных. К таким чертам относятся: 1) *способность к вегетативному размножению, нередко достигающая высокой специализации и интенсивности*; 2) *размножение и расселение при помощи спор или семян, т. е. особых зачатков, отделяющихся от материнского организма*.

Семена – наиболее совершенное приспособление растений к размножению и расселению в наземных условиях. Семя содержит сформировавшийся зародыш, снабженный запасом питательных веществ и защищенный плотными покровами. Такая высокая специализация зачатков послужила причиной того, что семенные растения стали подлинными завоевателями суши.

Контрольные вопросы

1. Определение размножения.
2. Многообразие форм размножения у растений.
3. Бесполое размножение растений.
4. Половое размножение растений.
5. Цикл развития типа мхов.
6. Цикл развития типа папоротникообразных.
7. Цикл развития цветковых растений.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Ботаника /Под ред. проф. Л.В.Кудряшова. Т. 1. - М.: Просвещение, 1966.
2. *Васильев А.Е., Воронин И.С., Еленевский А.Г.* Ботаника: Морфология и анатомия растений. М.: Просвещение, 1974.
3. *Рейвн П, Эверт Р, Айкхари С.* Современная ботаника. Т. 1-2 М.: Мир, 1990.
4. *Эсау К.* Анатомия растений. Т. 1-2. М.: Мир, 1980.

Дополнительная

5. Биологический энциклопедический словарь. М.: Российская энциклопедия, 1998.
6. *Грин Н, Стаут У, Тейлор Д.* Биология. - В 3-х т. - М.: Мир, 1990.
7. Жизнь растений. - В 6 т. - М.: Просвещение, 1974.
8. *Кемп П.Арс.* Введение в биологию. - М.: Мир, 1986.
9. *Протасов В.Ф., Молчанов А.В.* Экология, здоровье и природопользование в России. М.: Финансы и статистика, 1995.
10. Экологические очерки о природе и человеке / Под ред. Б. Гржимека. М.: Прогресс, 1988.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По курсу (спецкурсу): **БОТАНИКА: МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ**

Специальность: биология

Курс : 2

Лекций : 8

Лабораторных занятий: 4

Отчетность: ЭКЗАМЕН (ПИСЬМЕННО).

1999/2000 учебный год

ЦЕЛИ

Дать студентам-биологам основные понятия по морфологии и анатомии растений в соответствии с современными научными данными.

ЗАДАЧИ ИЗУЧАЕМОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Ознакомление с основными элементами, составляющими тело растения: клеткой и ее компонентами, тканями и вегетативными органами - стеблями, корнями, листьями.
2. Изучение изменений в строении органов растений, зависящих от внешних условий.
3. Приобретение навыков в приготовлении препаратов, проведении реакции, выполнении детальных рисунков и схем.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Курс «Ботаника» состоит из четырех разделов: 1. Морфология и анатомия растений; 2. Низшие растения; 3. Высшие растения; 4. Основы геоботаники, которые изучаются последовательно в четырех семестрах II и III курсов.

Для студентов дистанционного обучения по морфологии и анатомии растений читаются лекции и проводятся лабораторные занятия во время экзаменационной сессии. Самостоятельное до сессии изучение теоретической части курса, а также ознакомление с задачами и программой, дает возможность значительно полнее использовать время сессии. На занятия по курсу морфологии и анатомии растений во время сессии студентам - дистанционного обучения отводится значительно меньше времени, чем студентам дневного отделения, в расчете на их предварительную, самостоятельную работу по программам теоретического и практического курсов

Задача настоящего учебного пособия заключается в том, чтобы облегчить студенту дистанционного обучения самостоятельное изучение курса. Для более удобного ознакомления с основами морфологии и анатомии растений прилагается программа теоретического курса.

Одни разделы программы могут быть выделены, и их можно проработать, не придерживаясь строгой последовательности программы; другие же обязательно требуют определенной последовательности проработки. В разделе «Клетка» некоторые части (например, деление ядра) могут быть совершенно обособлены, и время ознакомления с ними сравнительно мало повлияет на уровень усвоения других разделов курса. Раздел «Растительные ткани» необходимо проработать до раздела «Строение вегетативных органов», а последовательность изучения последнего по существу безразлична. С методической точки зрения наиболее важно внимательно проработать раздел растительных тканей. После него можно переходить к рассмотрению строения органов, так как разобраться в многообразии строения растений можно только после того, как хорошо изучены наиболее типичные структуры клетки и тканей, встречающихся в

растениях. При изучении каждого раздела необходимо обратить внимание на схему, предлагаемую в начале каждой темы, а также на вопросы, выделенные и обозначенные в тексте особыми значками.

