

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Кафедра «Радиоз экология и экологическая безопасность»

Т.К. Хренова, М.А. Косовская, Н.В. Лямина

БИОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ЭКОЛОГИИ: ПРАКТИКУМ

Учебное пособие

для студентов очной и заочной форм обучения направления
подготовки: 05.03.06 «Экология и природопользование»
и 20.03.02 «Природообустройство и водопользование»



Севастополь

СевГУ

2019

УДК 573+574(076.5)

ББК 28.0+20.1я73

Х91

Р е ц е н з е н т:

Е.Н. Филонова - канд. биол. наук, доцент,
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Новосибирск, РФ

Хренова Т.К.

Х91 Биология с основами экологии: практикум для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки: 05.03.06 «Экология и природопользование» и 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» / Т.К. Хренова, М.А. Косовская, Н.В. Лямина. – Севастополь: СевГУ, 2019. – 218 с.

Настоящий практикум «Биология с основами экологии» закладывает целостное восприятие некоторых ключевых тем и понятий как биологической, так и экологической наук, занимающих важное место в ряде тематических дисциплин.

Практикум состоит из разделов, которые включают задания и руководство к выполнению практических работ, материал для самостоятельной работы студентов, которые позволяют расширить знания по теоретическому курсу и приобрести навыки экспериментальных исследований.

Практикум предназначен как для использования во время подготовки к практическим занятиям, так и во время лабораторных работ, а также для самостоятельной работы.

УДК 573+574(076.5)

ББК 28.0+20.1я73

Рекомендовано к изданию ученым советом Института ядерной энергии и промышленности ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», протокол № 4 от 19 ноября 2018 г.

© Хренова Т.К., Косовская М.А.,
Лямина Н.В., 2019

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Часть I. БОТАНИКА С ОСНОВАМИ ЭКОЛОГИИ.....	7
Тема 1. Биологическая систематика	7
Тема 2. Сравнительная характеристика прокариот и эукариот.....	19
Тема 3. Адаптация высших споровых растений к жизни на суше....	63
Тема 4. Жизненный цикл высших растений.....	79
Тема: 5. Растительные ткани.....	92
Тема 6. Морфология вегетативных органов растений.....	120
Тема 7. Морфология генеративных органов покрытосеменных.....	164
Тема 8. Методика проведения морфологического анализа растений	186
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ПО БОТАНИКЕ.....	192

ВВЕДЕНИЕ

В двадцать первом веке крайне обострились противоречия между непрерывно растущими потребностями человечества в жизнеобеспечении и способностью природы их удовлетворять. Значение биологии возрастает с каждым годом. Невозможно говорить о минимизации воздействия на окружающую среду без понимания процессов, проходящих в живых организмах. Изучение биологических вопросов играет огромную роль в системе экологического образования. Биология раскрывает закономерности возникновения и развития жизни как особого явления природы нашей планеты.

В пособии на современном научно-техническом уровне изложен материал, освещающий вопросы биологии с основами экологии. Предлагаемое учебное пособие закладывает целостное восприятие некоторых ключевых тем и понятий как биологической, так и экологической наук, занимающих важное место в ряде тематических дисциплин.

Пособие состоит из нескольких частей. Первая часть посвящена ботанике с основами экологии.

Пособие разделено на несколько смысловых разделов. Каждый раздел раскрывает отдельную тему. Для закрепления изучаемого теоретического материала проводятся практические и лабораторные работы, в которых рекомендуется выполнить определенные задания по теме занятия. В конце каждой изученной темы, приводятся вопросы для самоподготовки. Для удобства изучения материала приведен словарь терминов по ботанике.

В первом разделе рассматривается биологическая систематика, т.е. разработанные принципы классификации живых организмов и практическое приложение этих принципов к построению системы органического мира. Без сохранения биоразнообразия невозможно экологическое равновесие, а соответственно знание номенклатуры живых организмов особенно важно.

Второй раздел посвящен сравнительной характеристике прокариот и эукариот. В этом разделе рассмотрено практическое занятие, позволяющее не только закрепить и углубить теоретические знания, но и продолжить формирование представлений о двух уровнях клеточной организации – прокариотической и эукариотической; проанализировать структурно-функциональную организацию и выявить различия между Archaea, Bacteria и Eucaryota; определить вероятные пути эволюции живых организмов с возможным выходом на следующий интегративный уровень и построить модель эволюционного усложнения организмов

Третий раздел посвящен адаптации высших споровых растений к жизни на суше. Данная тема позволяет закрепить и углубить теоретические знания, продолжить формирование представлений об основных проблемах, которые возникли у растений при переходе к наземному существованию и путях их решения; доказать, что история эволюции растений связана с постепенно совершенствующимися адаптациями к жизни на суше.

Четвертая тема о жизненном цикле высших растений позволяет закрепить и углубить теоретические знания о чередовании поколений (смене бесполого и полового поколений) в жизненном цикле растений различных таксономических групп, определить его биологическое значение.

В пятой теме описываются растительные ткани, что позволит закрепить и углубить теоретические знания о строении и функциях растительных тканей у различных таксономических групп растений, определить биологическое значение дифференциации тканей.

Шестой раздел посвящен морфологии вегетативных органов растений, данная тема позволит закрепить и углубить теоретические знания о строении и функциях основных вегетативных органов растений; изучить: части и типы побегов, почкорасположение, типы ветвления; части листа, харак-

тер жилкования, формы листовых пластинок и сложных листьев; типы корневых систем; метаморфозы основных органов растений.

Седьмая тема рассматривает морфологию генеративных органов покрытосеменных. Практическое знакомство студентов со строением цветка, соцветий, плодов позволит усвоить приемы составления характеристик цветков с помощью формул и диаграмм, позволит продолжить формировать у студентов навык работы с натуральными объектами.

Последний раздел, восьмая тема, посвящен методике проведения морфологического анализа растений. Определить растение – это значит установить его принадлежность к таксономическим единицам – отделу, классу, семейству, роду, виду. Для того чтобы определить растение, сначала необходимо провести его морфологический анализ, т.е. ознакомиться со строением вегетативных и генеративных органов растений. Таким образом, изучив данную тему, у студентов сформируется навык работы с натуральными объектами.

Предлагаемое пособие может быть использовано студентами специальностей 05.03.06. «Экология и природопользование» и 20.03.06. «Природообустройство и водопользование» как для самостоятельного изучения материала, так при подготовке к текущим видам контроля по дисциплинам «Биология», «Экология», «Охрана окружающей среды», «Основы генетики и цитологии».

Часть I

БОТАНИКА С ОСНОВАМИ ЭКОЛОГИИ

Тема 1. Биологическая систематика

Биологическая систематика (от греч. *systema* – упорядочение) – наука о разнообразии живых организмов, закономерностях его возникновения и методах его описания. В задачи систематики входит разработка принципов классификации живых организмов и практическое приложение этих принципов к построению системы органического мира.

Проблема сохранения биологического разнообразия

Сегодня одной из практических экологических проблем является сохранение биоразнообразия решение которой невозможно без использования опыта, накопленного биологическими науками.

Биоразнообразие это разнообразие жизни во всех ее проявлениях. Под биологическим разнообразием понимают разнообразие видов растений, животных, микроорганизмов в экосистемах. Чем большее число живых организмов образуют экосистему, тем выше ее устойчивость к природным и антропогенным факторам.

Говоря о видовом разнообразии, до сих пор нет единого ответа на простой вопрос, а сколько видов живых организмов на Земле? В настоящее время существует несколько отличающихся цифровых значений от 3 до 100 миллионов.

По существующим оценкам (Global Biodiversity. Earth and living resources in the 21st century. Groombridge B., Jenkins M.D. Cambridge: World Conservation Monitoring Center. Hoechst foundation, 2000) на Земле в настоящее время насчитывается 14 миллионов видов.

В свою очередь специалисты крупнейшего проекта по изучению Мирового океана Census of Marine Life — «Перепись морской жизни» — счи-

тают, что количество видов значительно меньше. Камило Мора (Camilo Mora), сотрудник Гавайского университета (University of Hawaii), США, и университета Далхаузи (Dalhousie University), Канада, вместе с коллегами подсчитал количество видов на Земле, используя новую точную аналитическую методику. По данным опубликованным в журнале PLoS Biology в конце 2011 г. биологами было описано **1 244 360 биологических видов**, но это – лишь одна шестая часть их реального множества. Согласно данным математического моделирования, приблизительное число видов, обитающих на Земле в настоящее время, составляет 8 750 000 (Mora et al., 2011). Эта цифра основана на инновационной, проверенной аналитической методике, которая резко сужает диапазон предыдущих оценок (табл. 1.1).

Если рассматривать группы живых организмов по видовому разнообразию и по степени изученности, то наиболее многочисленной группой являются животные, а наиболее изученной – зеленые растения.

Таблица 1.1

Видовое разнообразие в различных группах организмов

Группа организмов	Число описанных видов	Предполагаемое число видов	Степень изученности
Многоклеточные животные	953434	7 770000	12 %
Зеленые растения	215644	298000	72 %
Настоящие грибы	43 271	611 000	7 %
Простейшие (гетеротрофы)	8118	36400	22 %
Хромисты	13033	27500	36 %
Прокариоты	10860	-	-
Всего биологических видов	1244 360	8742 900	

Для чего необходимо знать, сколько именно видов обитает на нашей планете? На этот вопрос достаточно полно отвечает д-р Мора, руководитель исследования. Он говорит, что вопрос о количестве видов на Земле

сейчас особенно важен, поскольку из-за деятельности человека все больше видов исчезает, так что многие могут исчезнуть еще до того, как люди о них узнают и смогут изучить, какую нишу они занимают в экосистеме и как функционируют. А также, какая польза от них может быть человеку. А когда количество существующих видов уже известно, можно хотя бы составить эффективный план их изучения.

По прогнозам специалистов из Вашингтонского института Карнеги (Carnegie Institution of Washington), через 90 лет на Земле останется менее пятой части растений и животных, которые сейчас водятся в тропических лесах. Под влиянием глобального потепления и обезлесения животным и растениям придется либо адаптироваться, либо перемещаться в другие районы, либо вымирать. Уже к 2100 году могут измениться две трети тропических лесов Центральной и Южной Америках и около 70 % джунглей в Африке. В одном лишь бассейне Амазонки изменение биоразнообразия будет наблюдаться на 80 % территорий региона.

Система классификации живых организмов

Приблизительное число видов, обитающих на Земле в настоящее время и вымерших, исчисляется миллионами. Для того чтобы упорядоченно описать каждый вид, их классифицируют либо по степени родства, либо по каким-либо морфологическим признакам, и объединяют в группы – таксоны (от греч. *taxis* – расположение). Изучением многообразия организмов, выявлением их сходства и различий, классификацией по группировкам (таксонам) разного ранга занимается наука *систематика*.

Классификация живых организмов (от лат. *classis* — разряд, класс и *facio* — делаю) - распределение всего множества живых организмов по определенной системе иерархически соподчинённых групп таксонов (классы, семейства, роды, виды и др.).

Любую классификацию следует считать языком профессионалов, который позволяет им без переводчика понимать друг друга.

Номенклатура (от лат. *nomen* – имя и *clarere* – называть) – система правил описания живых существ и присвоения им названий (наименование и описание этих групп).

Современные классификации живых организмов построены по иерархическому принципу. Различные уровни иерархии (ранги) имеют собственные названия (от высших к низшим): царство, тип или отдел, класс, отряд или порядок, семейство, род и, собственно, вид (табл. 1.2). Виды состоят уже из отдельных особей.

Таблица 1.2

**Иерархия биологической систематики восьми основных
таксономических рангов**

Таксоны животных	Таксоны растений
Домен (надцарство)	Домен (надцарство)
Царство	Царство
Тип	Отдел
Класс	Класс
Отряд	Порядок
Семейство	Семейство
Род	Род
Вид	Вид

Каждый таксон должен иметь определённый ранг, то есть относиться к какой-либо таксономической категории. Этот принцип построения системы получил название *Линнеевской иерархии*, по имени шведского натуралиста Карла Линнея (1707 – 1778), за систематическую единицу принят вид.

Принято, что любой конкретный организм должен последовательно принадлежать ко всем семи категориям. В сложных системах часто выделяют дополнительные категории, например, используя для этого приставки *над-* и *под-* (надкласс, подтип ит.п.) (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Таксономическое описание вида *Homo sapiens*

Домен:	Прокариоты, Эукариоты
Царство:	Простейшие, Хромисты, Грибы, Растения, Животные
Подцарство:	Одноклеточные, Многоклеточные
Типы:	Кишечнополостные, Плоские черви, Круглые черви, Кольчатые черви, Моллюски, Членистоногие, Иглокожие, Хордовые
Подтипы:	Оболочники (асцидия), Бесчерепные (ланцетник), Круглоротые (миноги), Позвоночные
Классы:	Костные рыбы, Хрящевые рыбы, Земноводные, Пресмыкающиеся, Птицы, Млекопитающие
Подклассы:	Однопроходные (яйцекладущие), Сумчатые, Планцентарные
Отряды:	Насекомоядные, Рукокрылые, Грызуны, Зайцеобразные, Хищные, Ластоногие, Китообразные, Парнокопытные, Непарнокопытные, Приматы
Подотряды:	Низшие обезьяны, Высшие обезьяны
Надсемейство	Широконосые обезьяны или обезьяны Нового Света, Узконосые обезьяны или обезьяны Старого Света
Семейства:	Мартышкообразные, Гиббоновые, Понгиды, Гоминиды
Род:	Люди (<i>Homo</i>)
Вид:	<i>Homo sapiens</i>

Для названия вида была предложена бинарная номенклатура, согласно которой каждый организм идентифицировался (назывался) по его роду и виду.

Названия рода, к которому относится данный вид; название рода представляет собой имя существительное в именительном падеже, записываемое курсивом с заглавной буквы.

Название вида, указывает на отличительную особенность данного вида в пределах рода и представляет собой имя прилагательное, которое записывается курсивом со строчной буквы.

В современной научной литературе, в отличие от учебной, дается указание на имя автора, который описал данный вид. Обычно ссылка на фамилию автора следует сразу же за названием. Например: *Tiliacordata* Mill., 1768 – автор вида Филип Миллер (англ. Philip Miller), вид описан в 1768 году

Необходимо отметить, что основы линееневской систематики сохранились до настоящего времени.

Единой классификации живых организмов в настоящее время нет. В табл. 1.4 рассмотрены примеры классификаций. Три последних можно отнести к общепринятым в настоящее время классификационным системам, однако, они все имеют определенные недостатки.

Таблица 1.4

Эволюция систем классификации

Геккель (1894)	Уиттекер (1969)	Вёзе (1977)	Вёзе (1990)	Кавалье-Смит (1998)
Три царства	Пять царств	Шесть Царств	Три домена	Два домена и семь царств
Животные	Животные	Животные	Эукариоты	Эукариоты Животные
Растения	Грибы	Грибы		Грибы
	Растения	Растения		Растения
	Протисты	Протисты		Хромисты
Протисты				Простейшие
	Монеры	Археи	Археи	Прокариоты Археи
		Бактерии	Бактерии	Бактерии

Исторически различают пять царств живых организмов: животные, растения, грибы, бактерии (или дробянки) и вирусы. С 1977 года добавлены царства протисты и археи, с 1998 года — хромисты. Понятие *надцарства*, или домена было предложено в 1990 году Карлом Вёзе, который ввел разделение всех биологических таксонов на три домена: 1) эукариоты; 2) бактерии; 3) археи.

В основу разделения всех биологических таксонов на три домена: 1) эукариоты; 2) бактерии; 3) археи была положена последовательность нуклеотидов в 16S и 18S р РНК, которая определена и изучена в настоящее время для 400 видов из разных царств живой природы. Оказалось, что по молекулярным данным все организмы делятся на три основные группы — археи (архебактерии), бактерии (эубактерии) и эукариоты. На основании этих данных Карл Вёзе построил филогенетическое древо (рис. 1.1). Сейчас эта концепция развивается, но полученных данных все еще слишком мало, чтобы установить естественную филогению и основанную на ней классификации живых организмов.

Филогения живых организмов

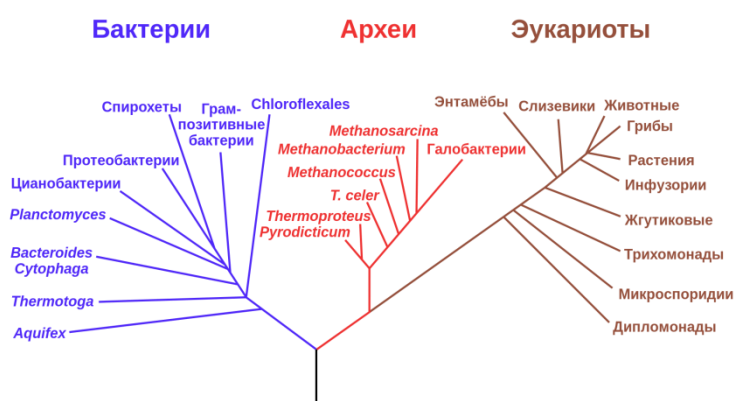


Рис. 1.1. Филогенетическое древо, построенное на основе анализа последовательностей генов рРНК, показывающее общее происхождение организмов всех трёх доменов: Бактерии, Археи, Эукариоты

С дальнейшим развитием молекулярной биологии стало очевидным, что царство протисты представляет собой искусственную таксономическую группу, выделенную по остаточным признакам. Поэтому учёный Т. Кавалье-Смит выдвинул новую схему систематики эукариот, согласно которой все ядерные подразделяются на одножгутиковых (амебозоиды, грибы и животные) и двужгутиковых (экскаваты, альвеолаты, хромисты, радиолярии, растения и водоросли). Перечисленные группы, по-видимому, следует рассматривать как отдельные царства.

В период 2005–2008 г. была создана *современная система органического мира*, работа над которой продолжается. У нее нет единого автора. Наибольший вклад в оформление современной системы сыграла международная группа под руководством председателя комитета по систематике и эволюции Международного протистологического общества С. Эдла (рис. 1.2).

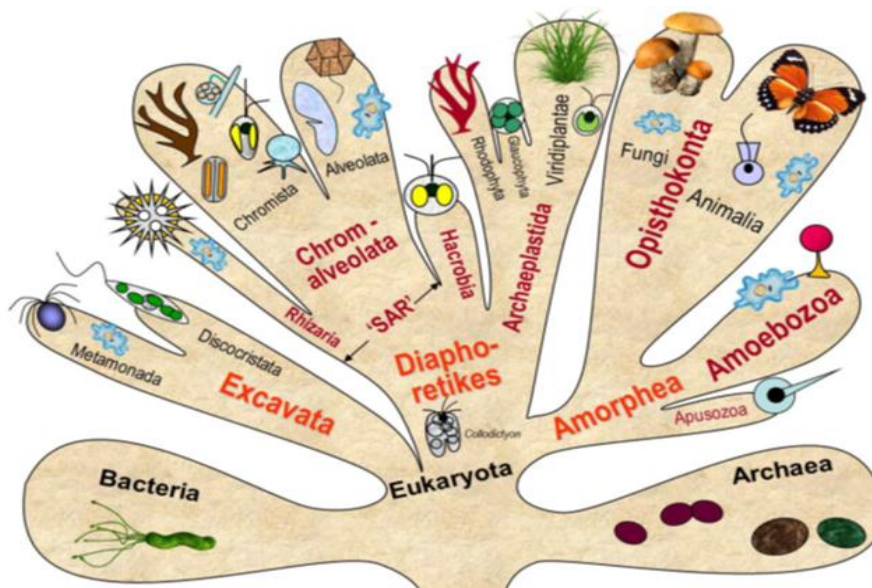


Рис. 1.2. Современная система органического мира
по С. Эдлу с соавт., 2012 г.

В общих чертах, современная классификация живых организмов имеет следующий вид. Клеточные организмы (Cellulata) делятся на три домена: Archaea (археи), Bacteria (бактерии) и Eucaryota (эукариоты или ядерные). Царства «типичных» растений, животных и грибов очистившись от засорявшего их груза неродственных форм, нашли в системе место, обусловленное не способом питания, а родством с другими группами. Основной акцент сделан на разнообразии эукариотов. Таксоны рассмотрены до уровня основных отделов/типов. Ранги таксонам присвоены в соответствии с установившейся системой иерархии.

В настоящее время уже даны общие характеристики доменам и определены их основные признаки. Однако при установлении филогенетического родства еще имеется больше вопросов, чем ответов. Например, доказано, что эукариоты, возникшие 1,5–2 млрд лет назад имеют монофилетическое происхождение, т.е. возникновение этого домена было единственным эволюционным актом, и все представители этой обширной группы – протисты, растения, грибы, животные – имеют общего предка. Однако на вопрос, каково происхождение этого предка, однозначный ответ до сих пор не получен. Сравнение структуры ДНК и организации генома у различных представителей прокариотов показало, что эукариоты значительно ближе к археям, нежели к бактериям. В то же время, утверждать, что эукариоты просто являются потомками архей, преждевременно. В структуре эукариотической клетки имеются некоторые черты, сближающие ее с бактериальной.

Таким образом, создание *естественной* системы классификации живых организмов на современном этапе развития науки недостижимо, с появлением новых возможностей будет проводиться более углубленное изучение уже известных групп организмов, изменяться их положение в системе классификации, что мы наблюдаем в современной систематике.

В настоящее время общепринятой классификации не существует, поскольку ученые еще не пришли к единому мнению по этому вопросу. В данном пособии при изучении многообразия живых организмов мы будем опираться на классификацию, которую предложил Томас Кавалье-Смит (1998) и Карл Вёзе (1990).

Система классификации живых организмов – единая иерархическая классификация, объединяющая все живые существа на основе специфического комплекса критериев.

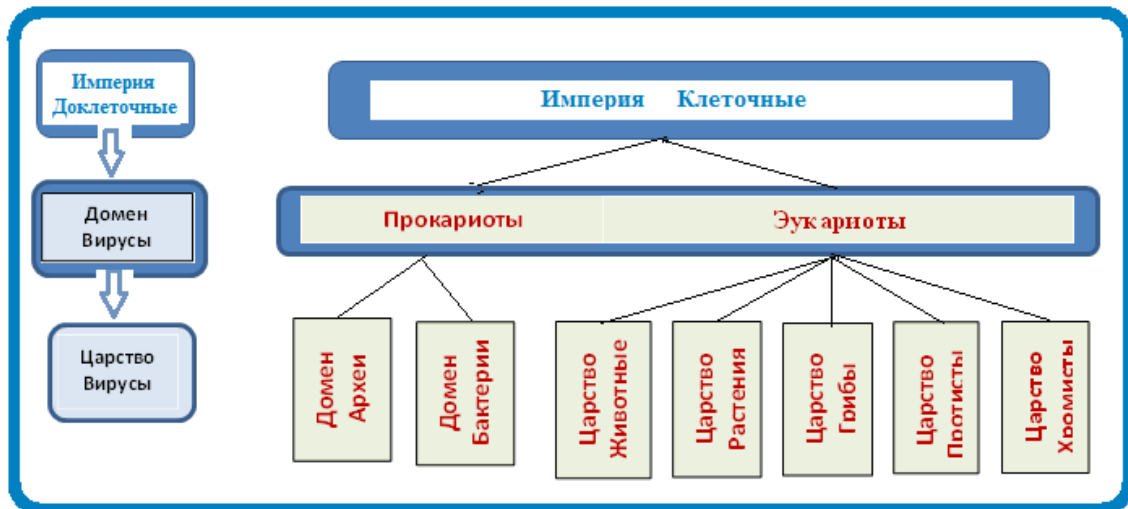


Рис. 1.3. Классификации живых организмов

Надцарство вирусы: царство вирусы. Вирусы являются неклеточными инфекционными организмами, которые могут существовать исключительно внутри живых клеток. Вирусы поражают не только животных и растения, но даже архей и бактерий. Существуют и вирусы, поражающие другие вирусы.