Контрольные вопросы, приводимые в учебном пособии, не совсем дублируют программу, поэтому далеко не везде сохранена форма вопроса и многие пункты представляют собой как бы разъяснение или дополнения отдельных разделов программы, давая студенту возможность обратить внимание на важные, но не всегда подчеркнутые в программе положения. Этим объясняется неравномерное распределение вопросов по разделам программы. Поэтому вопросом следует пользоваться только одновременно с программой. Небольшое количество часов отводится для проведения лабораторных занятий. После прохождения практических занятий студент должен уметь приготовить препарат, провести нужные реакции, зарисовать схему или детальный рисунок, определить морфологическое или анатомическое строение отдельных органов растений. Кроме того, студент сдает альбом рисунков по практикуму и отвечает на ряд вопросов по темам занятий, после чего студент допускается к сдаче экзамена.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Составлена на основании программы курса «Ботаника»
для государственных университетов

№	Программа курса.	Кол-во лек. час.	Кол-во прак.-лаб. час.	Основное содержание темы
1.	Введение. Клетка.	2	-	Общая характеристика морфологии и анатомии растений. Современные взгляды на строение клетки растения, ее отличия от клетки животного. Сравнительная характеристика прокариот и эукариот.
2.	Растительные ткани.	2	-	Общая характеристика растительных тканей их типы, принципы классификации, строение, расположение, онтогенез.
3.	Строение вегетативных органов растений.			Морфологическое строение корня. Первичное и вторичное строение корня однодольных и двудольных растений.
3.1	Корень.	2	2	Макроскопическая морфология листа. Онтогенез листа.
3.2	Лист.			Микроскопическое строение обыкновенного зеленого листа и хвоинки сосны. Морфологическое строение побега. Первичное строение стебля травянистых растений. Вторичное строение стебля древесных растений.
3.3	Побег и стебель.	2	2	Стеллярная теория.
	Итого.	8	4	

Литература

1. Биологический энциклопедический словарь. М.: Российская энциклопедия, 1998.
2. Васильев А.Е, Воронин И.С, Еленевский А.Г. Ботаника: Морфология и анатомия растений. М.: Просвещение, 1974.
3. Горынина Т.К. Экология растений. М: Высшая школа, 1979.
4. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. В 3 т. М.: Мир, 1990.
5. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев, 1990.
6. Жизнь растений. В 6 т. М.: Просвещение, 1974.
7. Кемп П. Армс Введение в биологию. М.: Мир, 1986.
8. Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России. М.: Финансы и статистика, 1995.
9. Петерман И, Чирнер В. Интересна ли ботаника. М.: Мир, 1979.
10. Рейвн П, Эверт Р., Айкхари С. Современная ботаника. Т. 1-2. М.: Мир, 1990.
11. Эсау К. Анатомия растений. Т. 1-2. М.: Мир, 1980.
12. Экологические очерки о природе и человеке. / Под ред. Б. Гржимека. М.: Прогресс, 1988.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Общие закономерности строения и развития растений.
2. Симметрия, полярность.
3. Аналогичные и гомологичные органы у растений.
4. Строение зародыша, развитие и строение проростка.
5. Влияние внешних условий на формирование анатомической структуры листа.
6. Метаморфозы вегетативных органов и их биологическое значение.
7. Размножение у растений (бесполое и половое).
8. Чередование поколений.
9. Жизненный цикл у мохообразных, папоротникообразных, семенных растений. Сходство и отличие.
10. Жизненный цикл цветковых растений.
11. Строение и функции цветка.
12. Двойное оплодотворение у покрытосеменных.
13. Фазы митоза.
14. Фазы мейоза. Профаза и ее особенности.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВАРИАНТЫ ДЛЯ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ

ВАРИАНТ 1.

1. Субмикроскопическое строение растительной клетки.
2. Чередование поколений у типа мохообразных.

ВАРИАНТ 2.

1. Общая характеристика растительных тканей.
2. Морфологическое строение листа.

ВАРИАНТ 3.

1. Сравнительная характеристика прокариот и эукариот.
2. Морфологическое расчленение побега.

ВАРИАНТ 4.

1. Первичное и вторичное строение корня высших растений.
2. Метаморфозы побега и их биологическое значение.

ВАРИАНТ 5.

1. Первичное строение стебля травянистых растений.
2. Макроскопическое строение корня.

ВАРИАНТ 6.

1. Вторичное строение стебля древесных двудольных растений.
2. Бесполое размножение у растений.

ВАРИАНТ 7.

1. Стелярная теория.
2. Типы полового размножения у растений.

ВАРИАНТ 8.

1. Анатомическое строение обыкновенного зеленого листа.
2. Жизненный цикл папоротникообразных.

ВАРИАНТ 9.

1. Строение и функции проводящих тканей.
2. Жизненный цикл цветковых растений.

ВАРИАНТ 10.

1. Основные положения клеточной теории.
2. Метаморфозы листа и их биологическое значение.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Автотроф (греч. *autos* - сам.+ *trophos* -питающий) - организм, способный синтезировать необходимые ему питательные вещества из неорганических веществ окружающей среды.

Адаптация (лат. *adaptare* - приспособливаться) - особенность структуры, физиологии или поведения организма, способствующая его приспособлению к условиям обитания.

Азотфиксирующие бактерии - почвенные бактерии, превращающие атмосферный азот в соединения азота.

Актиноморфный цветок(греч. *aktis* -луч света+ *morphe* - форма) - цветок, который может быть разделен на две симметричные половины более чем одной продольной плоскостью.

Амилопласт-лейкопласт(бесцветная пластида), образующий зерна крахмала.

Аналогичный (греч. *analogos*- подобный) – сходный по функции, но различный по происхождению в эволюции; например, филлодии австралийских акаций и листья дуба.

Анафаза (греч. *ana* – прочь+ *phasis* -состояние) - стадия митоза, на которой хроматиды каждой хромосомы разделяются и движутся к противоположным полюсам; стадии расхождения хроматид или гомологичных хромосом во время мейоза.

Анаэробный (греч. *an* -без+*aer* -воздух+*bios* -жизнь) - способный происходить или жить без кислорода; облигатные анаэробы в присутствии кислорода погибают.

Андроцей (греч.*andros* –мужчина+*oikos* -дом) - у цветковых растений совокупность тычинок; у облиственных почечников-трубчатая оболочка, окружающая антеридий.

Антиподы - три (иногда более)клетки зародышевого мешка, расположенные на его конце, противоположном микропиле.

Антоциан (греч. *anthos*- цветок+*kyanos* - темно-голубой) водорастворимый синий или красный пигмент клеточного сока.

Апомиксис (греч.*apo* – отдельно, без +*mixis* - смешение) - воспроизводство без мейоза или сингамии; вегетативное размножение.

Апопласт (греч.*apo* – без+*plastos* -вылепленный) - непрерывная структура, образуемая клеточными оболочками растения или его органа. Движение веществ по клеточным оболочкам носит название апопластного транспорта.

Архегоний - многоклеточный орган, в котором образуется одиночная яйцеклетка.

Аэробный (греч. *aer* - воздух + *bios* - жизнь) - нуждающийся в свободном кислороде.

Бесполое размножение - любой вид размножения, не включающий слияние гамет, например, деление или почкование.

Бинарная номенклатура - введенное еще К.Линнеем правило обозначения научного названия видов растений, заключающееся в том, что наименование каждого вида состоит из двух слов, из которых первое обозначает род, а первое и второе вместе составляют название вида. Первое - всегда имя существительное, второе – имя прилагательное.

Биотехнология – практическое применение достижений в области эндокринологии и биохимии ДНК для управления наследственностью растений

Вакуоль (лат. *vaccus* - пустой) - окруженное мембранной пространным в цитоплазме, заполненное водянистой жидкостью, клеточным соком.

Вегетативное размножение – размножение семенных растений без помощи семян; у других групп организмов - размножение с помощью вегетативных спор или путем деления тела.

Веламен (лат. *velumen* - руно) - многослойная эпидерма, покрывающая воздушные корни некоторых орхидных и ароидных. Иногда встречается и на подземных корнях.

Венчик – совокупность лепестков.