Надцарство прокариоты. Одноклеточные живые организмы, не обладающие оформленным клеточным ядром и другими внутренними мембранными органоидами. Для клеток прокариот характерно отсутствие ядерной оболочки, ДНК упакована без участия гистонов. Тип питания осмотротрофный и автотрофный. Единственная крупная кольцевая двухцепочечная молекула ДНК, в которой содержится основная часть генетического материала клетки, не образует комплекса с белками-гистонами. К прокариотам относятся бактерии, в том числе цианобактерии и археи.

Царство археи. Археи — это одноклеточные организмы, клетка которых лишена ядра и других мембранных элементов. Археи живут в различных средах. Одни виды переносят очень высокие, другие — очень низкие температуры. Архей встречаются в гейзерах, маслосборниках, сточных водах, болотах, в почве, в океанах и других средах. Археи вторично ис-

пользуют азот, углерод, серу. Для нормального существования экологической системы такие превращения необходимы. При этом археи могут способствовать и неблагоприятным изменениям, которые вызваны деятельностью человека, и даже могут вызвать загрязнение.

Царство бактерии. Бактерии представляют собой безъядерные микроорганизмы, как правило, одноклеточные. По форме клеток бактерии могут быть круглыми (кокки), витыми (спирохеты, вибрионы), палочковидными (бациллы), реже встречаются кубические, С-образные, О-образные, звездчатые, тетраэдрические бактерии.

Надцарство эукариоты. К этой группе относятся организмы (одноклеточные и многоклеточные), чьи клетки имеют ядра. Ученые полагают, что все столь непохожие друг на друга организмы, отнесенные к этому таксону, имеют общее происхождение.

Царство животные. Ученые выделяют несколько общих признаков живых существ, отнесенных к этому таксону. Во-первых, они питаются (прямо или косвенно) другими живыми организмами (делятся на плотоядных, растениеядных, всеядных, паразитов). Во-вторых, способны активно передвигаться. Царство животных составляют млекопитающие, рыбы, птицы, пауки, моллюски, насекомые, черви и другие живые организмы. Человек тоже относится к этому таксону, но в соответствии с научной традицией его рассматривают отдельно.

Царство растения. Данное царство включает цветковые и голосеменные растения, хвощи, мхи, папоротники, плауны, некоторые водоросли. Основные признаки растений:

- наличие плотных целлюлозных оболочек клеток;
- клетки имеют хлоропласты, которые содержат специальный пигмент хлорофилл, благодаря чему возможен фотосинтез;
- тип питания голофитный;
- как правило, ведут прикрепленный образ жизни;

- запас веществ накапливается в клетках в виде крахмала;
- на протяжении всей жизни растут.

Царство грибы. Представители этого царства имеют признаки и растений, и животных. Грибы не способны синтезировать органические вещества из неорганических путем фотосинтеза. Для жизнедеятельности используют производимые другими организмами вещества. Тип питания грибов голофитный.

Царство протисты. К этому царству относят эукариотические организмы, которые не принадлежат к растениям, грибам и животным. Протистов делят на водоросли, простейших и грибоподобных организмов. Как правило, они являются одноклеточными. При этом многие из протистов могут образовывать колонии, а некоторые имеют многоклеточное строение.

Царство хромисты. Кроме водорослей (бурые, желто-зеленые, золотистые, диатомовые), к хромистам относятся грибоподобные организмы — *Oomycota*, *Hyphochytridiomycota*, *Labirintulomycota*, сочетающие в себе признаки растений и грибов. Предполагают, что они произошли от водорослей (отдел *Ochromophyta*) или гетероконтных бесцветных жгутиковых (флагеллят), утративших пигменты в связи с паразитическим образом жизни. Как и у водорослей (например, бурых), у них в циклах развития образуются зооспоры с двумя гетероконтными жгутиками, гладким и перистым (у гифохитридиомицетов — один перистый). В клеточной стенке чаще всего присутствует целлюлоза. Синтез лизина идет по типу автотрофных организмов (у лабиринтуломицетов лизина нет). Митохондрии в основном с трубчатыми кристами.

Тема 2. Сравнительная характеристика прокариот и эукариот

Практическая работа № 1

Цель занятия: закрепить и углубить теоретические знания, продолжить формирование представлений о двух уровнях клеточной организации – прокариотической и эукариотической; проанализировать структурно-функциональную организацию и выявить различия между Archaea, Bacteria и Eucaryota; определить вероятные пути эволюции живых организмов с возможным выходом на следующий интегративный уровень и построить модель эволюционного усложнения организмов.

Задание 1. Обобщить знания об особенностях строения, функциях и значении Archaea, Bacteria и Eucaryota.

Самое очевидное отличие прокариот от эукариот заключается в наличии у последних ядра, что отражено в названии этих групп: «карио» с древнегреческого переводится как ядро, «про» – до, «эу» – хорошо. Отсюда прокариоты — это доядерные организмы, эукариоты — ядерные.

Однако это далеко не единственное отличие прокариотических организмов от эукариот.

Рассмотреть рис. 2.1, выполнить следующие задания:

1. Перечислить и охарактеризовать клеточные структуры, характерные для прокариотических и эукариотических организмов.
2. Перечислите отличительные особенности археобактерий.
3. Перечислить структуры, характерные для животной и растительной клетки.
4. Перечислить структуры, характерные только для животных клеток.
5. Перечислить структуры, характерные только для растительных клеток.

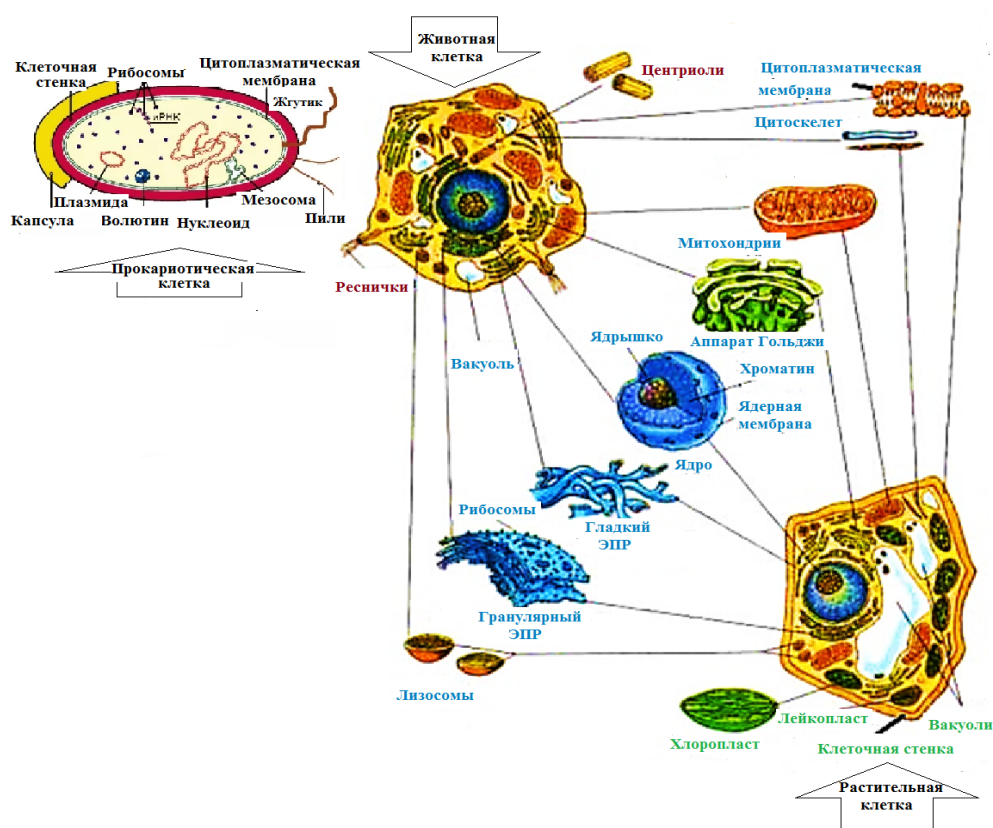


Рис. 2.1. Типы клеток прокариотических и эукариотических организмов

Задание 2. Используя теоретический материал, заполнить табл. 2.1, делая достаточно полные записи; дать общую характеристику Archaea, Bacteria и Eucaryota, а также определить основные различия между ними.

Таблица 2.1

Сравнение структурно-функциональных особенностей представителей доменов Археи, Бактерии и Эукариоты

Клеточная структура	Функция	Бактерии	Археи	Эукариоты
1	2	3	4	5
Ядро				
Хромосомы				
Рибосомы 70S, 80S				
Митохондрии				
Комплекс Гольджи				
Эндоплазматическая сеть				

1	2	3	4	5
Ядрышко				
Центриоли				
Хлоропласты				
Лейкопласты, хромопласты				
Лизосомы				
Пероксисомы				
Клеточная стенка				
Плазматическая мембрана				
Вакуоли				
Цитоскелет				
Жгутики				
Мезосомы				
Реснички				
Фагоцитоз				
Митоз				
Мейоз				
Молекулы ДНК				
Хлорофилл				
Хитин				
Целлюлоза				
Крахмал				
Пищеварительная вакуоль				
Сократительная вакуоль				
Половые пили				
Муреин				
Псевдомуреин				
Гликоген				
Тип питания				
Тип поглощения веществ				
Уровень организации тела				
Экологическая роль				

Задание 3. Используя теоретический, материал заполнить табл. 2.2, делая достаточно полные записи; определить сходство и различия между структурно-функциональной организацией прокариот.

Таблица 2.2

Сравнение структурно-функциональных особенностей прокариот

Критерии, выбранные для сравнения	Архебактерии	Бактерии	Цианобактерии	Актиномицеты
	Сходства			
	Различия			

Задание 4. Используя теоретический материал, заполнить табл. 2.3, делая достаточно полные записи; определить сходство и различия между структурно-функциональной организацией клеток эукариот.

Таблица 2.3.

Сравнение клеток растений, животных и грибов

Критерии, выбранные для сравнения	Растительная клетка	Животная клетка	Гифы грибов
	Сходства		
	Различия		

Задание 5. Заполнить схему «Классификация живых организмов по типу питания» (рис 2.2).

Функциональная организация — это проявление жизни, в основе которой лежит обмен веществ: способность поглощать и синтезировать необходимые для жизни вещества и энергию. По химическому составу и характеру биополимеров прокариотические клетки не отличаются от эукариотических. Жизнедеятельность любого живого организма (не зависимо от

уровня его организации) поддерживается разнообразной ферментной системой.

В соответствии с принятой классификацией все живые организмы по типу питания подразделяют на следующие группы:

1. В зависимости от источников энергии:
 - фототрофы, использующие энергию солнечного света,
 - хемотрофы, использующие энергию ОВР.
2. В зависимости от того, в какой форме организмы получают из окружающей среды углерод:
 - автотрофные, использующие в качестве источника углерода углекислый газ (CO_2),
 - гетеротрофные, получающие углерод в составе восстановленных органических соединений.
3. В зависимости от природы окисляемого субстрата, который называют донором электронов (Н-донором):
 - литотрофы, окисляющие неорганические вещества,
 - органотрофы, окисляющие органические вещества.

Заполнить схему, выделить типы питания, характерные для эукариот. Доказать, что прокариоты обладают высоким адаптационным потенциалом.

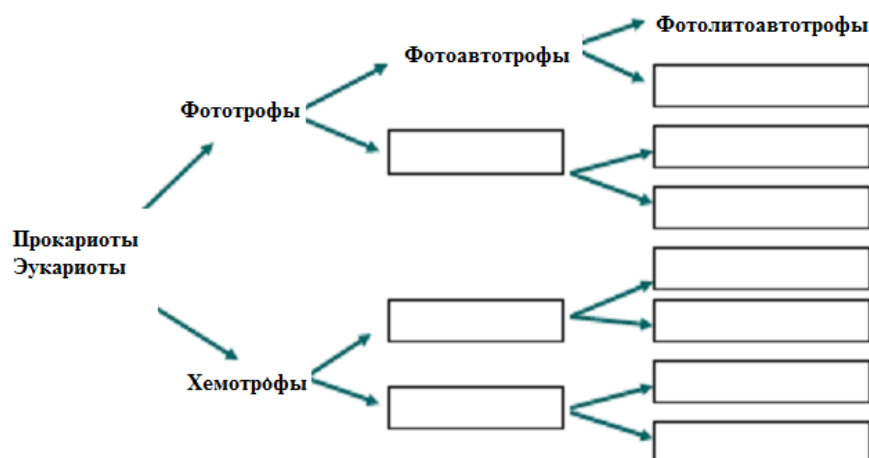


Рис 2.2. «Классификация живых организмов по типу питания»

Задание 6. Построить модель усложнения организмов.

Для того чтобы представить, как могла проходить эволюция и какими могут быть ее причины, построим модель «Усложнение организации живых организмов», и попытаемся понять, почему живые организмы усложнялись.

Для простоты модели возьмем один вид одноклеточных организмов (бактерий), который питается одним видом пищи.

Первая ситуация. При благоприятных условиях и достаточном количестве еды колония бактерий будет расти.

Вторая ситуация. Проанализируем поведение бактерий, которые находятся в неблагоприятных условиях, связанных с недостатком еды.

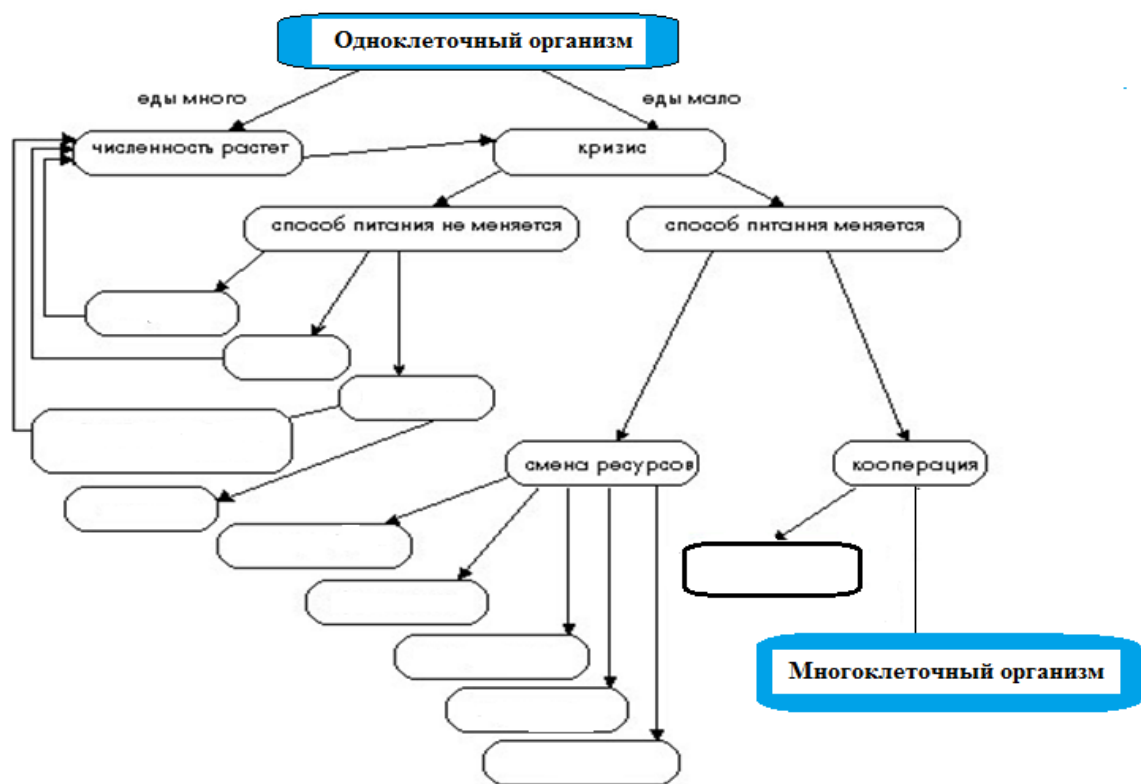


Рис. 2.3. Модель «Усложнение организации живых организмов»

1. Рассмотрим период жизни, когда бактерии съели всю пищу, еды больше не осталось. Что может происходить с бактериями в сложившейся ситуации? Есть 2 пути эволюционного развития, связанные с тем, меняется или нет способ питания.

1) Если способ питания не меняется, то у бактерий есть 3 выхода:

Предложите и проанализируйте возможные варианты развития событий выхода из этой ситуации.

2) Если способ питания меняется, то у бактерий есть 2 пути развития:

- смена ресурсов (проанализировать возможные морфофизиологические изменения),
- возможность кооперироваться (необходимо найти способы передачи информации).

Выводы по работе. Проанализировать сходство и различия структурно-функциональной организации между Archaea, Bacteria и Eucaryota; используя построенную модель эволюционного усложнения организмов, объяснить вероятные пути эволюционного развития и формирования видового разнообразия.

Теоретическая часть

Сравнительная характеристика прокариот и эукариот

В общих чертах, современная система органического мира имеет следующий вид. Клеточные организмы (*Cellulata*) делятся на три домена: *Archaea* (археи), *Bacteria* (бактерии) и *Eucaryota* (эукариоты или ядерные). К прокариотам относятся два домена – Бактерии и Археи. Эукариоты представлены следующими царствами: Растения, Животные, Грибы, Протисты и Хромисты.

2.1. Современные гипотезы образования трех доменов жизни

Для изучения биологического разнообразия, а это одна из важнейших задач, как биологии, так и экологии, необходимо определить родственные связи между организмами (т.е. «кто от кого произошел») с учетом ограниченности направлений адаптаций. Каждая группа, от вида до царства, созданная на основе *филогенетической реконструкции*, должна опираться на *морфофизиологические характеристики*, и в последние годы наличие обеих составляющих становится обязательным условием.

В настоящее время уже даны общие характеристики доменам и определены их основные признаки. Однако при установлении филогенетического родства еще имеется больше вопросов, чем ответов. Принципиальное сходство генетического кода, организации макромолекул и белоксинтезирующего аппарата свидетельствует о единстве происхождения всех живых организмов. Предполагают, что существовал некий общий предок – «прогенот», который мог дать начало трем самостоятельным ветвям эволюционного дерева. Это три домена (надцарства) Археи, Бактерии и Эукариоты.

В настоящее время доказано, что эукариоты, возникшие 1,5–2 млрд лет назад имеют монофилетическое происхождение, т.е. возникновение этого домена было единичным эволюционным актом, и все представители этой обширной группы – протисты, растения, грибы, животные – имеют общего предка. Однако на вопрос, каково происхождение этого предка, однозначный ответ до сих пор не получен. Сравнение структуры ДНК и организации генома у различных представителей прокариотов показало, что эукариоты значительно ближе к археям, нежели к бактериям. В то же время, утверждать, что эукариоты просто являются потомками архей, преждевременно. В структуре эукариотической клетки имеются некоторые черты, сближающие ее с бактериальной.

Рассмотрим современные гипотезы образования трех доменов жизни (рис. 2.4).

Анализ основных генетических и биохимических особенностей представителей исследуемых групп дает возможность предположить, что Археи и Эукариоты эволюционировали независимо от Бактерий, имея одного на 3 группы общего предка (рис. 2.4, а, б). В пользу этого предположения свидетельствует то, что часть генов Археев аналогична Эукариотам, причем, еще большая часть – Бактериям.

Другая перспективная теория предусматривает происхождение Эукариот от слияния древних Археев с бактериальными клетками (рис. 2.4, в). Эта «Гипотеза слияния геномов» предполагает объединение древней архейной клетки с клеткой примитивной грамотрицательной протеобактерии. Слияние геномов объясняет происхождение ядра и присутствие у Эукариотов генов Архей и Бактерий одновременно.

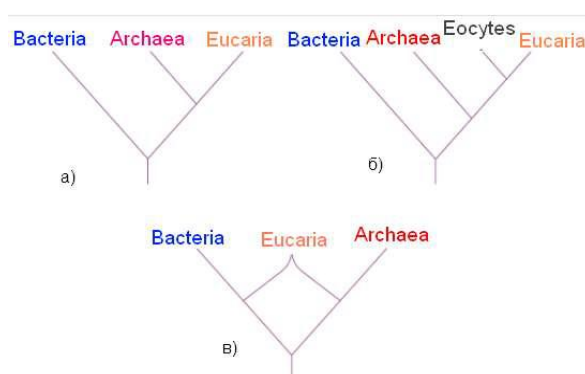


Рис. 2.4. Предполагаемые схемы образования трех доменов жизни

[Joanne M. Willey et al., 2008]: а) расхождение Архей и Эукариот от общего предка;

б) аналогично, но также особо выделяют группу *Эоцитов* – экстремальных серозависимых термофилов; в) происхождение Эукариот от слияния геномов бактериальной и архейной клеток

В 2014 году в журнале BMC Biology была опубликована статья, в которой, основываясь на большом количестве филогенетических данных, была выдвинута новая гипотеза происхождения эукариотической клетки. Дэвид и Базз Баумы назвали эту гипотезу «моделью наизнанку» (inside-out, изнутри — наружу), в противовес господствовавшей до сих пор гипотезе «снаружи — внутрь» (outside-in) или эндосимбиотической теории. Согласно традиционной теории мембранные органоиды эукариот появились благодаря «впячиванию» своей наружной мембраны. Митохондрии и хлоропласты эукариот произошли от протеобактерий и цианобактерий, которые согласно этой гипотезе были «проглочены» будущими эукариотами с помощью фагоцитоза. «Модель наизнанку» предполагает, что образование

эукариотической клетки происходило поэтапно из предковой клетки (в будущем ядро клетки), имевшей наружные выросты цитоплазматической мембраны. Первоначально выросты клетки-хозяина окружили клетки-симбионты, постепенно с утратой самостоятельности они превратились во внутренние полуавтономные двумембранные органоиды. Несомненно, эта новая гипотеза требует дальнейшей проработки. Единого мнения о ключевых этапах эволюции трех доменов жизни не существует, а вопросы, связанные с происхождением клеточного ядра, гидрогенозом, митохондрий и хлоропластов становятся еще более запутанными.

Все современные живые организмы относятся к одному из трех доменов жизни: бактерии, археи и эукариоты. По более-менее общепринятой гипотезе эукариоты происходят от своеобразного «слияния» двух других групп, которые являются гораздо более древними, следовательно, в эукариотических организмах сочетаются признаки представителей древних архей и бактерий.

Поэтому целесообразно, прежде чем изучать многообразие органического мира, биологические и экологические особенности представителей доменов *Archaea* (археи), *Bacteria* (бактерии) и *Eucaryota*, дать общую характеристику прокариотам и эукариотам, а также определить основные различия между ними.

2.2 .Общая характеристика *Procaryota* и *Eucaryota*

Деление органического мира на прокариотов и эукариотов достаточно обосновано и не вызывает возражений. В современной классификации для идентификации прокариот использовались фенотипические, генотипические и филогенетические показатели.

Согласно 2-му изданию (2001 г.) Руководства Берджи к прокариотам относят два домена: ***Bacteria*** (эубактерии), ***Archaea*** (архебактерии). Домены включают типы, классы, порядки, семейства, роды, виды.

Каждый домен был разделен на секции, или группы, по окраске по Граму, форме клеток, потребности в кислороде, подвижности, особенностям метаболизма и питания.

В домене ***Bacteria*** можно выделить следующие бактерии: бактерии с тонкой клеточной стенкой, *грамотрицательные*; бактерии с толстой клеточной стенкой, *грамположительные*; бактерии без клеточной стенки (класс *Mollicutes* - микоплазмы).

Archaea (*Археобактерии*) отличаются строением цитоплазматической мембраны, не содержат пептидогликан в клеточной стенке, имеют особые рибосомы и рибосомные РНК (рРНК). Термин "археобактерии" появился в 1977 г. Это одна из древних форм жизни, что означает приставка «архе». Среди них нет возбудителей инфекционных болезней.

К прокариотам или доядерным относятся одноклеточные организмы, у которых практически отсутствует система внутриклеточных мембран, а ядерный аппарат не отделен от цитоплазмы. Следует отметить, что бактерии и археи имеют много общих черт, включая одинаковый генетический код, механизмы транскрипции и рибосомной трансляции, но при этом отличаются в некоторых ключевых моментах. Они имеют разный химический состав клеточных мембран и стенок, по-разному устроенный гликолиз, ионные насосы и даже разные механизмы репликации ДНК. Возможно, различия в устройстве клеточной мембраны являются ключевыми в этом списке различий.

К домену Эукариоты (*Eucaryota*) принадлежат царства: Животные (*Animalia*), Растения (*Plantae*), Грибы (*Mycota*), Простейшие (*Protozoa*), и Хромисты (*Chromista*). Эукариоты могут быть одноклеточными и многоклеточными организмами, которые имеют общий план строения клеток. Клетки всех типов содержат два основных компонента, тесно связанных между собой – цитоплазму с мембранными органоидами и оформленное клеточное ядро. Ядро отделено от цитоплазмы мембраной и содержит ка-

риоплазму, хроматин и ядрышко. Цитоплазма заполняет всю клетку и пронизана многочисленными элементами цитоскелета. Снаружи она покрыта цитоплазматической мембраной. В цитоплазме расположены специализированные органоиды, присутствующие в клетке постоянно, и временные образования – включения. Мембранные органоиды: наружная цитоплазматическая мембрана (НЦМ), эндоплазматическая сеть (ЭПС), аппарат Гольджи, лизосомы, митохондрии и пластиды. В основе строения всех мембранных органоидов лежит биологическая мембрана.

При сравнительном анализе прокариот и эукариот также следует обратить внимание на размеры клеток (рис. 2.5).

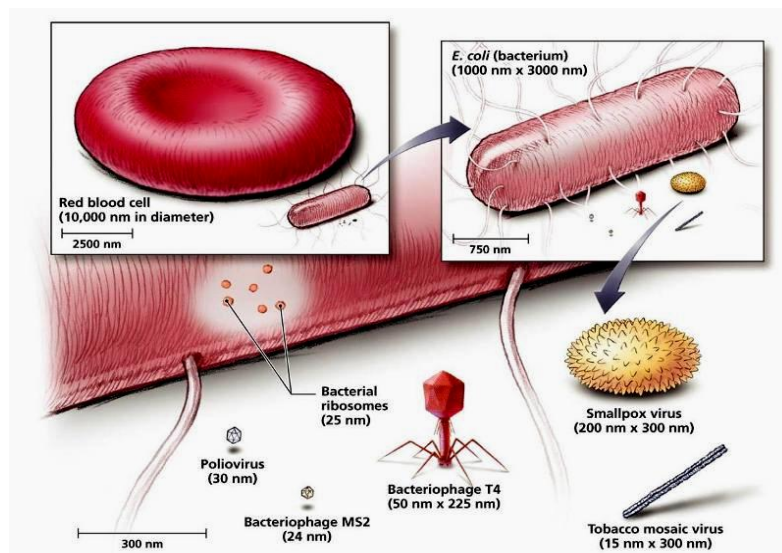


Рис. 2.5. Соотношение размеров вирусов, бактериальной клетки и эритроцита

Размеры прокариот от 0,1 до 10 мкм (большая часть прокариот имеет диаметр от 0,5 до 5 мкм), эукариот – от 10-100 мкм, следует отметить, что величина ядра в среднем составляет 5-10 мкм. Сама клетка эукариот по объему превышает клетку прокариот в 1000 раз, а по диаметру в 10 раз.

Говоря о биологическом разнообразии, характеризующим процесс реальной эволюции живых организмов, обычно представляют многообразие эукариотических организмов (растения, животные, грибы) как наиболее

изученных объектов живой природы, в то же время разнообразие прокариот исследовано в настоящее время недостаточно. Однако с уверенностью можно сказать, что метаболическая пластичность бактерий и архей позволила им занять огромное число экологических ниш – гораздо большее, чем у любой другой группы организмов.

Морфофизиологические показатели характерные для бактерий

К морфологическим показателям бактерий относят размеры, форму, структурные компоненты бактериальной клетки, подвижность, споро- и капсулообразование.

Форма бактерий. Исторически бактерии разделяли по форме (рис. 2.6). Большинство бактерий имеют палочковидную форму. Палочки, которые не образуют спор, называются бактериями, а спорообразующие – бациллами. Нередко встречаются извитые или спиралевидные бактерии. К этой группе относятся вибрионы, спириллы, спирохеты. Бактерии шаровидной формы называются кокками. Среди них выделяют: стафилококки - образующие скопления, напоминающие виноградную гроздь; тетракокки - это сочетание из четырех клеток, образующееся после деления клетки в двух взаимно перпендикулярных плоскостях; сарцины (скопления кубической формы) - образуются в результате деления клеток в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Значительно реже бактерии могут быть звёздчатой, тетраэдрической, кубической, С- или О-образной формы.

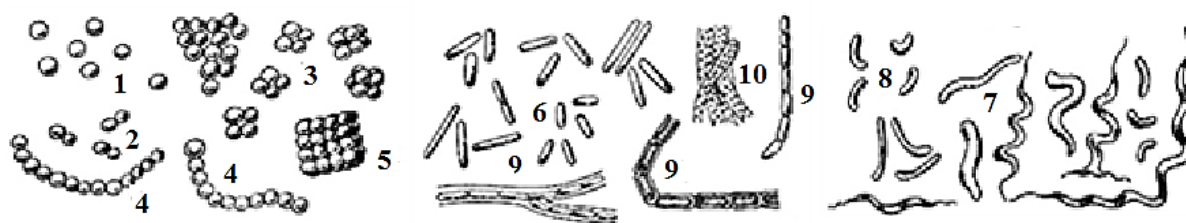


Рис. 2.6. Различные формы бактерий: 1 - кокки; 2 - диплококки; 3 - тетракокки;

4 - стрептококки; 5 - сарцины; 6 - бациллы; 7 - спириллы; 8 - вибрионы;

9 - нитчатые формы; 10 – серобактерии

Структурные компоненты бактериальной клетки делятся на обязательные и необязательные (рис. 2.7).

Обязательные структурные компоненты: клеточная стенка, цитоплазматическая мембрана, цитоплазма с локализованными в ней рибосомами и ядерным аппаратом.

Необязательные структурные компоненты: капсула, внеклеточная слизь, включения, жгутики, пили, споры.

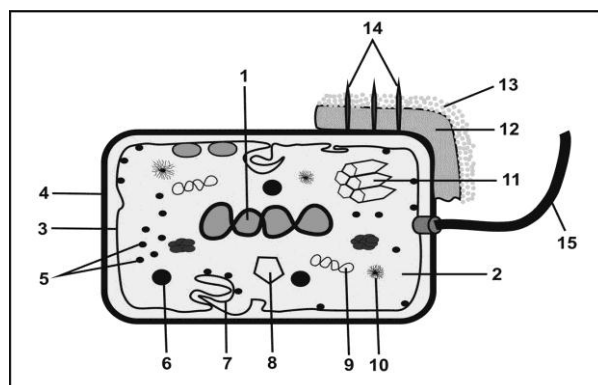


Рис. 2.7. Обобщенная схема прокариотической клетки (по Тарасенко Е.В., 2012):

1 – нуклеоид; 2 – цитоплазма; 3 – цитоплазматическая мембрана; 4 – клеточная стенка;
 5 – рибосома; 6 – капли жира; 7 – мезосома; 8 – карбоксисома; 9 – плазмида;
 10 – волютин; 11 – аэросомы; 12 – капсула; 13 – слизь; 14 – пили; 15 – жгутик

Клеточная стенка придает форму бактериальной клетке, защищает внутреннее содержимое от внешней среды, регулирует рост и деление бактерий. Основу клеточной стенки у бактерий составляет пептидогликан муреин.

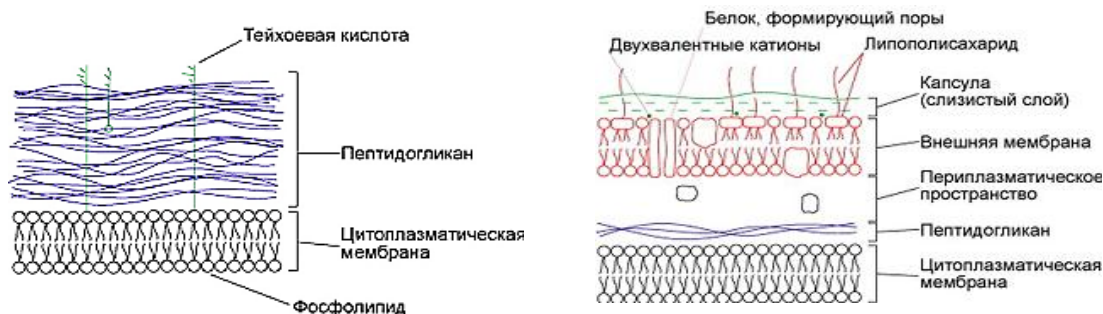


Рис. 2.8. Схематическое строение клеточной стенки грамположительных (А) и грамотрицательных (Б) бактерий

Существуют **2 типа строения клеточной стенки**: у бактерий *первого типа* муреин составляет от 50 до 90 % массы клеточной стенки и образует многослойный (до 10 слоев) каркас, при этом он ковалентно связан с тейхоевыми кислотами. Такие бактерии при окраске *по методу Грама* прочно удерживают комплекс генцианового фиолетового и йода. При окрашивании они дают сине-фиолетовый цвет и называются **грамположительными**.

У бактерий *со вторым типом* строения клеточной стенки муреиновый слой тонкий (1 - 10 %) (2-3 слоя) и покрыт *наружной мембраной* с мозаичным строением. Наружная мембрана пронизана белками-поринами, которые выполняют функцию транспортных каналов. Эти бактерии при окраске *по методу Грама* неспособны прочно удерживать комплекс генцианового фиолетового и йода и соответственно обесцвечиваются спиртом, прокрашиваясь дополнительным красителем — фуксином — в розово-красный цвет. Они называются **грамотрицательными**.

Цитоплазматическая мембрана (плазмолемма, ЦПМ) – это мембрана, которая окружает цитоплазму. Она служит осмотическим барьером, регулируя поступление веществ внутрь клетки и наружу (избирательная проницаемость), является местом локализации ферментов энергетического метаболизма. Мембрана содержит особые участки для присоединения хромосомы и плазмид при их репликации и последующей сегрегации, в ней имеются центры роста мембраны. Также у ряда бактерий ЦПМ принимает участие в спорообразовании.

Цитоплазматическая мембрана состоит из двойного слоя фосфолипидов, в который с различных сторон и на разную глубину погружены белковые молекулы, аналогичное строение характерно для всех живых организмов за исключением археобактерий.

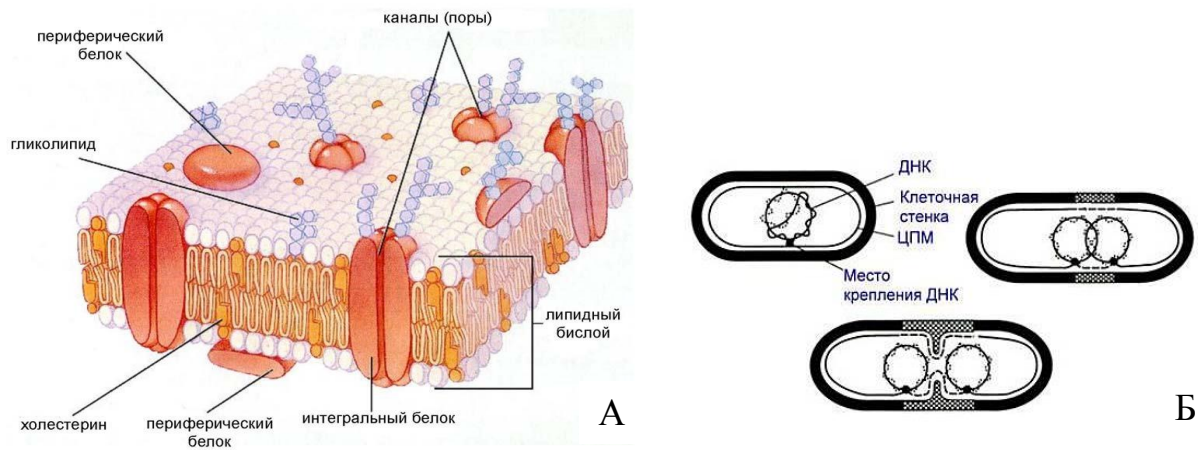


Рис. 2.9. Схема строения цитоплазматической мембраны (А);
схема бинарного деления клетки (Б)

Внутрицитоплазматические мембраны – это производные ЦПМ, возникшие в результате ее разрастания и глубокого впячивания в цитоплазму. К ним относятся фотосинтетические мембраны (хроматофоры), аэросомы (регуляторы плавучести водных бактерий), магнитосомы (у бактерий, обладающих магнитотаксисом), мезосомальные мембраны (мезосомы).

Цитоплазма (цитозоль) – это содержимое клетки. Цитозоль неподвижен, имеет высокую плотность. Представляет собой коллоидную систему, состоящую из воды, белков, жиров, углеводов, минеральных соединений и других веществ, соотношение которых варьирует в зависимости от вида бактерий и их возраста. В цитоплазме локализованы рибосомы и нуклеоид, в ней также могут находиться включения и плазмиды (внехромосомная ДНК).

Рибосомы. Служат местом синтеза белка. Число тем больше, чем быстрее растет клетка, размеры мелкие – 70S.

Включения (запасные вещества или отбросы). Откладываются в определенных условиях среды внутри прокариотических клеток.

Нуклеоид (бактериальная хромосома) — по своим функциям является эквивалентом ядра эукариот (закодирована основная генетическая инфор-

мация, т. е. геном бактериальной клетки), хотя отличается от него по своей структуре и химическому составу. Нуклеоид не отделен от цитоплазмы ядерной мембраной, не имеет ядрышек и гистонов, содержит одну молекулу ДНК, имеет гаплоидный (одиночный) набор генов, не способен к митотическому делению.

В бактериальной клетке присутствуют все типы РНК: иРНК, тРНК, рРНК.

Плазмиды. Это внехромосомная ДНК, тоже представленная двойными спиралями, замкнутыми в кольцо.

Споры бактерий представляют собой бактериальные клетки в состоянии анабиоза и образуются при неблагоприятных условиях внешней среды. **Спорообразование** характерно в основном для *грамположительных бактерий*. К другим покоящимся формам бактерий относятся цисты, экзоспоры, микроспоры. Как и эндоспоры, все эти покоящиеся формы предназначены для перенесения бактериями неблагоприятных условий.

Жгутики. Представляют собой спирально закрученные нити, которые состоят из одной молекулы белка флагеллина и обеспечивают подвижность бактериям. Флагеллин построен из субъединиц с относительно малой молекулярной массой. Аминокислотный состав флагеллина у разных видов бактерий может варьировать. Морфология включает такой параметр, как месторасположение и количество жгутиков.



Рис. 2.10. Расположение жгутиков у бактерий подвижных видов:

1 – монотрихи; 2 – лофотрихи; 3 – амфитрихи; 4 – перитрихи

По данному параметру различают:

– *монотрихи* – только один жгутик на полюсе клетки (род *Vibrio*);

– *лофотрихи* – пучок жгутиков на одном полюсе клетки (род *Pseudomonas*);

– *амфитрихи* – жгутики (один или пучок) расположены на обоих полюсах клетки (род *Spirillum*);

– *перитрихов* – жгутики располагаются по всей поверхности клетки (род *Escherichia*, *Salmonella*).

Фимбрии представляют собой длинные, тонкие нити, которые прикрепляют бактерии к субстрату.

Пили – половые фимбрии, через которые передается генетический материал от одной клетки к другой.

Капсула бактерий — слизистая структура различной толщины, прочно связанная с клеточной стенкой и имеющая чётко очерченные внешние границы. Капсула состоит из полисахаридов, иногда из полипептидов. Капсула гидрофильна, включает большое (до 98 %) количество воды. В зависимости от толщины слизистого слоя принято различать **микрокапсулу** толщиной до 0,2 мкм (она видима лишь в электронном микроскопе). Связь микрокапсулы с клеточной стенкой настолько прочна, что ее иногда предлагают рассматривать как элемент клеточной стенки. Капсула предохраняет бактерии от повреждений, высыхания. Она препятствует фагоцитозу бактерий.

Физиология бактерий

Физиология – наука о жизнедеятельности организмов, о процессах, протекающих в их системах, органах, тканях, клетках и их структурных элементах, о регуляции функций.

Для эволюции прокариот характерно, что поразительное физиологическое разнообразие прокариот сформировано на базе весьма ограниченного числа морфологических форм.

Дыхание, или биологическое окисление – это катаболический процесс переноса электронов от вещества-донора на вещество-акцептор, сопровождающийся накоплением энергии в макроэргических соединениях.

По способу дыхания микроорганизмы подразделяются на *облигатные (строгие) аэробы, облигатные анаэробы и факультативные анаэробы*. Для жизни в кислородной среде все аэробные организмы выработали адаптивные механизмы, к которым относятся антиоксидантные системы, позволяющие нейтрализовать активные формы кислорода (ионы кислорода, свободные радикалы и перекиси как неорганического, так и органического происхождения), образующиеся при окислении флавопротеидов, позволяющие им существовать в кислородной среде.

К факультативным анаэробам относятся организмы, энергетические циклы которых проходят по анаэробному пути, они способны расти и размножаться как при наличии кислорода, так и в его отсутствии. Ряд микроорганизмов обладают смешенным типом метаболизма. Процесс получения энергии у них может происходить кислородным дыханием в присутствии кислорода, а в его отсутствии переключаться на брожение.

Питание и особенности метаболизма бактерий.

Питание позволяет клеточным организмам восполнять запасы энергии и необходимых веществ, которые расходуются в процессе жизнедеятельности. Бактериальные клетки не имеют специальных органов питания, т. е. являются голофитными.

В проникновении питательных веществ в клетку различают четыре возможных **механизма** (рис. 2.11).

Поступление питательных веществ в бактериальную клетку может происходить за счет:

- *осмоса и диффузии* по градиенту концентрации без затрат энергии;

– *пассивного транспорта*, который также осуществляется по градиенту концентрации с помощью белков-переносчиков, но без затрат клеткой энергии, и отличается от диффузии большей скоростью;

– *активного транспорта*, который идет против градиента концентрации с затратой энергии и возможным частичным расщеплением субстрата, осуществляется *белками-переносчиками* или *ферментами* — *пермеазами*.

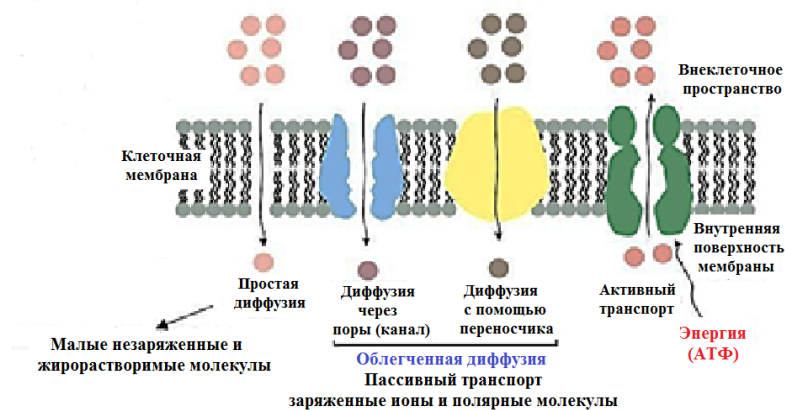


Рис. 2.11. Поступление питательных веществ в бактериальную клетку

Обмен веществ (метаболизм) разных живых организмов имеет сходные механизмы, но у бактерий есть ряд особенностей:

1. Благодаря высокой интенсивности метаболизма вес перерабатываемых веществ в 30–40 раз больше веса самого микроорганизма.
2. В питании участвует вся поверхность клетки.
3. Пища перерабатывается выделяемыми ферментами снаружи, а внутрь клетки поступают образовавшиеся после этого более простые соединения.
4. Чрезвычайно высокая адаптация к изменяющейся среде обитания.

Все типы питания, известные современной науке, присутствуют у бактерий.

В табл. 2.4 приведена классификация бактерий по типам питания.

Таблица 2.4

Классификация бактерий по типам питания

Источник энергии	Донор электронов	Источник углерода	Способ существования	Представители прокариот
ОВР окислительно-восстановительные реакции	неорганические соединения (H_2 , H_2S , NH_3 , Fe^{2+} и др.)	CO_2	хемолито-автотрофия	нитрифицирующие, тионовые, водородные бактерии; ацидофильные железобактерии
		органические соединения	хемолито-гетеротрофия	метанобразующие архебактерии, водородные бактерии
	органические соединения	CO_2	хемоорган-автотрофия	факультативные метилотрофы, окисляющие муравьиную кислоту
		органические соединения	хемоорган-гетеротрофия	большинство прокариот
Свет	неорганические соединения (H_2O , H_2S , S^0 , и др.)	CO_2	фотолито-автотрофия	цианобактерии, пурпурные и зеленые бактерии
		органические соединения	фотолито-гетеротрофия	Цианобактерии, пурпурные, зеленые бактерии
	органические соединения	CO_2	фотоорган-автотрофия	некоторые пурпурные бактерии
		органические соединения	фотоорган-гетеротрофия	пурпурные и некоторые зеленые бактерии, галобактерии, некоторые цианобактерии

Фотолитоавтотрофы – организмы, у которых источник энергии – свет, источник углерода – неорганика (CO_2), источник электронов и водорода – неорганика (H_2O , H_2 , H_2S и др.). Растения, лишайники, цианобактерии, зелёные и пурпурные серные бактерии.

Фотолитогетеротрофы – организмы, у которых источник энергии – свет, источник углерода – органика, источник электронов и водорода – неорганика. Некоторые цианобактерии, многие пурпурные и зелёные серобактерии.

Фотоорганогетеротрофы – организмы, у которых источник энергии – свет, источник углерода – органика, источник электронов и водорода – органика. Галобактерии (археи), пурпурные несерные бактерии.

Фотоорганоавтотрофы – организмы, у которых источник энергии – свет, источник углерода – неорганика (CO_2), источник электронов и водорода – органика (например, муравьиная кислота). Некоторые пурпурные бактерии, эвгленовые.

Хемолитоавтотрофы – организмы, у которых источник энергии – ОВР, источник углерода – неорганика (CO_2), источник электронов и водорода – неорганика (H_2O , H_2 , H_2S и др.). Бактерии: большинство хемосинтезирующих бактерий

Хемолитогетеротрофы – организмы, у которых источник энергии – ОВР, источник углерода – органика, источник электронов и водорода (окисляемый субстрат) – неорганика. Некоторые тионовые (сульфатовосстанавливающие) бактерии.

Хемоорганоавтотрофы – организмы, у которых источник энергии – ОВР, источник углерода – неорганика (CO_2), источник электронов и водорода – органика (метанол, муравьиная кислота). Некоторые факультативные метаногены.

Хемоорганогетеротрофы организмы, у которых источник энергии – ОВР, источник углерода, электронов и водорода (окисляемый субстрат) –

органика. Животные, грибы, растения-паразиты, бактерии-паразиты, симбионты (*Rizobium*), молочнокислые бактерии, маслянокислые бактерии.

Ферменты бактерий. В основе всех метаболических реакций в бактериальной клетке лежит деятельность ферментов, которые принадлежат к 6 классам: оксиредуктазы, трансферазы, гидролазы, лигазы, лиазы, изомеразы.