Веретеновидная инициаль – удлиненная в вертикальном направлении клетка камбия, из которой развиваются клетки осевой системы во вторичных ксилеме и флоэме.

Вид - основная таксономическая единица, объединяющая сходные между собой, способные к скрещиванию друг с другом организмы.

Влагалище - основание листа, охватывающее стебель, например, у злаков.

Волокно - удлиненная, скошенная на концах, обычно толстостенная склеренхимная клетка сосудистых растений. Стенка волокна может быть лигнифицирована, а его протопласт после созревания может отмирать.

Вторичная оболочка - внутренний слой клеточной оболочки, формирующийся у некоторых клеток после завершения их удлинения. В.о. имеет высокоупорядоченную микрофибрилярную структуру.

Вторичное тело растения – часть растения, образуемая камбием и феллогеном. Состоит из вторичных ксилемы и флоэмы, а также перидермы.

Вторичный рост – рост растения за счет вторичных, или латеральных, меристем, т.е. камбия и феллогена. В результате В.Р. растение увеличивается в объёме, за счет первичного роста в длину.

Габитус (лат. *Habitus* – состояние, характер) - характерная форма, внешний вид организма.

Гамета (греч. *gamete* - жена) – гаплоидная репродуктивная клетка. Г. сливаются попарно, образуя диплоидную зиготу.

Гаметофит – гаплоидная (n) гаметообразующая фаза у организмов, имеющих чередование поколений.

Гаплоид (греч. *haploos* - единственный) - организм, имеющий одиночный набор хромосом (n) в противоположность диплоидному (2n).

Гелитропизм (греч. helios - солнце) – способность листьев и цветков многих растений двигаться в течение дня таким образом, чтобы располагаться либо перпендикулярно, либо параллельно падающим солнечным лучам.

Генеративная клетка – у многих голосеменных клетка мужского гаметофита, делящаяся с образованием стерильной и спермагенной клеток; у покрытосеменных- клетка мужского гаметофита, образующая при делении два спермия.

Гетерогамия (греч. heteros + gamos - союз или размножение)- половой процесс, включающий слияние гамет, различающихся по внешнему виду или поведению.

Гинецей (греч. gune – женщина + oikos - дом) совокупность плодолистиков в цветке.

Гиподерма (греч. hupo + derma - кожа)- один или несколько слоев клеток, расположенных под эпидермой и отличающихся от лежащих глубже клеток коры или мезофилла.

Годичное кольцо- слой прироста древесины за один год.

Гомология (греч. homologia - согласие)- общность происхождения в филогенезе при возможных различиях современной структуры и функции.

Грана – структура внутри хлоропласта. Г. содержит хлорофилл и каротиноиды и является местом протекания световых реакций фотосинтеза.

Губчатая паренхима – ткань листа, состоящая из разделенных крупными межклетниками клеток с хлоропластами.

Двойное оплодотворение – слияние яйцеклетки и спермия с образованием зиготы (2n) и одновременное слияние другой мужской гаметы и полярных ядер с образованием первичного ядра эндосперма (3n); характерная особенность всех покрытосеменных.

Двудольные - один из двух классов покрытосемянных. Д. характеризуются наличием двух семядолей, сетчатым жилкованием листьев, обычно четырех - или пятичленными цветками.

Двудомные - однополые растения, у которых мужские и женские половые клетки развиваются на разных особях.

Диплоидный - имеющий двойной набор хромосом (2n), характерный для спорофитного поколения.

Древесина - вторичная ксилема.

Жизненный цикл- полная последовательность фаз роста и развития организма от зиготы до образования гамет.

Жилка - проводящий пучок, часть «каркаса» из опорных и проводящих тканей в листьях и других уплощенных органах.

Заболонь – наружная часть древесины ствола, обычно отличающаяся от ядровой древесины более светлой окраской; по ней осуществляется активный транспорт воды.

Закрытый пучок – сосудистый пучок, в котором не развивается камбий.

Замыкающие клетки – пара специализированных эпидермальных клеток, окружающих устьичную щель. Изменение в тургоре З.К. приводит к открыванию или замыканию этой щели.

Зародышевый мешок – женский гаметофит покрытосеменных растений. Обычно включает восемь или семь клеток; яйцеклутку, две синергиды, три антиподы и одну или две центральные клетки. Если центральная клетка одна, у нее два ядра, а у остальных по одному.

Зигоморфный цветок – (греч. *zygo* – пара + *morphe* -форма) – цветок, который может быть разделен на две симметричные половины только одной плоскостью, проходящей через его ось.

Зигоспора – толстостенная, устойчивая к внешним воздействиям спора, развивающаяся из зиготы, образующаяся при слиянии гамет.

Зигота (греч. *zygotos* –соединенный вместе)-диплоидная ($2n$)клетка, образующаяся при слиянии мужской и женской гамет.

Изогамия – тип полового размножения, при котором гаметы или гаметангии сходны по размеру.

Инициаль – клетка, остающаяся в составе меристемы постоянно и дающая в результате деления новые клетки тела растения; меристематическая клетка, дифференцирующаяся в конечном итоге в зрелую, более специализированную клетку.

Интегумент – наружный слой или слои клеток, покрывающие нуцеллус семязачатка; развивается в семенную кожуру.

Интеркалярный (лат. *intercalare* - вставлять)- определение меристематической ткани или роста, не сосредоточенных в апексе органа, например, рост в области узла.

Интерфаза – период между двумя мейотическими или митотическими циклами. Во время И. происходит рост клетки и удвоение ДНК.

Камбиальная зона – зона тонкостенных недифференцированных меристематических клеток между вторичными ксилемой и флоэмой; состоит из камбиальных инициалей и их ближайших производных.

Каротиноиды – класс жирорастворимых пигментов, включающих желтые или оранжевые каротины и желтые ксантофиллы; содержатся в хлоропластах и хромопластах растений; выполняют функции вспомогательных пигментов при фотосинтезе.

Кладодий (греч. *klados* - побег)- ветвь, напоминающая по форме лист.

Конъюгация – форма полового процесса, заключающаяся в слиянии протопластов двух равноценных клеток, не имеющих морфологической дифференцировки на мужские и женские половые элементы.

Ксилема (греч. *xylon* - древесина)- проводящая ткань, по которой осуществляется транспорт воды и минеральных веществ в растении; характеризуется наличием трахеальных элементов.

Кутикула – восковой или жировой слой на поверхностной стенке эпидермальных клеток, образованный кутином или воском.

Ламелла (лат. *lamella* – тонкая металлическая пластинка) – слой клеточных мембран, содержащих хлорофилл и участвующих в фотосинтезе.

Латеральные меристемы – меристемы, из которых развиваются вторичные ткани; камбий и феллоген.

Лейкопласт (греч. *leuko* – белый + *plasein* – образовывать)– бесцветная пластида, лишенная пигментов.

Лигнин – один из важнейших компонентов вторичных клеточных оболочек сосудистых растений. После целлюлозы наиболее распространенный растительный полимер. Л. обуславливает прочность, твердость химическую устойчивость вторичных клеточных оболочек тканей механического и проводящего назначения.

Лист – один из основных вегетативных органов высших растений; выполняет функции фотосинтеза и транспирации и является боковым органом с ограниченным ростом. Типичный лист состоит из пластинки, черешка и прилистников. Различают черешковые, сидячие, верховые, срединные, низовые, простые, сложные и др. листья.

Луб – комплекс тканей вторичного происхождения, образуемых деятельностью камбия к периферии органа. Включает в себя живые прозенхимные проводящие элементы флоэмы, клетки флоэмной паренхимы, а также элементы твердого луба- лубяные волокна и лубяные склереиды. Жизнедеятельные элементы Л. (флоэма) выполняют функцию транспорта органических веществ по растению (ситовидные трубки и клетки спутницы), ассимиляции и запасаания (флоэмная паренхима). Элементы твердого луба выполняют преимущественно арматурную и опорную функции.

Лучевые инициали – группы клеток в слое камбия, ежегодно образующиеся для формирования рядов клеток сердцевинных (радиальных) лучей.

Маргинальная меристема - меристема, расположенная по краю листового примордия и формирующая листовую пластинку.

Междоузлие - участок стебля между соседними узлами.

Межпучковый камбий – камбий, развивающийся в межпучковой паренхиме между проводящими пучками.

Мейоз (греч. *meioun* - уменьшать)– два последовательных ядерных деления, в ходе которых число хромосом уменьшается с диплоидного ($2n$) до гаплоидного (n). В результате образуются гаметы или споры (у организмов с чередованием поколений).