Ферменты бактерий по локализации делятся на 2 группы:

– *экзоферменты* — ферменты бактерий, выделяемые во внешнюю среду и действующие на субстрат вне клетки (протеазы, полисахаридазы, олигосахаридазы);

– *эндоферменты* — ферменты бактерий, действующие на субстраты внутри клетки (расщепляющие аминокислоты, моносахара, синтетазы);

Некоторые ферменты локализованы в периплазматическом пространстве бактериальной клетки. Они участвуют в процессах переноса веществ в бактериальную клетку.

Группа ферментов, синтез которых не зависит от наличия субстрата в среде, называется *конститутивными* (например, ферменты гликолиза). Их синтез имеет место всегда, и они всегда содержатся в микробных клетках в определенных концентрациях.

Рост и размножение бактерий

Под ***ростом*** бактерий понимают увеличение массы клеток без изменения их числа в популяции как результат скоординированного воспроизведения всех клеточных компонентов и структур.

Увеличение числа клеток в популяции микроорганизмов обозначают термином "***размножение***". Оно характеризуется *временем генерации* (интервал времени, за который число клеток удваивается) и таким понятием, как *концентрация бактерий* (число клеток в 1 мл).

В отличие от митотического цикла деления у эукариотов размножение большинства прокариотов (бактерий) идет *путем бинарного деления*, а ак-

тиномицетов — *почкованием*. При этом все прокариоты существуют в *гаплоидном* состоянии, поскольку молекула ДНК представлена в клетке в единственном числе.

Рекомбинации (обмен генетическим материалом) у бактерий отличаются от рекомбинаций у эукариот:

Морфологическая характеристика актиномицетов

Актиномицеты (*лучистые грибы по старым классификациям*) – порядок бактерий, которые обладают способностью к формированию ветвящегося не имеющего перегородок мицелия, тонкие нити которого имеют диаметр 0,4—1,5 мкм.

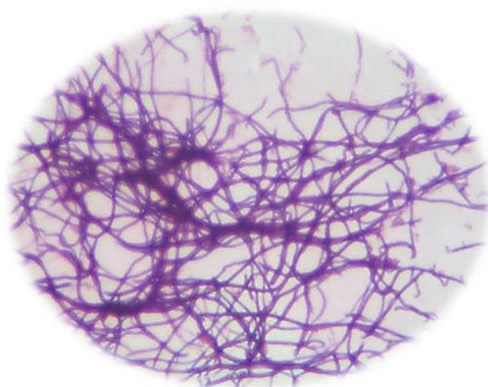


Рис. 2.12. Актиномицеты окрашенные по Граму

Мицелиальный рост этих грамположительных бактерий придает им внешнее сходство с грибами. Это сходство усиливается вследствие наличия у высших форм актиномицетов наружных неполовых спор, которые называются конидиями. В отличие от грибов, актиномицеты имеют прокариотическое строение клетки, не содержат в клеточной стенке хитина или целлюлозы, размножаются только бесполым путем. У низших актиномицетов мицелий фрагментируется на типичные одноклеточные бактерии. Мицелий актиномицетов подразделяют на субстратный (в субстрате) и воздушный.

Экологические функции. Почвы являются тем природным субстратом, откуда актиномицеты выделяются в наибольшем разнообразии. Однако, большая часть биомассы актиномицетов представлена спорами, которые и дают колонии при учёте популяций в почве методом посева, лишь 1–4 % биомассы занимает мицелий. Он обнаруживается в микроразнообразиях с повышенным содержанием органического вещества.

Актиномицеты доминируют на поздних стадиях микробной сукцессии, когда создаются условия для использования труднодоступных субстратов. Активация актиномицетной микрофлоры происходит при внесении в почву крахмала, хитина, нефтепродуктов и т.д. В то же время из-за медленного роста актиномицеты не способны конкурировать с немикцелиальными бактериями за легкодоступные вещества. Возможно, что вторичные метаболиты (в особенности, меланоидные пигменты) играют какую-то роль в образовании гумуса.

Ценозообразующую роль актиномицеты играют в местах первичного почвообразования, находясь в этих условиях в ассоциации с водорослью. Эти ассоциации в лабораторных условиях формировали лишайникоподобный таллом (актинолишайник).

Актиномицеты (рода *Streptomyces*, *Streptosporangium*, *Micromonospora*, *Actinomadura*) являются постоянными обитателями кишечника дождевых червей, термитов и многих других беспозвоночных. Разрушая целлюлозу и другие биополимеры, они являются их симбионтами. Представители рода *Frankia* способны к азотфиксации и образованию клубеньков у небобовых растений (облепиха, ольха и др.). Есть патогенные формы, вызывающие актиномикоз. В организме человека обитают в ротовой полости, в кишечнике, в дыхательных путях, на коже, в зубном налете, в кариозных зубах, на миндалинах.

Отношение к факторам внешней среды. Большинство актиномицетов — аэробы, факультативные анаэробы присутствуют лишь среди акти-

номицетов с непродолжительной мицелиальной стадией. Здесь усматривается некоторая параллель с грибами, среди которых лишь немиецелиальные дрожжи также способны жить в анаэробных условиях. Предполагается, что менее эффективный анаэробный тип метаболизма успешен при большей относительной поверхности клеток, которая достигается фрагментацией мицелия.

Считается, что актиномицеты устойчивее к высушиванию, чем немиецелиальные бактерии, благодаря чему они доминируют в пустынных почвах. Чаще всего актиномицеты нейтрофилы, однако, некоторые роды ацидофильны или алкалофильны. Характерным свойством актиномицетов является ацидотолерантность, благодаря чему их доля в микробном комплексе лесных почв относительно высока. Отмечено, что в кислой среде продлевается вегетативная стадия, в щелочной, напротив, ускоряется спорообразование.

Актиномицеты не требовательны к содержанию органического углерода в среде, многие из них способны расти на «голодном» агар-агаре. Представители рода *Nocardia* способны осуществлять хемосинтез, окисляя водород, метан и метанол.

Подцарство оксифотобактерии – *Oxyphotobacteria*

Подцарство объединяет два таксона – отделы цианобактерии и хлороксибактерии.

К хлороксибактериям (*Chloroxybacteria*) относятся бактерии, обитающие в симбиозе с морскими животными в тропических и субтропических морях, и свободноживущие в северной части Атлантического и Тихого океанов. Открыты в начале 70-х годов. Объединены в род *Prochloron*. Имеют набор фотосинтезирующих пигментов, сходный с набором пигментов зеленых водорослей и растений.

Морфологическая характеристика отдела Цианобактерии

Цианобактерии (*Cyanobacteria*), или оксифотобактерии, или синезелёные водоросли, или цианопрокариоты, или цианеи — отдел крупных грамотрицательных бактерий, способных к фотосинтезу, сопровождающемуся выделением кислорода. Название свое они получили от присутствия добавочного к *хлорофиллу a* (хлорофиллы, зеленые пигменты, существуют в виде четырех форм, несколько различающихся по химическому составу: а, b, c, d) пигмента синего цвета — *фикоциана*. Кроме того, присутствует также в некотором количестве красный пигмент — *фикоэритрин*, свойственный багрянкам (красным водорослям).

Цианобактерии относятся к древнейшим микроорганизмам, остатки которых обнаружены на Земле. Биохимическое, молекулярно-генетическое и филогенетическое сходство цианобактерий с остальными бактериями в настоящее время доказано. Бактериологическими методами в настоящее время подтверждено существование около 400 видов. Это единственные бактерии, способные к оксигенному фотосинтезу. Благодаря этим организмам в атмосфере Земли постепенно накопился кислород.

Клетка цианобактерий — типичная прокариотическая клетка (рис. 2.13). У цианобактерий, живущих среди планктона, есть газовые везикулы, содержащие газ и придающие клеткам лучшую плавучесть.

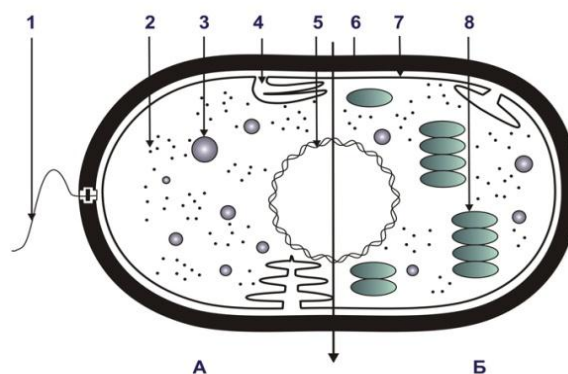


Рис. 2.13. Строение клетки цианобактерии (по Тарасенко Е.В., 2013):

1 - жгутик; 2 - рибосомы 70S; 3 - включения; 4 - мезосомы; 5 - ДНК;
6 - клеточная стенка; 7 - мембрана; 8 - фотосинтезирующая мембрана

В морфологическом отношении цианобактерии — разнообразная и полиморфная группа. Цианобактерии — грамтрицательные одноклеточные, нитчатые и колониальные микроорганизмы. Некоторые цианобактерии способны к формированию специализированных клеток: гетероцист, акинет и гормогониев.



Рис. 2.14. Гетероцисты и акинеты среди фотосинтезирующих клеток *Anabaena torulosa*

Гетероцисты выполняют функцию азотфиксацию, в то время как другие клетки осуществляют фотосинтез.

Акинеты — покоящиеся клетки цианобактерий с утолщённой оболочкой, большим количеством запасных питательных веществ и пигментов.

Гормогонии — короткие клеточные нити цианобактерий, не зависящие от вегетативных нитей. Роль гормогоний — распространение на короткое расстояние нитчатых цианобактерий, которое осуществляется благодаря скольжению по твердому субстрату или парению в толще воды. Поскольку цианобактерии являются фотоавтотрофными микроорганизмами, положительный фототаксис гормогоний играет важную роль в освоении освещённых мест обитания.

Отличительной особенностью цианей является чрезвычайно развитая система внутриклеточных впячиваний цитоплазматической мембраны — тилакоидов; высказаны предположения о возможном существовании у них системы тилакоидов, не связанных с мезосомами, что до сих пор считалось невозможным у прокариот. Цианобактерии не имеют жгутиков, но некоторые отдельные клетки цианобактерий способны ползать по плотному

субстрату с помощью бактериального скольжения. Колонии цианобактерий, образованные нитчатыми формами, могут иметь макроскопические размеры.

Экологические функции. Цианобактерии распространены в пресных и реже в морских водах. В большом количестве они развиваются на сырых, болотистых почвах. Некоторые из цианей встречаются в горячих источниках с температурой воды до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Здесь они образуют туфовые отложения.

С цианобактериями связано «цветение» воды, вызывающее массовые заморы рыбы и отравления животных и людей. Основными продуцентами токсинов в пресных водоемах являются цианобактерии родов *Anabaena*, *Microcystis*, *Planktothrix*, которые вызывают токсичное «цветение» воды по всему миру. Наличие цитотоксинов в водоемах делает невозможным использование воды в хозяйственных и рекреационных целях и, как правило, приводит к нарушению и последующей деградации всей экосистемы.

С другой стороны в Южной Америке и Китае бактерии родов *Spirulina* и *Nostoc* из-за нехватки других видов продовольствия используют в пищу, высушивая и приготавливая муку.

Цианобактерии распределены по морфологии на 5 порядков. Хроококковые (*Chroococcales*) и плеврокапсовые (*Pleurocapsales*) объединяют одиночные или колониальные сравнительно простые формы, в порядке осцилляториевые (*Oscillatoriales*), ностоковые (*Nostocales*), стигонемовые (*Stigonematales*) входят нитчатые формы.

Следует подчеркнуть, что цианобактерии представляют собой единственный пример прокариотического многоклеточного организма, у которого происходит функциональная специализация клеток. То есть была предпринята попытка выйти на уровень многоклеточности, однако, она не имела особых последствий для эволюции.

Домен Археи (*Archaea*). Царство Археобактерии (*Archaeobacteria*)

Впервые археи были выделены в качестве отдельной группы прокариот на филогенетическом древе в 1977 году Карлом Вёзе и Джорджем Эдвардом Фоксом при сравнительном анализе 16S рРНК. Уже к концу XX века микробиологи пришли к выводу, что археи являются большой и разнообразной группой организмов, относящихся к прокариотам.

Отличия в строении цитоплазматической мембраны, клеточной стенки и аппарата синтеза белка обуславливают устойчивость архей к действию экстремальных условий. Особенности архей проявляются также в нуклеотидном составе транспортной РНК, строении рибосом, структуре фермента ДНК-зависимой РНК-полимеразы, которая по своим характеристикам ближе к РНК-полимеразе эукариот. Более того, археям свойственны типы метаболизма и другие биохимические особенности, не обнаруживаемые у представителей бактерий и эукариот.

В настоящее время доказано, что археи и бактерии связаны между собой не больше, чем с эукариотами, и термин «прокариоты» обозначает лишь «не эукариоты», что ограничивает его применимость

Классификация.

Классификация архей, как и прокариот в целом, быстро меняется и во многом остается спорной. По устоявшейся классификации в настоящее время выделяют 5 типов архей:

- ***Crenarchaeota*** — термофилы, термоацидофилы, серные анаэробные бактерии;
- ***Euryarchaeota*** — метаногенные и галофильные археи;
- ***Nanoarchaeota*** — единственный известный представитель *Nanoarchaeum equitans*, который был описан как симбион, в настоящее время может быть классифицирован как паразитический архей, но это еще не доказано;

– *Korarchaeota* — ДНК обнаружена в геотермальных источниках США, Исландии, на рисовых полях Японии, культивируемые виды пока неизвестны;

– *Thaumarchaeota* — в основном окислители аммония, как например, морской аммоний-окислитель *Nitrosopumilus maritimus* и аммоний-окислитель преимущественно почвенного происхождения *Nitrososphaera gargensis*. Недавние филогенетические исследования, основанные на сравнительном анализе структур рибосомальных белков и других важнейших генов, подтвердили существование типа Таумархеот.

Установлено, что группа архей кренархеоты стоят ближе к эукариотам, чем к другому типу архей — эвриархеотам.

Морфофизиологические показатели характерные для Архей

Форма клеток и колоний. Отдельные клетки архей достигают от 0,1 до 15 мкм в диаметре и, как правило, имеют форму шара, палочки, спирали или диска. Некоторые кренархеоты могут быть другой формы, например, *Sulfolobus* — неправильной дольчатой формы; *Thermofilum* — тонкой нитевидной и меньше 1 мкм в диаметре, *Thermoproteus* и *Pyrobaculum* - почти идеально прямоугольной, а *Haloquadratum walsbyi* — плоские квадратные. Такие необычные формы клеток, вероятно, обеспечиваются клеточной стенкой и цитоскелетом. В клетках архей обнаружены белки, родственные компонентам цитоскелета и филаментов, однако, в отличие от других организмов, эти структуры плохо изучены. У *Thermoplasma* и *Ferroplasma* клеточная стенка отсутствует, поэтому их клетки имеют неправильную форму и похожи на амёб.

Строение клетки. Археи и бактерии относятся к прокариотическим организмам и имеют очень похожую структурную организацию клеток. У них отсутствуют внутренние мембраны и органоиды, клеточные мембраны, как правило, ограничены клеточной стенкой, а движение осуществляется за счёт одного или более жгутиков. Структурно археи наиболее схожи

с грамположительными бактериями. Большинство имеет одну плазматическую мембрану и клеточную стенку, периплазматическое пространство отсутствует. Однако строение клеточной стенки и мембраны имеют отличия.

Цитоплазматические мембраны. Молекулы, из которых построены мембраны архей, сильно отличаются от тех, которые используются в мембранах других организмов.

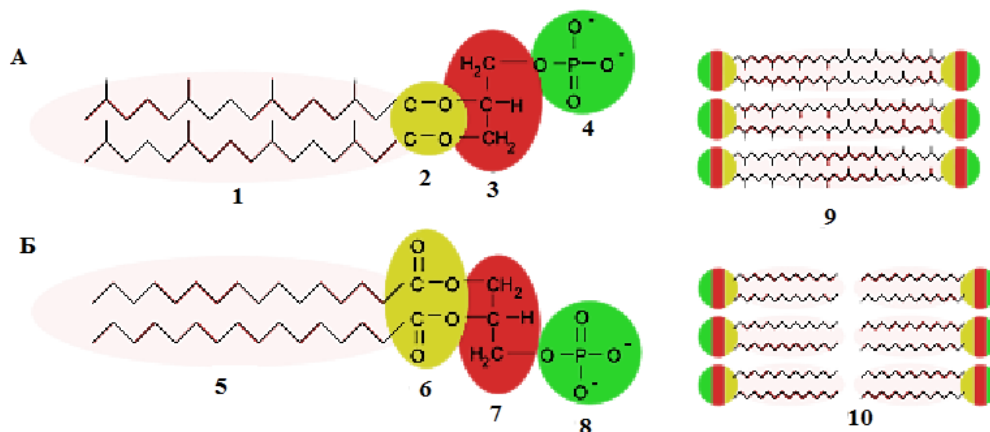


Рис. 2.15. Структура мембран. А– фосфолипиды архей: 1 – изопреновые цепочки;

2 – простые эфирные связи; 3 – остаток L-глицерина; 4 – фосфатная группа.

Б – бактериальные или эукариотические фосфолипиды: 5 – цепочки жирных кислот;

6 – сложноэфирные связи; 7 – остаток D-глицерина; 8 – фосфатная группа.

9 – липидный монослой некоторых архей; 10 – липидный бислой бактерий и эукариот

Мембраны современных бактерий состоят из фосфолипидов: сложных эфиров глицерина, двух остатков жирной кислоты и одного фосфатного остатка, к которому может быть присоединена дополнительная полярная группа. Гидрофобные хвосты жирных кислот образуют средний слой мембраны, а полярные остатки глицерина, фосфата и вспомогательных полярных групп — наружный и внутренний слой.

Следует обратить внимание, что мембраны архей устроены в принципе похоже, но на другой химической основе. Вместо жирных кислот их липиды содержат терпеновые спирты, углеводородные цепочки которых несут метильные группы через каждые четыре атома. Моделирование молекулярной динамики мембран показало, что благодаря таким метильным

«ответвлениям» мембраны становятся очень прочными, но при этом сохраняют гибкость.

Такая организация цитоплазматической мембраны обеспечивает стабильность и помогает археям выживать при высоких температурах, а также в сильноокислых и сильнощелочных средах.

Получается, что мембрана — важнейший элемент, обеспечивающей существование клетки как самостоятельной единицы, — появилась у бактерий и архей независимо.

Клеточная стенка. Все археи (за исключением *Thermoplasma* и *Ferroplasma*) обладают клеточной стенкой. В отличие от бактерий, клеточная стенка архей не содержит муреин. У большей части архей она сформирована пептидами, и представляет собой жёсткую сетку из белковых молекул, покрывающих клетку снаружи, подобно кольчуге. Этот слой защищает клетку от физических и химических воздействий. Метанобактерии имеют клеточные стенки, содержащие псевдопептидогликан, который напоминает пептидогликан бактерий по морфологии и физической структуре, но отличен по химической.

Жгутики. Жгутики архей работают так же, как и у бактерий: они приводятся в движение вращательным механизмом в основании жгутика. Тем не менее, жгутики архей значительно отличаются от бактериальных по строению и по происхождению.

Строение нуклеоида. Говоря об организации ДНК, отметим, что большинство археев содержат легко узнаваемые гомологи гистонов эукариот. Это согласуется с характером организации хромосом при участии нуклеосомоподобных структур, которые отсутствуют у бактерий.

Репликация ДНК у археев происходит с участием полимераз, которые, по-видимому, напоминают соответствующие ферменты эукариот. Аппарат транскрипции у археев достаточно сложен, и основная РНК-полимераза и факторы инициации транскрипции напоминают таковые у эукариот. Одна-

ко удивительно, что последовательности генома археев, вероятно, содержат много регуляторов транскрипции, близких к таковым бактерий. Большинство генов имеет моноцистронную природу, и трансляция, вероятно, инициируется по тому же механизму, что и у эукариот. Однако у археев также есть опероны, и некоторые гены имеют полицистронную природу.

Размножение. Геномы архей организованы так же, как у бактерий, как правило, в виде одной замкнутой в кольцо молекулы ДНК (хромосомы). Археи размножаются бесполом путем: бинарным или множественным делением, фрагментацией или почкованием. Клеточное деление определяется клеточным циклом: после того, как хромосома реплицировалась и две дочерние хромосомы разошлись, клетка делится.

Споры. Спорообразование. Археи не образуют споры. Некоторые виды *Haloarchaea* могут претерпевать смену фенотипа и существовать как клетки нескольких различных типов, включая толстостенные клетки, устойчивые к осмотическому шоку и позволяющие археям выживать в воде с низкой концентрацией соли. Однако эти структуры не служат для размножения, а скорее помогают археям осваивать новые среды обитания.

Метаболизм. Большинство известных архей, культивируемых в лаборатории, развиваются в экстремальных условиях, не пригодных для жизни других организмов: при крайне низких значениях окислительно-восстановительного потенциала (метаногены), в сильно кислой или сильно щелочной среде (соответственно ациди- или алкалифилы), высоких значениях температуры (термофилы) и высокой солёности (галофилы).

Археи демонстрируют огромное разнообразие химических реакций, протекающих в их клетках в процессе метаболизма, а также источников энергии. Эти реакции классифицируются по группам питания в зависимости от источников энергии и углерода. Некоторые археи получают энергию из неорганических соединений, таких как сера или аммиак (литотрофы). К ним относятся нитрифицирующие археи, метаногены и анаэробные

метаноокислители. В этих реакциях одно соединение отдаёт электроны другому (окислительно-восстановительные реакции), а выделяющаяся при этом энергия аккумулируется в АТФ и используется для осуществления различных клеточных процессов.

Другие группы архей используют в качестве источника энергии солнечный свет (фототрофы). Однако ни один из фототрофных организмов не образует кислород в процессе фотосинтеза.

Следует отметить, что археям свойственны биохимические процессы, не встречающиеся у бактерий – образование метана, серной кислоты и т.д.

Экология.

Исходя из особенностей жизнедеятельности, археи делятся на несколько групп.

Метаногены (метаногенные археи) - высокоспециализированные строго анаэробные организмы, получающие энергию за счет окисления молекулярного водорода, сопряжённого с восстановлением углекислого газа. Некоторые из них нуждаются в простых органических соединениях - в том числе уксусной и муравьиной кислотах, метаноле и веществах, содержащих метильную группу. Конечным продуктом их жизнедеятельности является метан CH_4 . Метаногены завершают в природе разложение органических остатков. Они образуют от 70 до 85 % поступающего в атмосферу метана.

Сульфатредуцирующие археи получают энергию в результате восстановления сульфатов до сероводорода H_2S . Они обнаружены в глубоководных горячих источниках и высокотемпературных нефтяных месторождениях, где развиваются при температуре 70 - 90 °C. Среди термофилов и гипертермофилов есть анаэробные археи, использующие в качестве субстрата пептиды и полисахариды и восстанавливающие элементную серу в сероводород. Многим гипертермофильным археям присущ литоавтотрофный тип метаболизма, при котором источниками энергии служат молекулярный

водород или элементная сера, а окислителями - кислород, нитрат-, сульфат- и тиосульфат-ионы и элементная сера. Например, они могут окислять элементную серу и сульфидные минералы в процессе своего развития в аэробных условиях.

Окисляющие водород аэробные археи обитают в глубоководных морских горячих источниках, являясь наиболее термоустойчивыми из всех известных организмов. Например, *Pyrolobus fumarii* имеют оптимум развития при 105 °С, а предельной температурой роста является температура 113 °С.

Среди термофильных архей немало ацидифилов, живущих не только при высокой температуре (50 - 80 °С), но и в кислой среде (рН 1,0 - 4,5). Такие условия часто встречаются в горячих источниках вулканического происхождения. Оптимальным для развития некоторых архей является рН 0,7, иногда 0,1 (*Picrophilus*). Обнаружены также ацидифильные археи, развивающиеся при умеренных температурах и получающие энергию за счёт окисления закисного железа и сульфидных минералов (археи родов *Acidianus*, *Metallo sphaeta*, *Sulfolobus*).

Галофильные археи обитают в условиях повышенной солености водоемов и даже при полном насыщении солями. Эти аэробные организмы обладают уникальным механизмом использования энергии света - бесхлорофильным типом фотосинтеза с участием пигмента бактериородопсина. Галоалкалифильные археи развиваются не только при высокой солёности, но и в сильно щелочной среде (до рН 11,0). Их местообитаниями являются содовые озёра с высокой минерализацией воды.

Археи широко распространены в холодных океанических водах (например, у побережья Антарктики они составляют 34 % от общей биомассы прокариот), а также в пресных водоёмах и почвах. Однако культивировать их в лабораторных условиях пока не удается, что не позволяет

полностью изучить особенности их метаболизма и экологической функции. Археи относятся к наиболее древним обитателям Земли.

Общая характеристика представителей домена Эукариот

Эукариоты или **ядерные**, — домен (надцарство) живых организмов, клетки которых содержат ядро. Все организмы, кроме бактерий и архей, являются ядерными (вирусы и вироиды также не являются эукариотами, но не все биологи считают их живыми организмами).

Животные, растения, грибы, а также группы организмов под общим названием протисты — все являются эукариотическими организмами. Они могут быть одноклеточными и многоклеточными, но все имеют общий план строения клеток. Считается, что все эти столь несхожие организмы имеют общее происхождение, поэтому группа ядерных рассматривается как монофилетический таксон наивысшего ранга.

Клетки эукариот являются очень сложными единицами живой природы и характеризуются большим структурно-функциональным разнообразием. При этом форма клеток часто зависит от выполняемых ими функций у многоклеточного организма. Однако общий план строения всех клеток эукариот обладает принципиальным сходством (рис. 2.16).



Рис. 2.16. Строение животной и растительной клетки

В клетках всех эукариотических организмов можно выделить три взаимосвязанных отдела: поверхностный аппарат, цитоплазму с органоидами и ядерный аппарат, называемый ядром.

В основе строения всех мембранных органоидов лежит биологическая мембрана.

Морфофизиологические показатели характерные для Эукариот

I. Организация поверхностного аппарата и цитоскелета.

В поверхностном аппарате можно выделить три подсистемы: плазматическую мембрану, надмембранный комплекс и субмембранную часть опорно-сократительного аппарата цитоплазмы, к которой можно отнести и цитоскелет.

Плазматическая мембрана – основная, универсальная для всех клеток подсистема поверхностного аппарата. Ее главные функции – барьерная, транспортная и рецепторная.

Субмембранная часть поверхностного аппарата эукариотической клетки играет связующую роль между мембраной, цитоскелетом и основной цитоплазмой. К субмембранным компонентам поверхностного аппарата следует отнести периферическую мембранную часть цитоскелета с белками, которая обеспечивает связь с мембраной. Цитоскелет формируется из микротрубочек и микрофиламентов.

Надмембранные структуры подразделяются на две категории: собственно надмембранный комплекс (*гликокаликс*) и *производные гликокаликса* (сложные надмембранные структуры).

К *надмембранным структурам* относятся *клеточные стенки* грибов и растений, а также внеклеточные образования некоторых клеток животных (например, клеток кутикулярного эпителия асцидий). Состав их чрезвычайно разнообразен. У грибов клеточная стенка образована в основном хитином, а у растений – различными полисахаридами, важнейшим из которых является целлюлоза.

II. Цитоплазма и органоиды.

Цитоплазма представляет собой рабочий аппарат клетки, в котором происходят основные процессы метаболизма и сосредоточены общие и специальные органоиды. Метаболический аппарат цитоплазмы представляет собой систему, которая состоит из основной цитоплазмы (гиалоплазмы), немембранных структур, мембранных структур и их содержимого.

Взаимодействие всех клеточных структур осуществляется через полужидкую составляющую цитоплазмы – ***цитозоль***. Цитозоль – это своеобразная коллоидная система, содержащая 75 - 80 % воды, 10 - 12 % белков и аминокислот, 4 - 6 % углеводов, 2 - 3 % липидов и 1 % других веществ. Что интересно, цитозоль существенно неоднороден: например, цитозоль окружающий ядро достаточно отличен по своему составу от цитозоля вокруг аппарата Гольджи или митохондрий.

Аппарат цитоплазмы находится в тесной связи с поверхностным и ядерным аппаратами клетки, составляя с ними целостную структуру.

Органоиды цитоплазмы являются обязательными структурными элементами эукариотической клетки, т.к. при их отсутствии клетка теряет способность к нормальной жизнедеятельности и выполнению своих функций. Все органоиды цитоплазмы можно разделить на две большие группы: немембранной и мембранной природы.

К органоидам *немембранной природы* относятся рибосомы и клеточный центр.

Строение и функции рибосом. Существует два типа рибосом: прокариотического (70S) и эукариотического (80S). Они различаются по константе седиментации (S). В клетках эукариот имеются оба типа – рибосомы собственно цитоплазмы (80S) и рибосомы митохондрий и пластид (70S). Основная функция рибосом – непосредственное участие в синтезе белков.

Клеточный центр представляет собой особую область гиалоплазмы. В него входят центриоли и окружающие их специфические структуры. Центриоли не встречаются в клетках растений и некоторых простейших. Клетки же многоклеточных животных имеют две центриоли (материнскую и дочернюю), располагающиеся в интерфазе перпендикулярно друг другу. Центриоли принимают непосредственное участие в формировании веретена деления при митозе и мейозе. И по последним данным, организатором цитоскелета.

Мембранные органоиды. Органоиды мембранной природы, в свою очередь, подразделяются на две группы: а) органоиды энергетического обмена, к которым относятся митохондрии и пластиды, и б) органоиды, связанные с метаболизмом, – эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, лизосомы, пероксисомы и некоторые другие.

Митохондрии. Стенка митохондрий состоит из 2-х мембран - наружной и внутренней. Они подвижны и перемещаются в цитоплазме в зависимости от потребностей клетки. Митохондрии имеют собственную генетическую систему – митохондриальную ДНК и собственный белоксинтезирующий аппарат. Обычно в митохондрии содержатся несколько молекул кольцевой ДНК, напоминающей хромосому прокариот. В то же время показано, что большая часть белков митохондрий кодируется ядерной ДНК. Таким образом, митохондрии можно рассматривать как *полуавтономные* органоиды.

Общий план строения митохондрий один и тот же у всех эукариот. Митохондрия состоит из наружной мембраны, которая является ее оболочкой и внутренней мембраны, места энергетических преобразований. Внутренняя мембрана образует многочисленные складки (кристы), способствующие интенсивной деятельности по преобразованию энергии. На мембранах крист находятся многочисленные ферменты, участвующие в энергетическом обмене. Основная функция митохондрий – синтез АТФ.

Пластиды – специфические «энергодающие» органоиды растительных клеток. У высших растений выделяют следующие виды пластид: хлоропласты, лейкопласты и хромопласты, которые могут превращаться друг в друга. Хлоропласты имеют зеленый цвет, обусловленный присутствием хлорофилла. Лейкопласты бесцветны, а хромопласты бывают красного, желтого или оранжевого цвета из-за большого количества каротиноидов. Пластиды имеются только в фотосинтезирующих тканях. Число пластид в клетке варьирует от одной (например, у некоторых видов хламидомонад) до десятков и сотен у высших растений. Обычно клетки высших растений содержат около 30 хлоропластов. Их размеры в среднем составляют 4–6 мкм.

Общий план строения хлоропластов одинаков у всех растений. Подобно митохондриям, хлоропласты имеют наружную и внутреннюю мембраны, различающиеся по проницаемости. Избирательная проницаемость характерна лишь для внутренней мембраны.

Как и митохондрии, хлоропласты имеют собственную генетическую систему (ДНК) и собственный белоксинтезирующий аппарат. Несмотря на наличие собственной генетической системы, большая часть белков хлоропластов кодируется ядерной ДНК, т.е. хлоропласты, как и митохондрии, можно рассматривать как *полуавтономные органоиды*. ДНК хлоропластов имеет кольцевую структуру. Рибосомы хлоропластов имеют константу седиментации около 70S, что близко к рибосомам бактерий.

Эндоплазматическая сеть (ЭПС). Эндоплазматическая сеть – это разветвлённая сеть каналов и полостей в цитоплазме клетки, образованная мембранами. На мембранах каналов находятся многочисленные ферменты, обеспечивающие жизнедеятельность клетки. Различают 2 вида мембран ЭДС – гладкие и шероховатые. На мембранах *гладкой эндоплазматической сети* находятся ферментные системы, участвующие в жировом и углеводном обмене. Основная функция *шероховатой эндоплазматической*

сети – синтез белков, который осуществляется в рибосомах, прикрепленных к мембранам.

Эндоплазматическая сеть – это общая внутриклеточная циркуляционная система, по каналам которой транспортируются вещества внутри клетки и из клетки в клетку.

Комплекс Гольджи. Основным структурным элементом комплекса Гольджи является гладкая мембрана, которая образует пакеты уплощенных цистерн, или крупные вакуоли, или мелкие пузырьки. Цистерны комплекса Гольджи соединены с каналами эндоплазматической сети. Синтезированные на мембранах эндоплазматической сети белки, полисахариды, жиры транспортируются к комплексу, конденсируются внутри его структур и "упаковываются" в виде секрета, готового к выделению, либо используются в самой клетке в процессе её жизнедеятельности.

Лизосомы – небольшие овальные тельца диаметром около 0,4 мкм, окруженные одной трехслойной мембраной. В лизосомах находится около 30 ферментов, способных расщеплять белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды, липиды и др. вещества. Расщепление веществ с помощью ферментов называется *лизисом*, поэтому и органоид назван лизосомой. Полагают, что лизосомы образуются из структур комплекса Гольджи либо непосредственно из эндоплазматической сети. Функции лизосом: внутриклеточное переваривание пищевых веществ, разрушение структуры самой клетки при её отмирании в ходе эмбрионального развития, когда происходит замена зародышевых тканей на постоянные, и в ряде других случаев.

Вакуоли – это одномембранные органоиды, которые содержат не все клетки эукариот. Функции вакуолей разнообразны. В основном сводятся к секреции, хранению запасных веществ, аутофагия, автолиз, поддержанию тургорного давления. Формируются путем слияния провакуолей, которые образуют ЭПС и комплекс Гольджи. *Сократительные вакуоли*, характерные для простейших, регулируют осмотическое давление, вывод продук-

тов распада. В растительных клетках обычно имеется одна большая *центральная вакуоль*.

Центральная вакуоль занимает более половины объема растительных клеток. Основные функции – запас воды, накопление ионов, поддержание тургора. Мембрана вакуоли называется *тонопластом*, а внутреннее содержимое – *клеточным соком*, который содержит воду, минеральные соли, сахара, танины, органические кислоты, кислород, диоксид углерода, пигменты антоцианы, продукты клеточного метаболизма и др. Центральная вакуоль может содержать гидролитические ферменты, что позволяет ей выполнять функцию лизосом. После гибели клетки ферменты попадают в цитоплазму, и происходит автолиз.

Ядро. Ядро - важнейшая составная часть клетки. Оно содержит молекулы ДНК и поэтому выполняет две главные функции: 1) хранение и воспроизведение генетической информации, 2) регуляция процессов обмена веществ, протекающих в клетке. Большинство клеток имеет одно ядро, но можно наблюдать несколько ядер в одной клетке, например в клетках печени. Ядра могут выполнять разные функции, например, макронуклеус и микронуклеус у инфузорий. Известны многоядерные клетки с числом ядер в несколько десятков. Ядро окружено оболочкой, состоящей из двух мембран. Содержимое ядра включает кариоплазму, хроматин и ядрышко. В состав кариоплазмы входят различные белки, в том числе большинство ферментов ядра, свободные нуклеотиды, аминокислоты, продукты деятельности ядрышка и хроматина, перемещающиеся из ядра в цитоплазму. *Хроматин* содержит ДНК, белки и представляет собой спирализованные и уплотненные участки хромосом. *Ядрышко* представляет собой плотное округлое тельце, располагающееся в ядерном соке. Число ядрышек колеблется от 1 до 5 - 7 и более. Ядрышки есть только в неделящихся ядрах, во время митоза они исчезают, а после завершения деления образуются вновь. Ядрышко не является самостоятельным органоидом клетки, оно лишено

мембраны и образуется вокруг участка хромосомы, в котором закодирована структура рРНК. В ядрышке формируются рибосомы, которые затем перемещаются в цитоплазму.

Вопросы для закрепления теоретического материала:

1. Дайте определение систематике и назовите ее основные разделы.
2. Что вы понимаете под искусственными системами, когда их стали использовать и какова их роль сейчас в классификации организмов?
3. Назовите основные таксономические единицы и правила использования бинарной номенклатуры.
4. Объясните (привести примеры), почему в классификации организмов много спорных вопросов?
5. По новому высшему уровню в иерархии классификации среди клеточных форм жизни различают 3 домена: Bacteria, Archaea и Eukarya. Дайте им краткую характеристику.
6. Домен Eukarya включает пять царств: Животные (*Animalia*), Растения (*Plantae*), Грибы (*Mycota*), Простейшие (*Protozoa*), и Хромисты (*Chromista*). Дайте им краткую характеристику.
7. Какие организмы относятся к прокариотам?
8. Какие признаки примитивности прокариот по сравнению с эукариотами вы можете назвать?
9. Перечислите особенности архей, которые определяют отнесение их к отдельному домену.
10. Перечислите особенности археев, которые определяют их сходство с эукариотами.
11. Какие признаки позволяют отнести представителей ц. Цианобактерии к наиболее эволюционно продвинутому?
12. Объясните особенности метаболизма бактерий.
13. Каковы функции клеточного центра?

14. Каковы функции центриолей в клетке?
15. Назовите примеры клеточных включений.
16. Где формируется лизосома?
17. Что будет, если лизосома в одной из клеток внезапно разрушится?
18. Какова функция митохондрий?
19. В чем сходство митохондрий и пластид?
20. Назовите функции гладкой эндоплазматической сети.
21. Назовите функции гранулярной эндоплазматической сети.
22. Какую функцию выполняют рибосомы?
23. Почему большая часть рибосом расположена на мембранах эндоплазматической сети?
24. Почему аппарат Гольджи чаще расположен вблизи от ядра клетки?
25. Каковы функции ядра клетки?
26. Где располагаются хромосомы у бактерий?
27. Каковы функции цитоплазматической мембраны клетки?
28. Какими способами вещества могут проникать внутрь клетки?
29. Чем пиноцитоз отличается от фагоцитоза?
30. Почему у растительных клеток нет эндоцитоза?

Тема 3. Адаптация высших споровых растений к жизни на суше

Практическая работа № 2

Цель занятия: закрепить и углубить теоретические знания, продолжить формирование представлений об основных проблемах, которые возникли у растений при переходе к наземному существованию и путях их решения; доказать, что история эволюции растений связана с постепенно совершенствующимися адаптациями к жизни на суше.

Методические указания. Практические задания выполняются в два этапа:

1 этап – адаптация высших споровых растений к жизни на суше – аудиторная работа;

2 этап – адаптация семенных растений к жизни на суше – самостоятельная работа.

Задание 1. Привести доказательства, подтверждающие или опровергающие приведенные гипотезы происхождения высших растений. Проанализировать предложенные гипотезы, желательно рассмотреть и другие существующие гипотезы.

Общие сведения.

По имеющимся палеонтологическим данным, растения вышли на сушу примерно 440 млн лет назад (силурийский период палеозойской эры). Общепринятая гипотеза говорит о том, что некие водоросли, жившие вблизи берега, сначала «высунули голову на воздух», затем заселили приливно-отливную зону, а потом, постепенно превращаясь в высшие растения, целиком заселили берег. Впоследствии осуществилось поэтапное завоевание ими суши. Однако против такой точки зрения позднее было выдвинуто серьезное палеонтологическое возражение. При обилии палеоботанического материала мы не видим никаких его «промежуточных» стадий. Во всяком случае, ряд палеоботаников (Г. Стеббинс, Г. Хилл и С.В. Мейен) придерживаются гипотезы о происхождении высших растений не от водных низших, а от каких-то наземных зеленых водорослей (это одна из современных гипотез).

В настоящее время известны две группы гипотез, рассматривающих предковые корни высших растений: альгологическая и симбиогенетическая.

По «водорослевым» гипотезам становление высших растений ведется от какой-то группы водорослей.

Первые гипотезы относятся к концу 19 века.

Ф. Боуэр, Ф. Фрич, Р. Веттштейн и др. основывали свои гипотезы на том, что у многих высших растений гаметофиты на ранних стадиях имеют нитчатое строение, возможными предками считали *нитчатые зеленые водоросли*, обитавшие на мелководье или в зоне прилива, дальнейшая их эволюция шла на суше и сопровождалась не только морфологическими изменениями, но и появлением гетероморфного цикла развития.

Г. Шенк, Г. Понотье считали, что наземные растения произошли от *бурых водорослей*. Наличие у некоторых бурых водорослей (например, у ламинарии) четко выраженной смены поколений и гетероморфного цикла развития, сложное расчленение тела, паренхиматозное строение, многоклеточные спорангии и гаметангии. Но! У бурых водорослей пигменты – *хлорофилл а* и *хлорофилл с*, фукоксантин; продукты запаса – ламинарин и маннит. Бурые – исключительно морские организмы.

Ряд ученых предполагал, что наземные растения произошли от *красных водорослей*. Сложное расчленение тела многих красных водорослей, цикл развития с чередованием поколений. Но! У красных водорослей пигменты – *хлорофилл а*, фикобилины (фикоэритрины, фикоцианины, аллофикоцианин); в цикл развития нет жгутиковых стадий; очень своеобразный цикл развития; продукт запаса – «багрянквый крахмал».

Вторая половина 20 в. Л. Стеббинс, М. Шадефо и др. – происхождение от *зеленых водорослей*. *Хлорофиллы а* и *в*; двумембранные пластиды с выраженной системой внутренних мембран; основное запасное вещество – крахмал; всевозможные циклы развития, все типы полового процесса, имеются как зооспоры, так и апланоспоры; обитают преимущественно в пресной воде, встречаются на суше.

Другая группа гипотез представлена *симбиогенетическими* направлениями. Эти гипотезы не столько «противостоят» альгологическим, сколько их дополняют. Симбиоз водорослей с грибами увеличивает адаптационный

потенциал организма. В отличие от похожего симбионта – лишайника, где доминирует гриб, у предков высших в симбиозе доминировала зеленая водоросль. Факт симбиоза известен почти у 80 % современных высших растений, зафиксирован у древнейших наземных растений.

Задание 2. Изучить признаки, характерные для первичноводных растений (водорослей). Проанализировать преимущества обитания растений в водной среде.

Общие сведения.

Термин «водоросли» является чисто биологическим, а не систематическим. Само понятие обозначает группу организмов, которые объединяются рядом общих черт.

Известно больше ста тысяч водорослей. Их размеры могут колебаться от одного микрометра до 40 метров в длину. Основные признаки, характерные для водорослей, заключаются в том, что у них нет четкого разделения на побег, состоящий из стебля, листьев и цветка. Строение тела водорослей представлено талломом, или слоевищем. Вместо корневой системы имеются тонкие нитевидные отростки, называемые ризоидами, которые выполняют функцию прикрепления к субстрату. Вещества из окружающей среды водоросли поглощают всей поверхностью тела. У некоторых представителей таллом напоминает побег высших растений.



Рис. 3.1. Многоклеточные водоросли. Строение таллома

Однако у водорослей отсутствуют настоящие ткани, поэтому их относят к низшим эукариотам.

Задание 3. Перечислите и охарактеризуйте основные проблемы, которые возникли у растений при переходе от водного к наземному существованию (обязательно рассмотреть: обезвоживание, размножение, опора, питание, газообмен и др.).

Общие сведения.

История эволюции растений связана с постепенно совершенствующимися адаптациями к жизни на суше. Адаптации – это возникновение и развитие морфофизиологических свойств или признаков как ответ на изменяющиеся условия среды обитания. Сравнительный анализ водной и воздушной среды показал, что наземные условия существенно отличаются от условий жизни в водоеме: дефицитом воды и питательных веществ, влиянием солнечных лучей, низкой плотностью среды, газообменом в воздушной среде, сильными колебаниями температуры и др.

Свойства и функции воды.

1. Связывает в единую систему всю живую и неживую природу на планете. Вода подвижна, изменчива, но меняется не химический состав молекул, а структура кластера.

2. Вода – универсальный растворитель. Из-за полярности она не имеет в этом себе равных: в воде растворяется больше веществ, чем в каких-либо других жидкостях. Вещества в клетку поступают и выводятся только в растворенном виде.

3. По отношению к воде вещества в клетке делятся на 2 группы:

а) гидрофобные (fobos – страх, ужас): нерастворимы в воде (жиры, полисахариды и др.)

б) гидрофильные (fileon – люблю): растворимы в воде (минеральные соли, кислоты, моносахариды и др.)

Благодаря этому свойству воды (за счет гидрофобных взаимодействий) в клетке собираются:

- 1) биологические мембраны,
- 2) белки и ДНК принимают форму спирали.

4. Для воды характерна высокая теплоемкость (т.е. чтобы поднять температуру воды и разорвать водородные связи требуется много энергии). Так температура кипения воды 100 °С, а у этилового спирта 78,39 °С.

5. Высокая теплопроводность. Благодаря этому свойству в клетке и организме поддерживается тепловое равновесие.

6. Вода сама как химическое соединение участвует во многих химических реакциях. Например, реакции гидролиза идут за счет присоединения воды.

7. Является источником O_2 и H^+ при фотосинтезе (фотолиз воды).

8. Вода – основная среда для транспорта веществ в клетке (диффузия) и организме.

9. Обеспечивает объем и упругость клетки: тургорное и осмотическое давление, сохраняет форму клеток и организмов.

10. Среда для оплодотворения.

11. Среда для жизни водных организмов.

12. Вода - лимитирующий фактор жизни на нашей планете. Всюду, где есть вода, есть жизнь.

Водная среда обеспечивает высокое постоянство условий окружающей среды. Наземная же среда обитания в гораздо большей степени характеризуется изменчивостью таких важных факторов, как температура, интенсивность освещения, влажность и др.

Задание 4. Заполните таблицу и проанализируйте адаптационные приспособления высших споровых и семенных растений к наземным условиям существования. Особое внимание обратите на морфофизиологиче-

ские особенности покрытосеменных, позволившие им занять господствующее положение.

Таблица 3.1

**Адаптация мохообразных, папоротникообразных
и семенных растений к жизни на суше**

Признаки для сравнения	Мохообразные	Папоротниковидные	Голосеменные	Покрыто-семенные
Вегетативные органы				
Генеративные органы				
Проводящие ткани				
Относительное значение спорофитного и гаметофитного поколений в жизненном цикле				
Зрелый гаметофит				
Мужские гаметы				
Зрелый спорофит				
Равноспоровость или разнospоровость				
Местообитания				

Общие сведения.

Адаптации — это возникновение и развитие морфофизиологических свойств или признаков как ответ на изменяющиеся биотические и абиотические факторы.

При выходе растений на сушу, произошло достаточно много *изменений в морфологии, анатомии и физиологии растений*.

1. Образование и усложнение **покровной** ткани от тонкого *эпидермиса* (плотно сомкнутых клеток, лежащих одним слоем и покрытых кутикулой) до *пробки* и *древесины*. У наземных растений развивается кутикула – защитный восковой слой, уменьшающий испарение воды.