Метафаза - стадия митоза или мейоза, во время которой хромосомы расположены в экваториальной плоскости веретена.

Митоз (греч. *mitos* - нить) – процесс, в ходе которого удвоенные хромосомы разделяются продольно, а затем дочерние хромосомы расходятся; образуя два генетически идентичных ядра. Обычно завершается цитокинезом.

Нуцеллус (лат. *nucella* - орешек) – ткань, образующая основную массу молодого семязачатка, в которой развивается зародышевый мешок.

Однодомные - растения, у которых тычинки и пестики развиваются в разных цветках одного организма.

Окаймленная пора – пора, над мембраной которой вторичная оболочка образует куполообразное возвышение.

Онтогенез (греч. *on* – существо + *genesis* - происхождение) - жизненный цикл, или индивидуальное развитие, организма или его частей.

Оогоний – одноклеточный женский половой орган, содержащий одну или несколько яйцеклеток.

Оплодотворение – слияние ядер двух гамет с образованием диплоидной зиготы.

Опорные корни – придаточные корни, отходящие от стебля выше уровня почвы и способствующие закреплению растения.

Открытый проводящий пучок – пучок, в котором после завершения формирования первичных проводящих элементов образуется камбий.

Охрана растений – комплекс международных, государственных и региональных административно-хозяйственных и общественных мероприятий, направленных на сохранение популяционно-видового состава и поддержание численности видов растений на уровне, обеспечивающем их существование.

Первичная кора – область основной ткани стебля или корня, ограниченная снаружи эпидермой, а изнутри проводящей системой. Образована первичной тканью.

Перидерма (греч. *peri* + *derma* -кожа) – наружная защитная ткань из пробки, пробкового камбия и феллодермы, защищающая эпидерму по мере ее разрушения в период вторичного роста.

Перисперм (греч. *peri* + *sperma* -семя) - запасающая ткань в семенах некоторых цветковых, образующаяся из нуцеллуса.

Перицикл (греч. *peri* + *kuklos* - круг) - ткань, ограниченная снаружи эпидермой, а изнутри флоэмой. Характерна для корней.

Плод – у покровосеменных зрелая завязь или группа завязей с семенами. Может включать и сростающиеся с ней по мере созревания части цветка.

Пневматофоры (греч. *pneuma* – дыхание + *phoros* - несущий) – выросты корневой системы некоторых деревьев, растущих в болотистых местообитаниях, обладающие отрицательным геотропизмом. Выступают из воды вертикально вверх и, возможно, обеспечивают нормальную аэрацию.

Поздняя древесина – древесина, нарастающая в конце вегетационного периода. Отличается от ранней более мелкими клетками и большей плотностью.

Половое размножение – слияние гамет с последующим мейозом и рекомбинацией в определенный момент жизненного цикла.

Поясок Каспари (Роберт Каспари – немецкий ботаник) – лентовидная зона первичной клеточной оболочки, содержащая суберин и лигнин. Проходит по радиальным и поперечным (антиклинальным) стенкам эндодермальных клеток в корнях.

Прилистники – выросты по обеим сторонам основания листа, часто листовидные; иногда охватывают стебель. Встречаются у многих цветковых растений.

Пробковый камбий – латеральная меристема, образующая перидерму. Откладывает наружу пробку, а внутрь – феллодерму.

Прокамбий (греч. *pro* + *cambiare* - обменивать) – первичная меристема, из которой развиваются первичные проводящие ткани.

Пропускные клетки – эндодермальные клетки корня, сохраняющие тонкие оболочки и пояски Каспари, в то время как другие эндодермальные клетки развивают толстые вторичные оболочки.

Профаза (греч. *pro* + *phasis* - форма) – ранняя стадия ядерного деления, во время которой хромосомы укорачиваются, утолщаются и перемещаются к метафазной пластинке.

Рафиды (греч. *rhapis* - игла) – острые, тонкие, игловидные кристаллы оксалата кальция, образующиеся в клеточных вакуолях многих растений.

Рахис (греч. *rachis* - позвоночник) – главная ось колоса; ось вайи, от которой отходят листочки; у сложных листьев продолжение черешка, соответствующее средней жилке цельного листа.