2. Образование специальных структур, выполняющих функцию *газообмена*, **устьица** на листе (у наземных цветковых они на нижней, затененной стороне листа, а у ведущих полуводный образ жизни на верхней стороне листа) или молодой части побега там, где орган покрыт эпидермисом, и **чечевички**, образующиеся на пробке.

3. Образование **механической** ткани: *колленхима*, *волокна* и *склериды*. Общая функция всех типов механической ткани – поддержание органов растения в воздушной среде. Появление способности к синтезу **лигнина**, привело к образованию механических элементов в тканях растения.

4. Появление **проводящей** ткани: сосуды и ситовидные трубки, обеспечивающие перенос воды и питательных веществ по всему организму растения, от места поглощения или образования до места использования или запасаения.

5. Появление **запасающей** ткани, прежде всего ткани, запасающей воду. Первые зачатки такой ткани появляются у сфагновых мхов (мертвые лигнифицированные клетки, заполняющиеся водой в период ее изобилия).

6. Появление **всасывающей ткани** во всасывающей зоне корня, выполняющей функцию поглощения воды и минеральных солей.

7. Помимо образования новых типов тканей при выходе растений на сушу произошло также образование новых **органов при дифференциации слоевища** (таллома), характерного для низших растений (водорослей).

8. Появление **спор** с прочными оболочками, способными переносить высушивание, приспособленными для переноса в воздушной среде (расселе-

ние ветром), а затем образование *семени*, защищающего зародыш спорофита от высыхания и других неблагоприятных факторов среды.

9. Переход к двум формам существования в жизненном цикле: *гаметофит* и *спорофит*, в дальнейшем развитие происходит по пути доминирования спорофита над гаметофитом.

10. Переход распространения гамет и оплодотворения от водного (водоросли), к капельному (папоротникообразные), а затем и полный отказ от использования воды.

Следует отметить, что эволюция высших растений тесно связана с выходом на сушу и завоеванием наземных ниш. Произшедшие в процессе адаптации морфофизиологические изменения давали преимущества в борьбе за существование при освоении новой среды обитания. Виды, исчезнувшие с лица Земли, не смогли адаптироваться к меняющимся условиям или не выдержали конкуренцию со стороны вновь появившихся растений, которые лучше были приспособлены к новой среде обитания.

Развитие растительного мира на Земле — долговременный процесс, в основе которого лежит переход растений от водного к наземному образу жизни.

Задание 5. Заполните табл. 3.2 и объясните схему эволюционных взаимоотношений отделов высших растений. Покажите на примерах эволюционное развитие и усложнение живой материи.

При изучении животного мира заполнение таблицы необходимо продолжить.

Таблица «Геологические периоды и развитие развития жизни на Земле» предполагает разделение не только на временные промежутки, но и на определенные этапы формирования живых организмов, возможные климатические изменения (ледниковый период, глобальное потепление).

Геологическая история Земли делится на большие промежутки — эры, эры делятся на периоды, периоды делятся на эпохи. Такое деление

было связано с событиями, происходившими на Земле. На основании геологических исследований, связанных с формированием земной коры, и изменений климата. Изменение абиотической среды влияло на эволюцию органического мира на Земле. Возникновение новых видов растений и животных, все это сопровождается изменениями и в неживой природе, климате.

Общие сведения.

Геологическая история Земли – последовательность событий в развитии Земли как планеты. Среди этих событий – образование горных пород, возникновение и разрушение форм рельефа, трансгрессия и регрессия моря, оледенения, появление и исчезновение видов живых существ.

Представление геологического времени на диаграмме (рис. 3.2), называемой геологическими часами, показана относительная длина эонов и эр истории Земли с пометками основных событий.

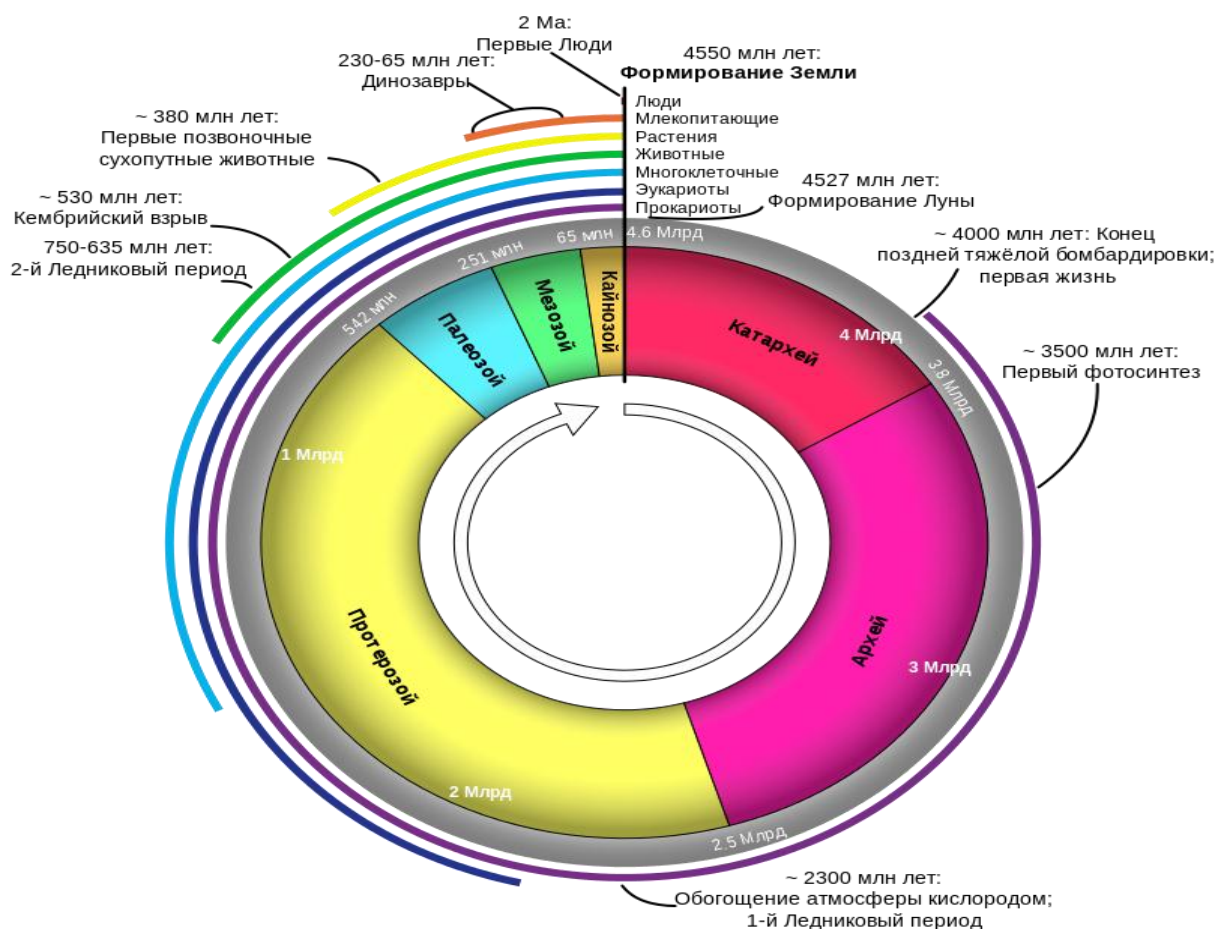


Рис. 3.2. История Земли. International Commission on Stratigraphy (февраль 2017).

Катархей охватывает первые полмиллиарда лет существования нашей планеты. Его верхнюю границу проводят по 4,0 млрд лет назад.

В архее произошло расплавление верхней мантии в связи с её перегревом и возникновение в геосфере магматического океана. Вся первоизданная поверхность Земли вместе с её первичной и изначально плотной литосферой очень быстро погрузилась в расплавы верхней мантии. Этим объясняется отсутствие катархея в геологической летописи.

Архейский эон – один из четырёх главных эонов в истории Земли. Продолжался от 4,0 до 2,5 млрд лет назад. В это время на Земле ещё не было кислородной атмосферы, но появились первые анаэробные бактерии, которые сформировали многие ныне существующие залежи полезных ископаемых: серы, графита, железа и никеля.

Эоархейская эра охватывает время от 4,0 до 3,6 млрд лет назад. Возможно, уже в конце этой эры появились прокариоты.

Палеоархей охватывает время от 3,6 до 3,2 млрд лет назад. К этой эре относится самая ранняя известная форма жизни (хорошо сохранившиеся остатки бактерий возраста более 3,46 млрд лет, Западная Австралия).

Мезоархей охватывает время от 3,2 до 2,8 млрд лет назад. В мезоархее на Земле уже существовали бактериальные маты.

Неоархей охватывает время от 2,8 до 2,5 млрд лет назад. Относится к Беломорскому циклу, в который происходило формирование настоящей континентальной земной коры. Кислородный фотосинтез впервые появился в этой эре, и стал причиной кислородной катастрофы, случившейся позже (в палеопротерозое) из-за ядовитого выброса кислорода в атмосферу.

Протерозойский эон — геологический эон, который длился от 2500 до $541,0 \pm 1,0$ млн лет назад. Самый длительный эон в истории Земли разделен на три эры: Палеопротерозойская, Мезопротерозойская и Неопротерозойская.

Палеопротерозой — геологическая эра, часть протерозоя, продолжавшаяся от 2,5 до 1,6 млрд лет назад. В это время наступает первая стабилизация континентов. В это время также эволюционировали цианобактерии — тип бактерий, использующих биохимический процесс фотосинтеза для производства энергии и кислорода.

Важнейшее событие раннего палеопротерозоя — кислородная катастрофа: значительное повышение содержания кислорода в атмосфере. До этого почти все формы жизни были анаэробами, то есть их обмен веществ зависел от форм клеточного дыхания, которые не требовали кислорода. Кислород в больших количествах губителен для большинства анаэробных бактерий, поэтому в это время большая часть живых организмов на Земле исчезла. Оставшиеся формы жизни были либо невосприимчивы к воздействию кислорода, либо жили в среде, его лишенной.

Эдиакарий — последний геологический период неопротерозоя, протерозоя и всего докембрия, непосредственно перед кембрием. Длился примерно с 635 по 541 млн лет до н. э. Название периода образовано от названия Эдиакарской возвышенности в Южной Австралии и утверждено Международным союзом геологических наук в 2004 году. До этого в русскоязычной, а иногда и зарубежной литературе использовался термин «вендский период» («венд», англ. Vendian period).

Землю населяли мягкотелые существа — вендобионты — первые из известных и широко распространённых многоклеточных животных.

В отложениях этого периода остатков живых организмов намного меньше, чем в более новых породах, потому что ещё не было организмов со скелетом. Но сохранилось довольно много отпечатков бесскелетных существ.

Фанерозойский эон — геологический эон, начавшийся ~ 541 млн лет назад и продолжающийся в наше время, время «явной» жизни. Этот эон начался с кембрийского периода («кембрийский взрыв» 540 миллионов лет

назад), когда произошло резкое увеличение числа биологических видов и появились организмы, обладающие минеральными скелетами. Предшествующая часть геологической истории Земли называется **криптозой**, то есть время «скрытой» жизни, поскольку следов её проявления находят очень мало.

Фанерозойский эон подразделяется на три геологических эры (от более древних к молодым): палеозой, мезозой, кайнозой.

Палеозойская эра, палеозой — геологическая эра древней жизни планеты Земля. Палеозой начался 541 миллиона лет назад и продолжался около 290 миллионов лет. Состоит из кембрийского, ордовикского, силурийского, девонского, каменноугольного и пермского периодов. В начале эры южные материки были объединены в единый суперконтинент Гондвану, а к концу к нему присоединились другие континенты и образовался суперконтинент Пангея. Началась эра с кембрийского взрыва таксономического разнообразия живых организмов, а закончилась массовым пермским вымиранием.

Кембрий — первый период палеозоя, как и всего фанерозоя. Начался 541 млн лет назад, закончился 485 млн лет назад, продолжался примерно 56 млн лет. Ордовикский период

Ордовик — начался 485 млн лет назад и продолжался 42 млн лет.

Силур — начался 443 млн лет назад, длился 24 млн лет. Нижняя граница силура определяется по крупному вымиранию, в результате которого исчезло около 60 % видов морских организмов, так называемому ордовикско-силурийскому вымиранию.

Девон — продолжался от 419 до 359 млн лет назад. Длительность — 60 млн лет. Этот период богат биотическими событиями. Жизнь бурно развивалась и осваивала новые экологические ниши.

Каменноугольный период, сокращенно карбон — геологический период в верхнем палеозое $358,9 \pm 0,4$ — $298,9 \pm 0,15$ млн лет назад. Назван из-за сильного углеобразования в это время.

Впервые появляются очертания величайшего суперконтинента в истории Земли — Пангеи. Пангея образовалась при столкновении Лавразии (Северная Америка и Европа) с древним южным суперконтинентом Гондваной. Незадолго до столкновения Гондвана повернулась по часовой стрелке, так что её восточная часть (Индия, Австралия, Антарктида) переместилась к югу, а западная (Южная Америка и Африка) оказалась на севере. В результате поворота на востоке появился новый океан — Тетис, а на западе закрылся старый — океан Рея. В то же время океан между Балтикой и Сибирью становился все меньше; вскоре эти континенты тоже столкнулись.

Пермь — начался $298,9 \pm 0,15$ млн лет назад, закончился $251,902 \pm 0,024$ млн лет назад, то есть длился 47 млн лет.

Мезозойская эра — участок времени в геологической истории Земли от 252 млн до 66 млн лет назад. Мезозой — эра тектонической, климатической и эволюционной активности. Происходит формирование основных контуров современных материков и горообразование на периферии Тихого, Атлантического и Индийского океанов; разделение суши способствовало видообразованию и другим важным эволюционным событиям. Климат был тёплым на протяжении всего временного периода, что также сыграло важную роль в эволюции и образовании новых видов животных. К концу эры основная часть видового разнообразия жизни приблизилась к современному её состоянию.

Триас — продолжался около 51 млн лет — от 252 до 201 млн лет назад.

Юрский — начался $201,3 \pm 0,2$ млн лет назад, длился около 56 млн лет.

Мел — продолжался около 79 млн лет — от 145 до 66 млн лет назад.

Кайнозойская эра – протяженностью в 66 миллионов лет, начиная с великого вымирания видов в конце мелового периода по настоящее время. Кайнозой делится на палеоген, неоген и четвертичный период (антропоген). Первые два раньше называли третичным периодом.

Таблица 3.2

Геологические периоды и развитие развития жизни на Земле

Эон	Эра	Период	Главнейшие геологические события. Климат.	Адаптация живых организмов к жизни на суше	Важнейшие ароморфозы
ФАНЕРОЗОЙ	Кайнозойская				
	Мезозойская				
	Палеозойская				
КРИПТОЗОЙ	Протерозой				
	Архей				
	Катархей				

Выводы по работе. Проанализируйте основные этапы и направления растительного мира. Особое внимание обратите на эволюцию морфофизиологических приспособлений у представителей отделов высших расте-

ний. Докажите, что основными особенностями эволюции растительного мира были (дайте развернутые объяснения):

- выход на сушу, дифференциация тела на органы (корень, стебель, лист) и дифференциация тканей (проводящие, механические, покровные);
- переход от наружного оплодотворения к внутреннему; возникновение цветка и двойного оплодотворения;
- возникновение семян, содержащих запас питательных веществ и защищенных от воздействия неблагоприятных условий среды семенными покровами (и стенками околоплодника у покрытосеменных);
- совершенствование органов размножения и перекрестного оплодотворения у покрытосеменных параллельно с эволюцией насекомых;
- возникновение разнообразных способов распространения плодов и семян.

Вопросы для закрепления теоретического материала:

1. Проанализируйте основные трудности, которые связаны с переходом растений от водного к наземному существованию.
2. Какие ароморфозы способствовали выходу растений на сушу?
3. Какие ароморфозы способствовали завоеванию суши растениями?
4. Почему моховидные имеют более мелкие размеры, чем большинство наземных растений?
5. Докажите, что папоротники лучше адаптировались к жизни на суше, чем мхи.
6. В чем выражается недостаточная адаптация мхов и папоротников к жизни на суше?
7. Докажите, что семенные растения адаптировались к жизни на суше лучше, чем споровые.
8. Почему покрытосеменные считаются более высокоорганизованными, чем голосеменные?

9. Почему семена и пыльца благоприятствуют выживанию цветковых растений?

10. Проанализируйте эволюционное развитие корневой системы.

11. Проанализируйте эволюционное развитие элементов побега.

12. Представители отдела Голосеменные были первыми семенными растениями, появившимися примерно 350 млн лет назад. Постепенно эта группа заняла господствующее положение в лесах и привела к вымиранию почти всех других форм за исключением нескольких видов плаунов, хвощей и папоротников. *Объясните почему?*

13. Значительно позже в зоне умеренных лесов голосеменные были сами вытеснены покрытосеменными, или цветковыми деревьями. *Объясните почему?*

Тема 4. Жизненный цикл высших растений

Практическая работа № 3

Цель занятия: закрепить и углубить теоретические знания о чередовании поколений (смене бесполого и полового поколений) в жизненном цикле растений различных таксономических групп, определить его биологическое значение.

Задание 1. Проанализируйте особенности гаплоидного и диплоидного поколений. Объясните биологическое значение чередования поколений в жизненном цикле высших растений. Докажите преимущество жизненного цикла, в котором преобладает диплоидная фаза.

Общие сведения.

В жизненном цикле растений наблюдается закономерное чередование полового и бесполого поколений. Гаплоидное, или половое, поколение называется гаметофитом, поскольку оно образует гаметы. Гаметы формируются в антеридиях (мужские) и архегониях (женские). Гамета – это со-

зревшая половая клетка с гаплоидным набором хромосом. В результате оплодотворения образуется зигота ($\text{♀} \times \text{♂}$), из которой вырастает диплоидное бесполое поколение – спорофит. Он способен лишь к бесполому размножению посредством образования гаплоидных спор, которые дают начало гаметофитному поколению.

Гаметофит и спорофит могут быть одинаковыми как морфологически, так и по продолжительности жизни (изоморфное чередование поколений), что характерно для многих представителей водорослей. У высших растений они, как правило, резко различны (гетероморфное чередование). В этом случае одно из поколений может преобладать над другим, и тогда на его долю приходится большая часть жизненного цикла. *Самостоятельно восстановите предложенную на рисунке 4.1 схему жизненного цикла высших растений.*

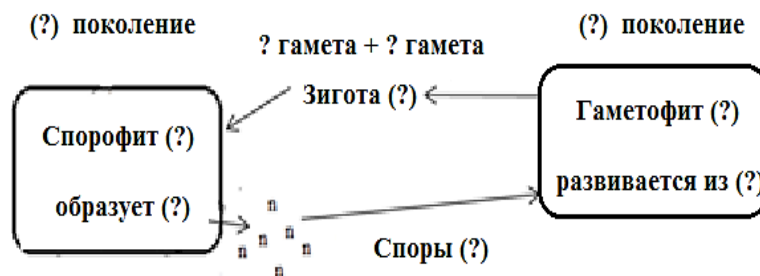


Рис. 4.1. Схема жизненного цикла высших растений

Для высших растений характерен тип жизненного цикла, связанный с чередованием поколений, в котором спорофит (диплоидная особь) в результате мейоза образует гаплоидные споры. При прорастании гаплоидных спор развиваются многоклеточные гаплоидные организмы (гаметофиты), формирующие в дальнейшем гаметы, при слиянии которых образуются диплоидные зиготы, дающие начало диплоидным особям. Чередование поколений имеет большое биологическое значение, так как при этом сочетается два способа размножения — бесполое и половое.

Значение бесполого размножения – скорость. Бесполое размножение требует существенно меньших затрат энергии, следовательно, больше шансов для расселения, но это будет большое число генетически одинаковых особей, признаки которых адаптированы для данных условий. При бесполом размножении новое растение наследует полностью все свойства материнского. Они могут занимать господствующее положение только здесь и сейчас.

При половом размножении потомство получается более разнообразное, с новыми комбинациями отцовских и материнских свойств, а иногда и с новыми признаками (возможные мутации). Новые организмы имеют высокую изменчивость (эволюционную пластичность), лучше адаптированы к изменяющимся внешним условиям. Они будут более стойкими в борьбе за существование. Такие размножающиеся половым путем виды и явились победителями в жизненной борьбе.

Однако, понятие «чередование поколений» следует считать условным, так как ни спорофит, ни гаметофит в отдельности не могут обеспечить полного цикла развития растения, они являются различными этапами жизни одного и того же растения. Но понятие о чередовании поколений и сам этот термин имеют столетнюю давность, и нет оснований заменять их чем-либо другим.

Задание 2. Изучите и проанализируйте эволюционные изменения и появившиеся преимущества у представителей различных систематических групп растений, связанные с редукцией гаметофита и развитием спорофита.

Общие сведения.

В процессе эволюции у высших наземных растений, кроме моховидных, закрепилось преобладание в жизненном цикле диплоидного спорофита, параллельно произошла редукция гаплоидного гаметофита, который у семенных растений превратился в группу клеток, формирующихся на спо-

рофите. Диплоидность дает ряд преимуществ спорофиту и, в первую очередь, она смягчает влияние неблагоприятных рецессивных мутаций на жизнеспособность, позволяет увеличить резерв наследственной изменчивости, что приводит к максимальному увеличению генетического разнообразия, необходимого для естественного отбора. Следовательно, диплоидные организмы обладают большей эволюционной пластичностью и могут лучше адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды.

Рассмотрим схему переход от гаплоидности к диплоидности в эволюционном развитии растений (рис. 4.2)



Рис. 4.2. Схема эволюционных изменений растений: А – увеличение размеров и продолжительности жизни спорофита, Б – редукция размеров гаметофита

У водорослей (за исключением высокоорганизованных бурых) все клетки, кроме зиготы, гаплоидны.

У мхов в жизненном цикле преобладает половое поколение (гаметофит), а бесполое поколение – спорофит – имеет подчиненное значение. Они представляют собой одно растение, при этом спорофит не может существовать без гаметофита. Строение гаметофита и наличие подвижных сперматозоидов делает представителей моховидных зависимыми от воды. Развитие жизненного цикла моховидных по пути возрастания самостоя-

тельности гаметофита и морфологического упрощения (с потерей самостоятельности) спорофита привело к эволюционному тупику.

В эволюции высших сосудистых растений происходит постепенная редукция (уменьшение и упрощение) гаметофита и преобладание в жизненном цикле спорофита. Уже у плаунов, псилотовых, хвощей и папоротников гаметофит представлен маленьким (от нескольких миллиметров до 3 см) заростком, не расчлененным на органы, живущим несколько недель (у плаунов, некоторых папоротников и псилоотов – несколько лет) независимо от спорофита. На заростках в антеридиях развиваются мужские гаметы – сперматозоиды, которые во влажную погоду либо во влажных условиях, плавая в воде, достигают архегония и сливаются с яйцеклеткой. Благодаря мелким размерам гаметофитов, оплодотворение у хвощей, плаунов и папоротников может происходить даже при наличии ничтожно малых количеств воды, например капелек росы, тумана. Споры с химически инертными, прочными оболочками, присутствовавшие уже у водорослей, позволяют будущим высшим споровым растениям переносить засушливые условия и могут распространяться ветром.

У семенных растений гаметофит утратил способность к самостоятельному образу жизни, и все развитие женского гаметофита протекает на спорофите внутри макроспорангия (или семязачатка), что выразилось в полной независимости полового размножения от наличия капельно-жидкой среды.

У голосеменных растений женский гаметофит представляет многоклеточный гаплоидный эндосперм с двумя (у сосны) или несколькими (у других голосеменных) архегониями; у покрытосеменных он редуцирован обычно до семи клеток, архегониев не имеет и называется зародышевым мешком, в котором созревает яйцеклетка.

Мужской гаметофит семенных растений развивается из микроспоры и представляет собой пыльцевое зерно (пыльцу), прорастающее в пыльце-

вую трубку с образованием двух спермиев. При этом впервые в эволюции растений процесс оплодотворения становится независимым от наличия капельно-жидкой среды, что является важнейшим приспособлением к наземному образу жизни.

Следовательно, эволюционное развитие растений включает переход от гаплоидности к диплоидности. В становлении большинства высших сосудистых растений происходит постепенное уменьшение и упрощение гаметофита, развитие и совершенствование спорофита.

Задание 2. Проанализируйте и сравните жизненные циклы представителей высших растений различных систематических групп. Сделайте соответствующие рисунки и обозначения. Охарактеризуйте представителей отделов по схеме:

Спорофит

Место в жизненном цикле ...

Общая характеристика ...

Условия и особенности прорастания спор ...

Гаметофит

Место в жизненном цикле ...

Общая характеристика ...

Размеры ...

Продолжительность жизни ...

Среда обитания ...

Определите закономерности чередования поколений.

Общие сведения.

Жизненный цикл представителей отдела Моховидные (рис. 4.3)

У мхов в цикле развития преобладает половое поколение (1).

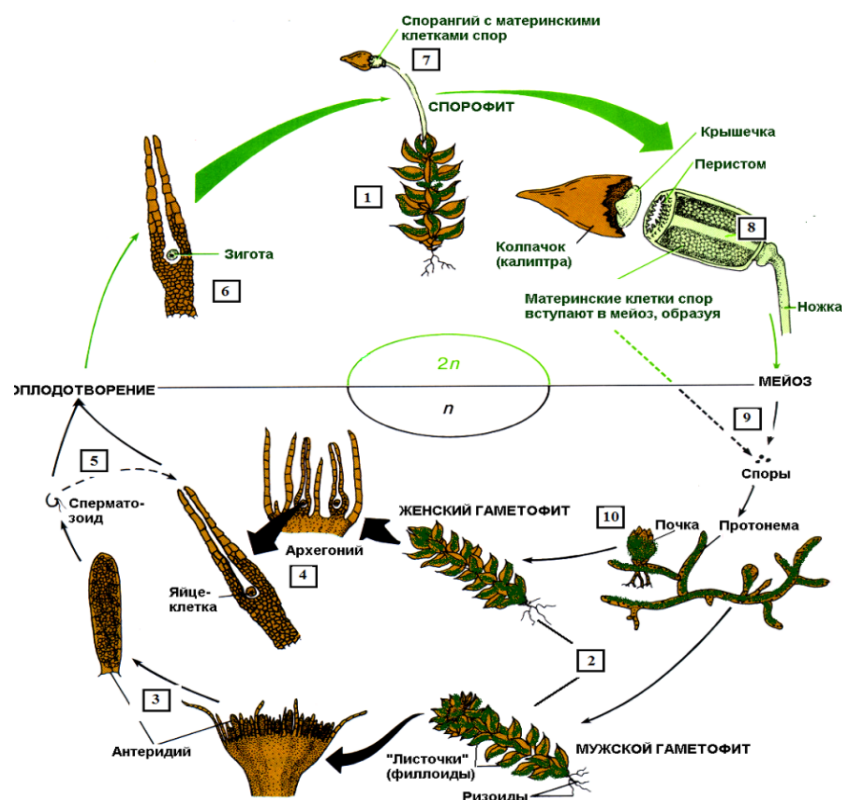


Рис. 4.3. Жизненный цикл мхов (кукушкин лен). Объяснение в тексте

Листостебельные растения мхов – раздельнополые гаметофиты (2). На мужских растениях формируются антеридии со сперматозоидами (3), на женских – архегонии с яйцеклетками (4). С помощью воды (во время дождя) сперматозоиды попадают к яйцеклеткам (5), происходит оплодотворение, возникает зигота (6). Зигота находится на женском гаметофите (1), она делится митозом и развивается спорофит (7) – коробочка на ножке. Таким образом, спорофит ($2n$) у мхов живёт за счёт женского гаметофита (n).

В коробочке спорофита ($2n$) путём мейоза образуются споры (8). Мхи – разнospоровые растения, различают микроспоры – мужские и макроспоры – женские. Из спор (9) путём митоза развиваются сначала проростки, а затем взрослые растения (10).

Условия полового процесса – обязательно наличие капельножидкой влаги. Зигота образуется внутри архегония, из нее вырастает спорофит.

Жизненный цикл представителей отдела Папоротниковидные (рис. 4.4).

У папоротников (также хвощей, плаунов) в жизненном цикле преобладает спорофит (1).

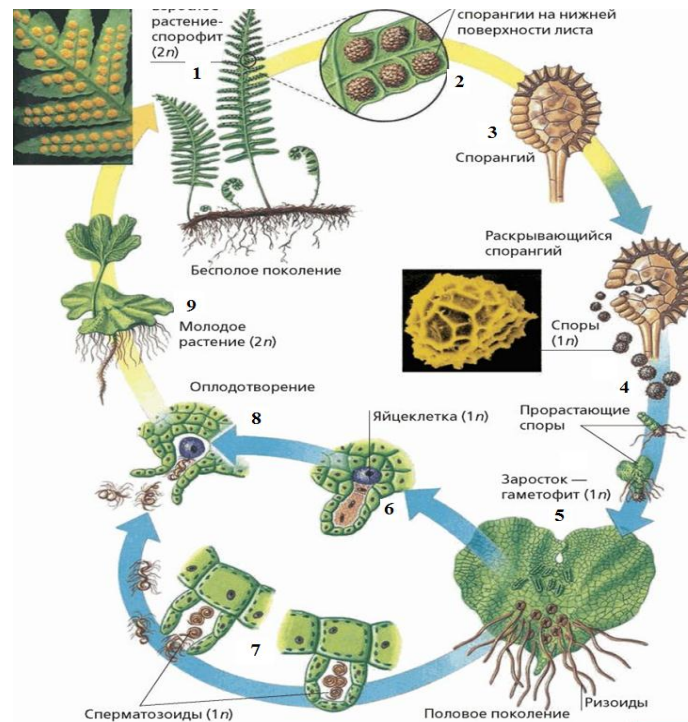


Рис. 4.4. Жизненный цикл папоротниковидных. Объяснение в тексте

Папоротники – нецветковые растения, размножающиеся спорами. То, что мы считаем листьями папоротника, на самом деле побеги, которые называют «вайи» (1). Вайи папоротников могут совмещать функции фотосинтеза и спороношения. На нижней стороне каждой вайи расположены спорангии, собранные в сорусы (2). Спорангии содержат споры (3).

Зрелые споры высыпаются и разносятся ветром (4). Из споры вырастает гаметофит, размер которого может достигать 3 см. По форме гаметофиты могут быть продолговатыми и сердцевидными (5). Последние наиболее широко представлены у современных папоротников и имеют вид зеленой плоской пластинки. Зеленые заростки недолговечны. На нижней стороне наземных заростков формируются архегонии (6) и антеридии

(7). Особенности гаметангиев и гамет – антеридии и архегонии на одном гаметофите у равноспоровых созревают в разное время. Антеридии выступают над поверхностью гаметофита. Сперматозоиды многожгутиковые.

После слияния половых клеток образуется одна клетка – зигота (8). Из зиготы развивается новый спорофит (9), который вырастает во взрослое растение — зрелый спорофит, то есть папоротник.

Условия полового процесса – наличие ничтожно малых количеств воды, например капелек росы, тумана.

Жизненный цикл представителей отдела Голосеменные (рис. 4.5). Листостебельное растение голосеменных растений – спорофит (1).

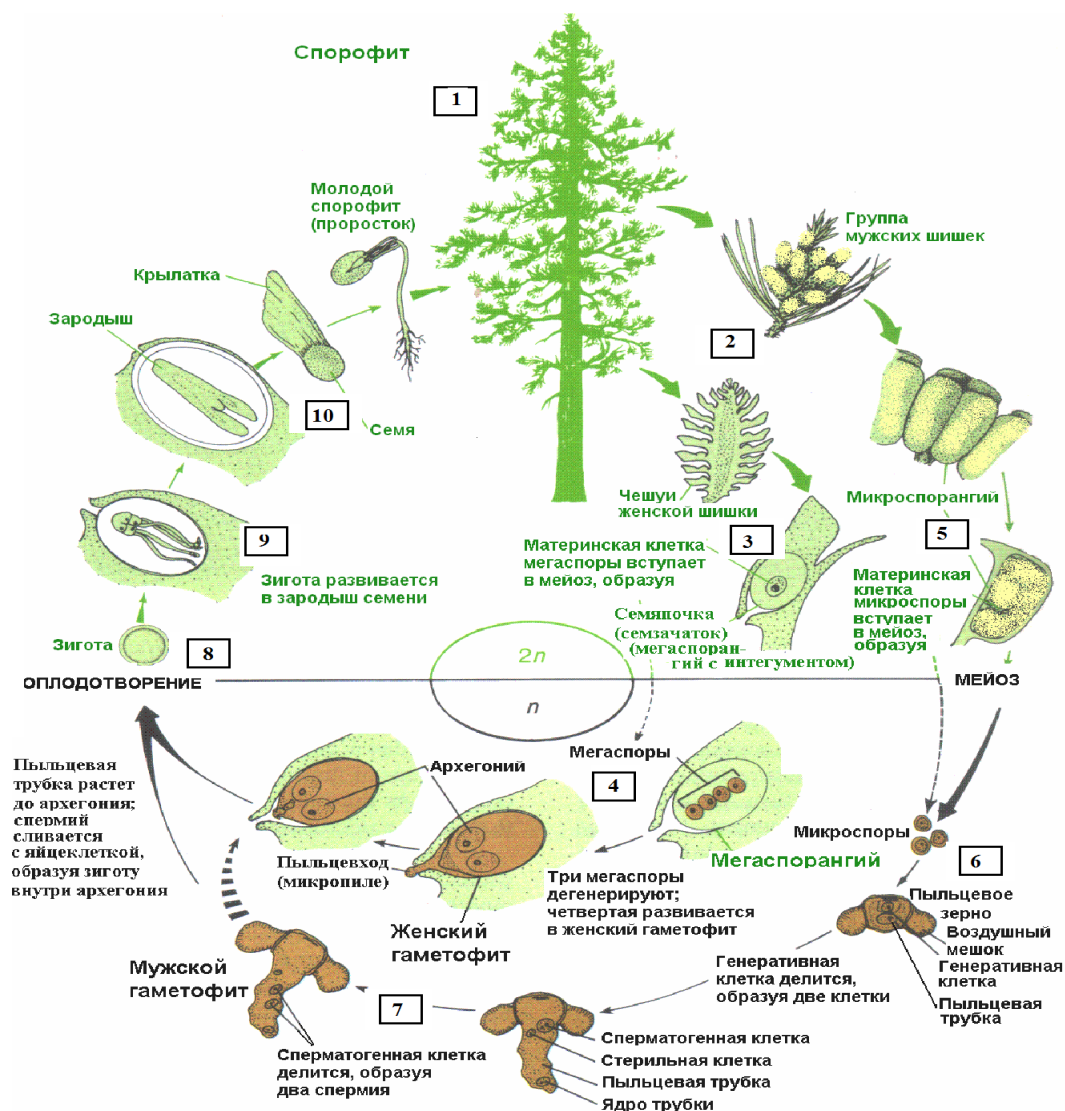


Рис. 4.5. Жизненный цикл голосеменных. Объяснение в тексте

На зрелом спорофите развиваются женские и мужские шишки (2).

На чешуйках женских шишек расположены семязачатки – мегаспорангии (3), в которых путём мейоза образуются 4 мегаспоры, 3 из них погибают, а из оставшейся – развивается женский гаметофит – гаплоидный эндосперм с двумя архегониями (4). В архегониях формируется яйцеклетка.

На чешуйках мужских шишек располагаются пыльцевые мешки – микроспорангии (5), в которых путём мейоза образуются микроспоры, из них развиваются мужские гаметофиты – пыльцевые зёрна (6), состоящие из двух гаплоидных клеток (вегетативной и генеративной) и двух воздушных камер.

Пыльцевые зёрна (пыльца) ветром переносятся на женские шишки, где митозом из генеративной клетки образуются 2 спермия, а из вегетативной – пыльцевая трубка, врастающая внутрь семязачатка и доставляющая спермии к яйцеклетке (7). Один спермий погибает, а второй участвует в оплодотворении, образуется зигота (8), из которой митозом формируется зародыш растения (9).

В результате из семязачатка формируется семя, покрытое кожурой и содержащее внутри зародыш и эндосперм (10).

Условия полового процесса – мужские гаметофиты (пыльца) переносятся на семяпочки ветром или опылителями (насекомыми, животными, птицами). Зигота образуется внутри семяпочки, из нее формируется зародыш спорофита, окруженный покровами семени: семенной кожурой (видоизмененный интегумент), пленчатым остатком нуцеллуса и эндоспермом (питательной тканью, образующейся из женского гаметофита).

Жизненный цикл представителей отдела Цветковые (рис. 4.6).

Покрытосеменные растения являются спорофитами. Органом их полового размножения является цветок (1). В завязи пестиков цветка находятся семязачатки – мегаспорангии (2), где происходит мейоз и образуются 4 мегаспоры, 3 из них погибают, а из оставшейся – развивается женский

гаметофит – зародышевый мешок из 8 гаплоидных клеток, одна из них – яйцеклетка, а две сливаются в одну – крупную (центральную) клетку с диплоидным набором хромосом (3).

В микроспорангиях пыльников тычинок путём мейоза образуются микроспоры, из которых развиваются мужские гаметофиты – пыльцевые зёрна, состоящие из двух гаплоидных клеток (вегетативной и генеративной) (4).

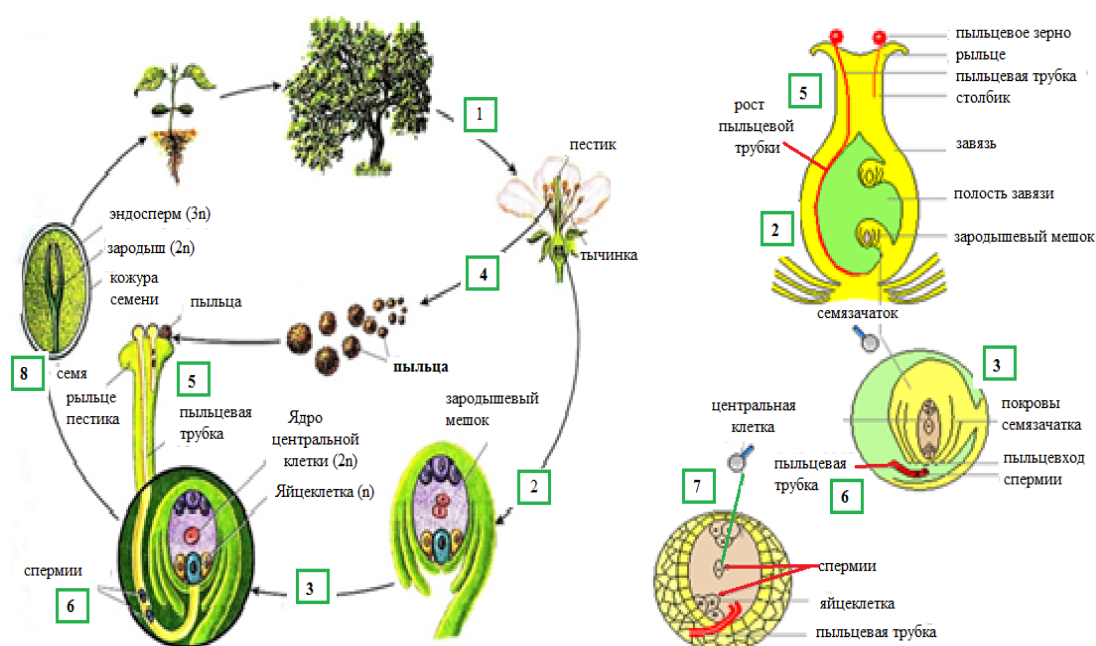


Рис. 4.6. Жизненный цикл представителей Цветковые. Объяснение в тексте

После опыления из генеративной клетки образуются 2 спермия, а из вегетативной – пыльцевая трубка (5), растущая внутрь семязачатка и доставляющая спермии к гаплоидной яйцеклетке и диплоидной центральной клетке (6). Один спермий сливается с яйцеклеткой и образуется зигота (7), из которой митозом формируется зародыш растения ($2n$). Вторым спермий сливается с центральной клеткой ($2n$) с образованием триплоидного эндосперма (7). Такое оплодотворение у покрытосеменных растений называется двойным. В результате из семязачатка формируется семя, покрытое кожурой и содержащее внутри диплоидный зародыш и триплоидный эндосperm (8).

Условия полового процесса – мужские гаметофиты (пыльца) переносятся на рыльце пестика цветков ветром или опылителями (насекомыми, животными, птицами). В зародышевом мешке семязачатки происходят особый тип полового процесса, характерный только для цветковых растений – двойное оплодотворение. 2 спермия достигают зародышевого мешка по пыльцевой трубке. Один из них сливается с яйцеклеткой, второй – с диплоидным центральным ядром. В результате этого процесса образуется семя с зародышем и триплоидным эндоспермом, заключенное внутри плода.

Выводы по работе.

Рассматривая схему (рис. 4.7), сравните соотношение гаметофита и спорофита в жизненном цикле высших растений и объясните преимущества представителей отдела Покрытосеменные.



Рис. 4.7. Сравнение моховидных, споровых и семенных растений.

Вопросы для закрепления теоретического материала:

1. Какие изменения в жизненном цикле сопровождали эволюцию сосудистых растений?
2. Как происходит бесполое и половое размножение водорослей?
3. Докажите, что изоморфный тип жизненного цикла не характерен для высших растений.

4. Докажите, что разнospоровые растения имеют преимущество, и эволюционное развитие растений шло в этом направлении.

5. Какой хромосомный набор характерен для споры, гаметофита и спорофита? Что такое гамета и зигота: особенности строения?

6. Какое поколение называют бесполом и половым?

7. Докажите, что чередование поколений имеет большое биологическое значение при адаптации растений к наземному образу жизни.

8. Докажите, что в основе биоразнообразия растительного мира лежит чередование поколений.

9. Проанализируйте эволюционные изменения спорофита у представителей различных систематических групп растений

10. Докажите, что направление развития жизненного цикла моховидных привело к эволюционному тупику.

11. В чем сходство и в чем различие жизненного цикла мохообразных и папоротникообразных?

12. Какой хромосомный набор характерен для листьев (вай) и заростка папоротника? Объясните, из каких исходных клеток и в результате, какого деления образуются эти клетки.

13. Какие ароморфозы позволили голосеменным растениям выдерживать конкуренцию со споровыми?

14. Какие признаки покрытосеменных способствовали их процветанию на Земле?

15. Назвать представителей моховидных в Крыму, места их обитания.

16. Назвать представителей папоротниковидных в Крыму, места их обитания.

17. Назвать представителей голосеменных в Крыму, места их обитания.

18. Назвать представителей цветковых в Крыму, места их обитания.

Тема 5. Растительные ткани

Практическая работа № 4

Цель занятия: закрепить и углубить теоретические знания о строении и функциях растительных тканей у различных таксономических групп растений, определить биологическое значение дифференциации тканей.

Общие сведения.

Строение растений усложнялось в течение многих миллионов лет. В процессе эволюции возникали новые ткани, увеличивалось число разных типов клеток, входящих в состав тканей. Так у примитивных водорослей все клетки одинаковые у наиболее эволюционно продвинутых бурых водорослей не превышает 10. У мхов насчитывается около 20, у папоротникообразных – около 40, а у покрытосеменных растений уже около 80 различных типов клеток. У всех многоклеточных организмов имеются системы клеток, сходных по строению и функциям – ткани.

Ткань– система клеток и межклеточного вещества, объединенных общим происхождением, строением и выполняемыми функциями.

Различают шесть основных типов тканей:

- образовательные (меристематические) ткани;
- покровные (пограничные) ткани;
- основные ткани;
- механические ткани;
- проводящие ткани;
- выделительные (секреторные) ткани.

Специализация клеток повышает эффективность работы всего организма в целом, но совместная деятельность различных тканей должна быть координированной и интегрированной. Большую роль в этом играет межклеточное вещество, межклеточное пространство и *межклеточные кон-*

такты, возникающие в местах соприкосновения клеток в тканях. Межклеточные контакты служат для межклеточного транспорта веществ и передачи сигналов. Основной тип межклеточных контактов осуществляется посредством цитоплазматических нитей (плазмодесм), которые связывают внутреннее содержимое соседних растительных клеток. Располагаются плазмодесмы (desmos – связь) в канальцах, образующихся при делении клеток.

Задание 1. Изучите роль межклеточного вещества и межклеточного пространства в образовании непрерывной разветвленной системы, соединяющей все органы, ткани и клетки растения. Проанализируйте комплекс внеклеточных процессов, формирующих необходимую для клетки среду.

Общие сведения.

Клетки в тканях, как правило, погружены и контактируют со сложной сетью макромолекул, заполняющих межклеточное пространство. Стенки смежных клеток находятся в физическом контакте, все они образуют непрерывную зону, через которую вода и ионы могут свободно диффундировать, не встречая на своем пути барьеров проницаемости.

Апопласт — внеклеточная структура у высших растений, составленная клеточными стенками и межклетниками. По апопласту за счёт капиллярных сил, возникающих между элементами клеточной стенки, осуществляется транспорт почвенной влаги и всех растворённых в ней веществ (например, минеральных солей, воды и органических веществ). Апопластический транспорт блокируется в гидрофобных частях клеточных стенок: поясах Каспари, воздухоносных полостях и кутикуле. В отличие от симпластического транспорта при апопластическом транспорте энергия растения напрямую не расходуется.

Симпласт — это система взаимосвязанных протопластов растения. Протопласты соседних клеток соединяются между собой плазмодесмами — цитоплазматическими тяжами, проходящими через поры в клеточных

стенках. Вода с любыми растворенными в ней веществами, попав в протопласт одной клетки, может двигаться дальше по симпласту, не пересекая никаких мембран. Следовательно, у растений имеется единая система протопластов всех клеток, объединяемых многочисленными плазмодесмами.

Схема апопластического и симпластического транспорта водных растворов объясняет механизмы перераспределения водорастворимых веществ в растениях:

- транспорт ассимилятов из фотосинтезирующих клеток мезофилла листа до флоэмных окончаний;
- транспорт воды и водорастворимых микроэлементов из клеток корневых волосков в ксилему.

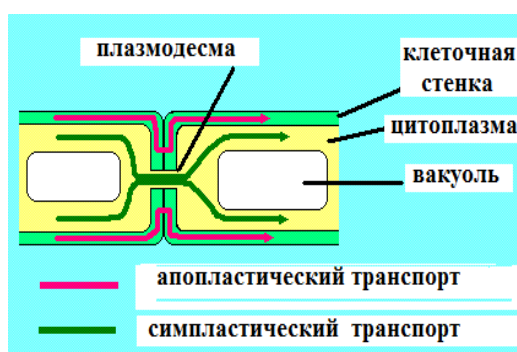


Рис. 5.1. Схематическое изображение апопластического и симпластического транспорта воды (водных растворов)

Многие патогены растений – вироиды и вирусы – переносятся между клетками посредством плазмодесм, несмотря на свои большие размеры. Существует предположение, что вирусы экспрессируют белки, которые расширяют поры плазмодесм, делая возможным транспорт даже довольно крупных вирусных частиц. Механизм действия этих белков пока не известен.

Задание 2. Определите связи между строением и выполняемыми функциями в рассматриваемых типах тканей. Используя рисунки и текст пособия, заполните таблицу.