Реактивная древесина – аномальная древесина, развивающаяся в наклоненных стволах и сучьях.

Семя – структура, образующаяся при созревании семязачатка после оплодотворения.

Семязачаток – структура у семенных растений, содержащая гаметофит с яйцеклеткой, окруженный нуцеллусом и одним или двумя интегументами. Созревая, превращается в семя.

Симбиоз (греч. *sym* + *bios* - жизнь) – существование двух и более организмов разных видов в тесной функциональной взаимосвязи. Осуществляется в форме паразитизма, когда связь вредна одному из организмов, или в форме мутуализма, когда связь благоприятна для всех участников С.

Симпласт (греч. *sym* + *plastos* - вылепленный) – совокупность взаимосвязанных протопластов и их плазмодесм. Передвижение веществ по С. называется симпластным транспортом.

Сингамия (греч. *syn* + *gamos* - брак) – процесс слияния двух гаплоидных клеток с образованием диплоидной зиготы. Синоним – *оплодотворение*.

Синергиды – две короткоживущие клетки, примыкающие к яйцеклетке в зрелом зародышевом мешке цветковых растений.

Соматические клетки (греч. *soma* – тело) – все клетки тела, за исключением тех, из которых развиваются гаметы, и самих гамет.

Сосуды – трубчатые элементы ксилемы, состоящие из расположенных встык и связанных между собой перфорациями удлинённых клеток (члеников сосудов). Функция С. состоит в проведении воды и минеральных веществ по телу растения. Имеются почти у всех покрытосеменных и у некоторых других сосудистых растений, например гнетовых.

Спорангий (греч. *spora* – семя + *angeion* - сосуд) – одноклеточная или многоклеточная полая структура, в которой образуются споры.

Спорофит – диплоидная (2n) спорообразующая фаза в жизненном цикле организмов с чередованием поколений.

Суберин (лат. *suber* – пробковый дуб) – жироподобное вещество, откладывающееся в клеточных оболочках пробковой ткани и в поясах Каспари эндодермы.

Телофаза – заключительная фаза митоза и мейоза, во время которой из хромосом формируются два новых ядра.

Тонопласт (греч. *tonos* + натяжение + *plastos* - сформированный) – цитоплазматическая мембрана, окружающая вакуоль растительной клетки.

Трахеида – удлиненная, заостренная на концах, толстостенная проводящая и опорная клетка ксилемы с порами в оболочке. Стенки Т. пористые, но в отличие от члеников сосуда лишены перфораций. Т. имеются почти у всех сосудистых растений.

Тропизм (греч. *trope* - поворот) – двигательный ответ на внешний раздражитель, при котором направление движения обычно задается направлением воздействия раздражителя.

Туники – корпуса теория – теория организации апикальной меристемы побега большинства покрытосеменных и некоторых голосеменных, согласно которой эта меристема состоит из одного или нескольких периферических слоев клеток (туники) и внутренней части (корпуса). Туника обеспечивает рост поверхности меристемы (за счет антиклинальных делений), а корпус – увеличение ее объема (за счет делений клеток в различных плоскостях).

Тургорное давление (лат. *turgor* - набухание) – давление внутри клетки, возникающее за счет поступления в нее воды.

Усик – лист или часть листа или стебля, видоизмененные в тонкую спиралевидную структуру и служащие для прикрепления стебля. Встречаются только у некоторых покрытосеменных.

Устьице – микроскопическое отверстие в эпидерме листьев и стеблей, окаймленное замыкающими клетками и предназначенное для газообмена. Устьичным аппаратом называют У. с замыкающими клетками.

Феллоген – см. *пробковый камбий*.

Феллодерма (греч. *phellos* – пробка + *derma* - кожа) – внутренняя часть перидермы. Откладывается пробковым камбием внутрь от него, т. е. в направлении, противоположном пробке.

Филлодий – уплощенный и расширенный черешок или стебель; у некоторых сосудистых растений заменяет как фотосинтезирующий орган листовую пластинку.

Флоэма (греч. *phloos* - кора) – проводящая органические вещества ткань сосудистых растений, состоящая из ситовидных элементов, различного рода паренхимных клеток, волокон и склереид.

Фотопериодизм – реакция на длину дня и ночи, позволяющая организму различать времена года.

Фототропизм (греч. *photos* + *trope* - поворот) – рост, поворот или изгиб в направлении, определяемом расположением источника света.

Фукоксантин (греч. *phukos* – водоросль + *xanthos* - желтовато - бурый) – буроватый каротиноид бурых водорослей и хризофитов.

Хлорофилл (греч. chloros + phyllon - лист) – зеленый пигмент растительных клеток; рецептор световой энергии при фотосинтезе. Имеется также у водорослей и фотосинтезирующих бактерий.

Ходульные корни – одна из разновидностей *опорных корней*.

Хромопласт – пластида, содержащая не хлорофилл, а другие пигменты, обычно желтые и оранжевые каротиноиды.

Хромосома (греч. chroma + soma - тело) – ядерная структура, содержащая гены. Х. эукариот хорошо заметны только во время митоза или мейоза в виде нитей или палочек хроматина, а в остальное время заключены в ядро. Бактериальные Х. представляют собой кольцевые молекулы ДНК.

Цветок – репродуктивная структура покрытосеменных. Полный Ц. состоит из чашечки, венчика, андроеца (тычинок) и гинецея (плодолистиков). Каждый Ц. содержит хотя бы одну тычинку или один плодолистик.

Центральные материнские клетки – относительно крупные вакуолизованные клетки, лежащие под поверхностью апикальной меристемы побега.

Циклоз (греч. küklosis – движение по кругу) – ток цитоплазмы по клетке.

Цитоплазма – жидкое вещество клетки, за исключением ядра.

Чередование поколений – репродуктивный цикл с гаплоидной (n) фазой, гаметофитом, производящим гаметы, которые, попарно сливаясь, дают начало диплоидной фазе (2n), спорофиту. В спорофите за счет мейотического деления образуются споры (n), из них снова развивается гаметофит, и цикл, таким образом, завершается.

Черешок – ножка, к которой прикреплена листовая пластинка.

Чечевички – губчатые участки в опробковевших покровах стеблей, корней и других частей сосудистых растений, служащие для газообмена между внутренними тканями и атмосферой через перидерму.

Членик ситовидной трубки – одна из клеток, составляющих ситовидную трубку. Имеется главным образом у цветковых растений и обычно связан с клеткой – спутником.

Членик сосуда – одна из клеток, составляющих сосуд.

Эволюция – образование более сложных форм живого из более простых предковых форм. Согласно учению Дарвина, основным механизмом эволюции является естественный отбор.

Эвстела (греч. eu – хороший + stela - столб) – стела, в которой первичные проводящие ткани расположены отдельными пучками вокруг сердцевины. Типична для голосеменных и цветковых.

Экология – наука о взаимодействии организмов с физической средой и между собой.

Эмбриогенез – развитие зародыша.

Эндогенный (греч. endo + genos - род) – происходящие из тканей, расположенных в глубине; пример – боковые корни.

Эндодерма (греч. endo + derma - кожа) – слой клеток, охватывающий проводящий цилиндр в корнях и некоторых стеблях. На радиальных и попереч-

ных стенках клеток Э. находятся пояски Каспари. У семенных растений Э. – самый внутренний слой первичной коры.

Эндосперм (греч. *endo* + *sperma* - семя) – ткань, развивающаяся в результате слияния мужского ядра с полярными ядрами центральной клетки. Содержит запас питательных веществ и переваривается растущим спорофитом либо до, либо после созревания семени. Имеется только у покрытосеменных.

Эпикотиль – верхняя часть оси зародыша или проростка, расположенная выше семядолей и ниже ближайшего к ним листка.

Ядерная оболочка – двойная мембрана, окружающая клеточное ядро.

Ядро – (1) отделенная двойной мембраной специализированная часть эукариотической клетки, содержащая хромосомы; (2) центральная часть атома, содержащая протоны и нейтроны. Вокруг него находятся электроны.

Ядровая древесина – неживая, обычно темноокрашенная древесина, не проводящая воду. Окружена заболонью.

Яйцеклетка – неподвижная женская гамета, обычно более крупная, чем мужская гамета того же вида.

СОДЕРЖАНИЕ

Программа	3
Введение	5
Клетка	10
Растительные ткани	20
Корень	36
Побег	43
Лист	55
Метаморфозы вегетативных органов и их биологическое значение	64
Размножение у растений	69
Литература	78
Рабочая программа	79
Словарь терминов	84