Общие сведения.

В соответствии с формой, строением и характером соединения клеток ткани бывают паренхимные и прозенхимные, живые и мертвые, рыхлые и плотные, толсто- и тонкостенные, временные и постоянные. Прозенхима – растительная ткань, состоящая из вытянутых (длина во много раз превышает ширину) и часто заострённых на концах клеток, различных по происхождению и функциям. Если же клетки не заострены, то такая ткань называется паренхимой.

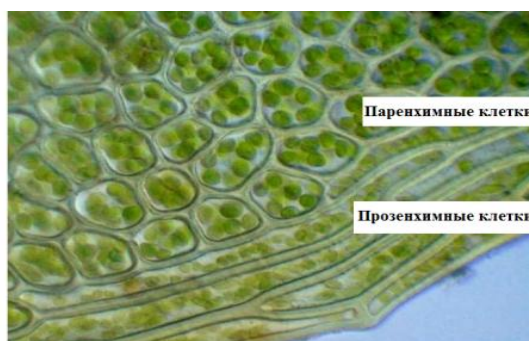


Рис. 5.2. Паренхимные и прозенхимные

Временной является образовательная ткань (осуществляющая рост). А постоянными – покровная, механическая, проводящая, основная, выделительная.

Задание 2.1. Рассмотрите основные виды образовательных тканей, их дифференциацию в другие растительные ткани, место их расположения в растениях, значение в онтогенезе растений. Для изучения строения образовательных тканей сравните побеги текущего года и побеги 2-3 летние древесных растений, рассмотрите строение соломины злаковых.

За 4-5 дней до начала занятия заложите семена фасоли на прорастание. Приготовьте и изучите препараты конуса нарастания побега и корня. Осторожно освобождая верхушку от листьев, обнажите конус нарастания побега. Снимите обнаженную верхушку иглой и перенесите ее на пред-

метное стекло в каплю воды, накройте, не прижимая покровным стеклом. Верхушку корня и участок с корневыми волосками осторожно перенесите на предметное стекло в каплю воды. Микроскопируйте и зарисуйте при увеличении 10×40 .

Найдите и сфотографируйте образование раневой меристемы на стволе или ветке дерева.

Заполните таблицу аналогично приведенному примеру.

Меристемы	Месторасположение	Роль	Результат
1. Апикальная (верхушечная) <i>(рисунок)</i>	Располагается на верхушке побегов (главных и боковых) и на кончике всех молодых корешков <i>(рисунок)</i>	Обеспечивает первичный рост, образуя первичное тело растения	Рост побегов и корней в длину (высоту), их ветвление

Общие сведения.

У многоклеточных растений рост (за исключением ранних стадий развития зародыша) происходит лишь в определённых участках и продолжается всю жизнь. Растения обладают неограниченным ростом благодаря наличию образовательных тканей, которые дают начало остальным видам тканей.

Меристема (образовательная ткань) – это группа клеток, сохраняющих способность к митотическому делению, в результате этого деления образуются дочерние клетки. Часть клеток меристемы сохраняет способность делиться, другая их часть постепенно дифференцируется и формирует постоянную ткань.

Дифференциация – превращение одинаковых клеток образовательной ткани в клетки разных тканей, отличающихся друг от друга структурно-функциональной организацией.

Меристемы образованы недифференцированными (паренхимными) округлыми или многогранными клетками. По происхождению различают:

первичные и вторичные меристемы. Первичные – меристемы зародыша, они обуславливают развитие проростка и первичный рост органов. Вторичные меристемы возникают на базе первичных и обеспечивают рост органов. Основным отличием является направление деления клеток по отношению к поверхности органа:

- клетки первичных меристем делятся в поперечном, радиальном и тангентальном (параллельном поверхности) направлении – поэтому клетки лежат беспорядочно;
- клетки вторичных меристем – только в тангентальном, поэтому клетки лежат чёткими рядами.

По местоположению различают верхушечные, боковые и вставочные меристемы (рис. 5.3).

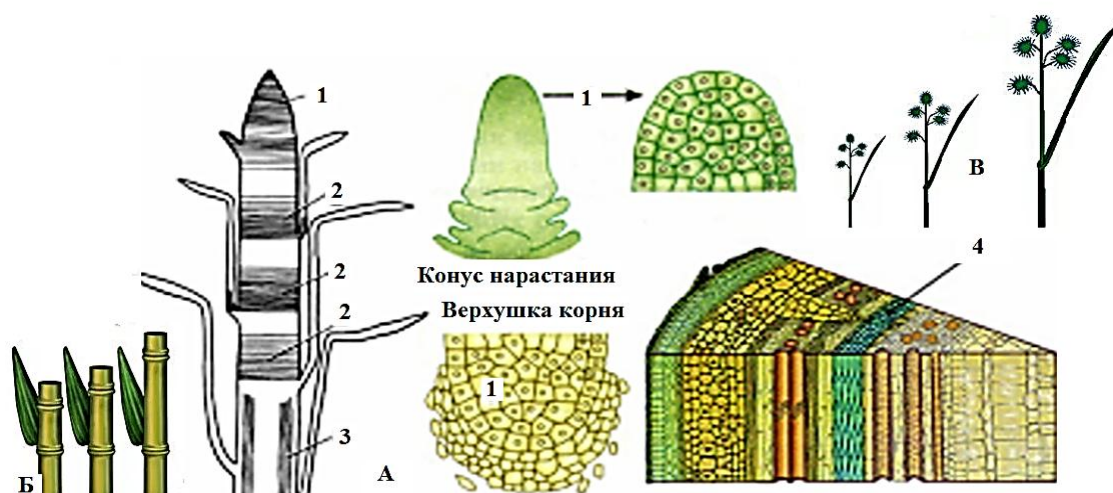


Рис. 5.3. А– схема расположения меристем; Б – вставочный рост стебля происходит за счет образовательной ткани, расположенной в узлах (2); В – верхушечный рост стебля обеспечивает образовательная ткань конуса нарастания (1);

1 – апикальные меристемы; 2 – интеркалярные меристемы; 3 – латеральные меристемы; 4 – камбий

Апикальные меристемы располагаются на верхушке побегов (главных и боковых) и на кончике всех молодых корешков. Такое расположение меристем определяется уже в начальных фазах онтогенеза. При дифференци-

ации тела в кончике первичного корешка и на верхушке первичной почечки локализуются группы меристематических клеток, формирующих апикальные меристемы. Верхняя часть апикальной меристемы представлена инициалами (единственной клеткой – у хвощей и многих папоротников и многоклеточной структурой – у семенных растений). Верхушечные меристемы обуславливают рост побегов (рис. 5.3, в) и корней в длину (высоту), их ветвление. Каждый боковой побег и корень также имеет апикальную меристему.

Вставочные (интеркалярные) меристемы. Участки интенсивно делящихся клеток, расположенные обычно в узлах побегов или в основаниях листовых пластинок, что делает возможным рост в длину в промежуточных участках (рис. 5.3, Б). Когда рост междоузлий или листа прекращается, интеркалярная меристема превращается в постоянные ткани, то есть их деятельность кратковременна. Но иногда эти меристемы могут функционировать достаточно долго (например, у оснований междоузлий хвощей, злаков). Это существенно для тех растений, у которых апикальные участки часто подвергаются повреждению или разрушению, например, объедаются травоядными животными (у злаков).

Боковые (латеральные) меристемы относятся к вторичным. Возникают за счет деятельности первичных меристем. Как правило, обуславливают утолщение осевых органов. К латеральным меристемам относятся **камбий**, пробковый камбий – **феллоген**.

К *вторичным меристемам* относятся и раневые (травматические) меристемы. Появляются в местах механического разрушения тканей из живых клеток различных паренхимных тканей, образуя раневую ткань – каллюс (каллус). Обеспечивают зарастание раны, перекрывают доступ возбудителям болезней.

У двудольных растений стебли и корни растут в толщину благодаря делению клеток другой образовательной ткани – *камбия* (рис. 5.3). На по-

перечном срезе стебля или корня клетки камбия образуют кольцо. Делясь, они откладывают внутрь от кольца клетки древесины, а наружу – клетки луба. Деление клеток камбия начинается весной и прекращается осенью. На спиле ствола отчетливо видна граница между осенними клетками механической древесины и крупными весенними клетками, образующими сосуды.

Задание 2.2. Изучите основные виды покровных тканей. Сравнить побеги текущего года и побеги 2-3 прошлых лет древесных растений. Обратите внимание, что листья и молодые зеленые побеги, как чехлом, покрыты однослойной первичной покровной тканью. Приготовьте препараты из тонкой кожицы с сочной чешуи луковицы лука, листа клена остролистного и листа магонии падуболистной.

Ход работы. Возьмите лист и осторожно пинцетом поддев нижнюю кожицу (эпидерму), снимите небольшую ее полоску, поместите на предметное стекло в каплю воды и накройте покровным стеклом. Микроскопируйте и зарисуйте при увеличении 10х40. Обратите внимание на плотность прилегания и извилистость стенок клеток эпидермиса. Рассмотрите форму замыкающих клеток устьиц, отметьте наличие в них хлоропластов. Зарисуйте препарат при увеличении 10х40 и сделайте обозначения: замыкающие клетки, устьичная щель, побочные клетки, эпидермальные клетки.

Общие сведения.

Как правило, покровными тканями называют ткани, покрывающие тело растения и взаимодействующие с внешней средой. Главная задача этого типа ткани – обеспечить растению защиту, а также регулирует газообмен и транспирацию. Покровная ткань появилась у организмов, как только они вышли на сушу. К собственно покровным тканям относятся *первичная* покровная ткань – эпидерма(эпидермис, кожица), *вторичная* покровная ткань – перидерма и *третичная* покровная ткань – корка.

Первичная покровная ткань. Листья, молодые стебли, цветки и плоды покрыты однослойной покровной тканью — **эпидермой** (от греч. «эпи» — «на» и «дерма» — «кожа») (рис. 5.4). У водорослей эпидермы еще нет, однако у споровых растений она уже присутствует. Клетки эпидермы обладают утолщенной наружной стенкой. Они плотно прилегают друг к другу.



Рис. 5.4. Первичная покровная ткань: 1 – лист, покрытый восковым налетом;
2 – лист крапивы, покрытый железистыми волосками

На внешней стенке некоторых клеток эпидермы образуются выросты (волоски), они бывают *одноклеточные* и *многоклеточные*, а кроме того, *мёртвые* или *живые*. Волоски эпидермы, образующиеся на её поверхности и отличающиеся чрезвычайным разнообразием, как формы, так и густоты. Они выполняют защитную функцию, сильное опушение защищает растение от перегрева и потери влаги. Железистые волоски выполняют защитную функцию (например, у крапивы). У подмаренника цепкого на стеблях имеются загнутые волоски в виде крючочков (шипики), которые помогают стеблям цепляться за опору. У листьев лаванды, от железистых волосков зависит аромат растения. Среди волосков выделяется группа исключительно ценных в практическом отношении. Например, на клетках эпидермы семени хлопчатника развиваются длинные волоски. Первоначальная

длина волоска может увеличиться в 2000 раз. Стенки волоска постепенно утолщаются, но остаются целлюлозными, покрытыми кутикулой (чистой целлюлозы 90 % и более). После созревания семян цитоплазма отмирает. Волосок имеет вид длинной и узкой ленточки, закрученной по оси.

Снаружи клетки эпидермы покрыты слоем кутикулы, состоящей из липоподобного вещества кутина и полисахарида пектина. Кутикула особенно развита у растений засушливых местообитаний. Иногда эпидермальный слой покрывается восковым налётом различной толщины. Обратите внимание на голубовато-сизый налёт на стеблях и листьях ржи, многих сортов пшеницы, овса, гвоздики, эвкалипта, на хвое серебристой ели. Очень резко он выделяется на зрелых плодах сливы, винограда.

Для газообмена, транспирации и терморегуляции в эпидерме имеются специальные образования – *устьица*.

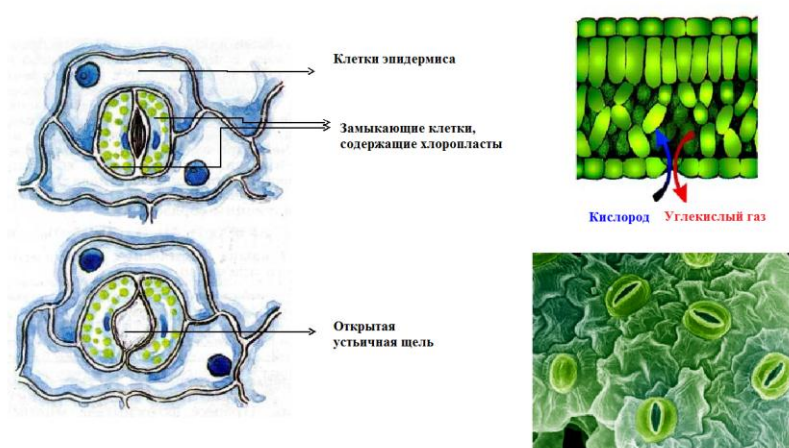


Рис. 5.5. Схематичное изображение устьиц (объяснение в тексте)

Устьичный аппарат формируется специальными клетками: двумя замыкающими и несколькими побочными. Замыкающие клетки отличаются от других повышенным количеством хлоропластов. Кроме того, их стенки неравномерно утолщены. Еще одна особенность строения замыкающих клеток – большее количество митохондрий и лейкопластов с запасными питательными веществами. Клетки эпидермы, окружающие замыкающие, называют побочными или прилегающими. Под устьищем находится газо-

воздушная камера. Замыкающие и побочные клетки, устьичная щель и газозовоздушная камера образуют устьичный аппарат. Устьица чаще располагаются на нижней стороне листа, но если растение водное – на верхней.

Эпиблема (ризодерма) покрывает молодые корни и выполняет всасывательную функцию. На поверхности клеток образуются боковые выросты – корневые волоски. Устьица и кутикула у эпиблемы отсутствуют.



Рис. 5.6. Всасывающие волоски корня

Остальные типы всасывающих тканей связаны с адаптациями разных систематических групп растений. Например, воздушные корни у эпифитов, которые не паразитируют на деревьях (орхидеи) они свободно свисают в воздухе и способны поглощать влагу в виде дождя или росы на поверхности воздушных корней. На поверхности воздушных корней образуется веламен, по происхождению эта ткань соответствует ризодерме.

Перидерма — сложная многослойная вторичная покровная ткань стеблей, корней и корневищ многолетних (реже однолетних) растений, сменяющая эпидермис. Зеленый цвет побегов первого года становится бурым. Образование перидермы связано с деятельностью вторичной меристемы — *феллогена* (пробкового камбия), клетки которого делятся и дифференцируются в центробежном направлении (наружу) в пробку (феллему), а в центростремительном, (внутри) — в слой живых паренхимных клеток (феллодерму). *Пробка, феллоген и феллодерма составляют перидерму.*

Основные функции перидермы – это защита растения от механических повреждений, от проникновения болезнетворных организмов, а также

обеспечение нормальной температуры. Последняя функция обеспечивается наружным слоем – феллемой, так как ее клетки заполнены воздухом.

На некоторых деревьях (пробковый дуб) слой пробки достигает нескольких сантиметров в толщину. Клетки пробки пропитаны жироподобным веществом, непроницаемым для воды и газов.



Рис. 5.7. Строение перидермы (А)

Воздух к внутренним тканям проникает через **чечевички** — особые поры в пробке, хорошо заметные на молодых веточках деревьев как чёрточки или небольшие бугорки. Их много на дыхательных корнях тропических деревьев, растущих на болотах.

Корка ежегодно наращается за счет отмерших клеток феллогена. Так возникает толстое многоклеточное и мертвое образование. Это дополнительная покровная ткань находится снаружи, вокруг перидермы. Основная функция корки – защита растения от механических повреждений и от резких перепадов температуры. Постепенно корка растягивается, за счет чего увеличивается диаметр ствола дерева. Однако данная ткань обладает достаточно низкой эластичностью, так как ее клетки обладают очень твердыми ороговевшими оболочками. В связи с этим вскоре корка лопается и образуются трещины.

У деревьев разных пород корка образуется в разном возрасте: ствол яблони, например, покрывается коркой уже к шести—восемью годам, сосны — к десяти, а дуба — лишь к 25.

Выводы. Объясните особенности строения каждого вида покровной ткани в тесной связи с ее функциями. Составьте фотоколлекцию (слайды) повреждений коры различных древесных растений в городе (обязательно обозначьте место, где расположен объект).

Задание 2.3. Изучите виды основных тканей. Обратите внимание на особенности строения каждого типа паренхимной ткани в тесной связи с ее функциями. Для изучения строения основных тканей сравните листья нескольких растений адаптированных к разным экологическим условиям. Рассмотрите при увеличении 10×4 и 10×40 строение хлоренхимы. Обратите внимание на количество устьиц.

Общие сведения.

Большую часть тела растения составляют относительно мало специализированные основные ткани. Они занимают участки между другими постоянными тканями и присутствуют во всех вегетативных и репродуктивных органах. Рассмотрим места локализации:

- основная паренхима, заполняющая сердцевину стеблей;
- древесная паренхима, расположенная между сосудами и древесными волокнами в древесине;
- лубяная паренхима, расположенная между ситовидными трубками и волокнами в лубе;
- феллодерма, расположенные в перидерме живые паренхимных клетки;
- столбчатая и губчатая ткань – хлорофиллоносная паренхима, расположенная в листовой пластине;
- запасающая паренхима – ткань, образующая эндосперм семян, основную массу клубней, корнеплодов, плодов;
- воздухоносная ткань характерна для водных растений с плавающими листьями и стеблями.

Основная ткань бывает: водоносной, воздухоносной, ассимиляционной и запасящей. Ткани этого типа обладают общим планом строения, но имеют и ряд структурных и функциональных особенностей (рис. 5.8).

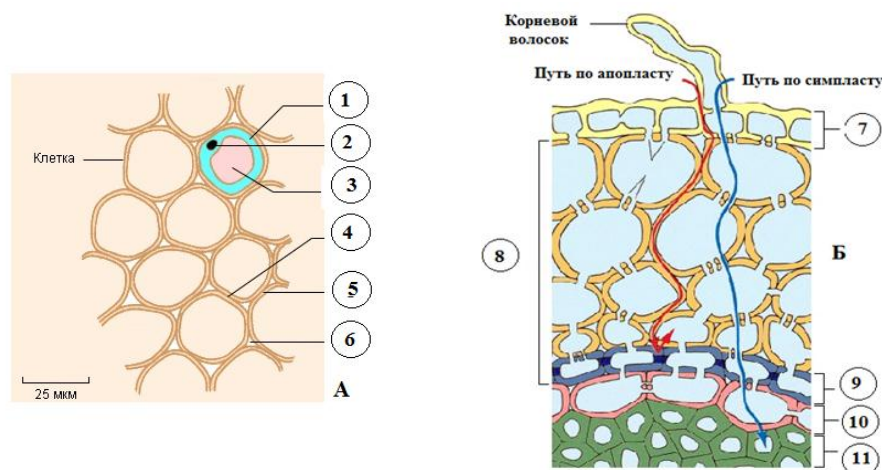


Рис. 5.8. А – основная ткань; Б – метаболическая активность основной ткани:
1 – периферический слой цитоплазмы, 2 – ядро клетки, 3 – центральная вакуоль,
4 – срединная пластинка, 5 – клеточная стенка, 6 – заполненный воздухом
межклетник, 7 – эпидермис, 8 – кора, 9 – эндодермис, 10 – перицикл, 11 – сосуды

Основная ткань всех четырех видов состоит из живых клеток с тонкими стенками, разнообразных по форме, цитоплазма этих клеток чаще расположена постенно, т.к. центральное место занимает вакуоль. Основная ткань в противоположность другим очень богата межклеточными пространствами. Размеры межклетников весьма разнообразны, начиная от узких каналов и заканчивая крупными полостями, во много раз превышающими размеры самих клеток. Неспециализированные в структурном плане клетки паренхимы, тем не менее, *метаболически активны*: многие важные для растительного организма процессы протекают именно в них.

Например, апопластический и симпластический транспорт водных растворов из почвы (рис. 5.8, Б). Минеральные вещества в виде ионов вместе с водой поглощаются растением из почвы через корневые волоски и другие эпидермальные клетки, расположенные вблизи кончика корня. Во

время миграции по растению поглощенные ионы могут диффундировать через апопласт или симпласт.

Рассмотрим функции и строение основных тканей каждого вида.

Водоносная ткань представлена крупными клетками, обладающими тонкими стенками, вакуоли которых содержат специальное слизистое вещество, способное удерживать влагу. Следовательно, функции водоносной ткани заключаются в том, что она запасает влагу. Находится водоносная паренхима в стеблях и листьях таких растений, как кактусы, агава, алоэ и других, растущих в засушливом климате.

Клетки *воздухоносной паренхимы* (аэренхимы) находятся на расстоянии друг от друга, образуя межклеточное пространство (межклетники), в котором запасается воздух. Функция этой паренхимы заключается в том, что она снабжает клетки других тканей растения углекислым газом и кислородом. Присутствует такая ткань в основном в организме болотных и водных растений. У сухопутных она встречается редко.

Клетки *ассимиляционной ткани* (хлоренхима) содержат хлоропласты, в них осуществляется фотосинтез.

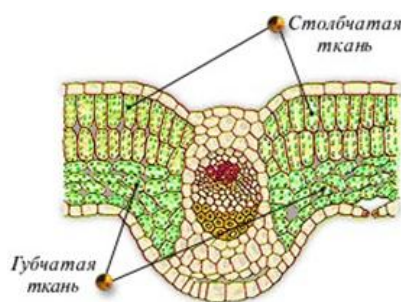


Рис. 5.9. Поперечный разрез листа

Они располагаются под прозрачной эпидермой. Подразделяют на *столбчатую*, или палисадную, и *губчатую* хлоренхиму. Клетки столбчатой хлоренхимы отличаются присутствием значительного количества хлоропластов, чем и объясняется интенсивность процесса фотосинтеза в этой ткани. Клетки *губчатой* хлоренхимы, лежащие ниже, отличаются рыхло-

стью из-за образования больших межклеточных пространств. Основной функцией является газообмен и транспирация, а фотосинтез – ее вторая функция.

Запасающая паренхима образована тонкостенными клетками, хлоропласты отсутствуют. Функция запасающей паренхимы — хранение питательных веществ. При фотосинтезе сначала образуется первичный крахмал непосредственно в хлоропластах, затем в форме сахарозы транспортируется в запасающие органы, в клетках которых образуется вторичный крахмал, который накапливается в *амилопластах* (специализированных лейкопластах). Лейкопласты, запасающие масла, называются *элайопластами*. Запасные белки откладываются обычно в вакуолях, которые после обезвоживания превращаются в *алеироновые* зерна.

У многолетних трав, кустов, цветов и деревьев запасающая ткань может находиться в луковицах, клубнях, корнеплодах, а также в сердцевине стебля.

Поглощающая или всасывающая паренхима находится на концах корней и зоне всасывания под корневыми волосками. По ней вода и минеральные соли передаются в следующие слои клеток первичной коры, а затем в проводящие элементы корня. Клетки поглощающей ткани сильно вакуолизированы, а стенки очень тонкие.

Выводы. Объясните особенности строения каждого вида основной ткани в тесной связи с ее функциями. Приведите примеры.

Задание 2.4. Изучите основные виды механических тканей. Сравните побеги текущего года и побеги 2-3 прошлых лет древесных растений. Проанализируйте механическую прочность у растущих молодых стеблей, черешков, листовых жилок в нормальном состоянии и при недостаточном тургоре. Для сравнения один побег оставьте на несколько дней без доступа влаги. Рассмотрите при увеличении 10×4 и 10×40 строение колленхимы.

Общие сведения.

Прочность растений определяется всей совокупностью тканей, их взаимным расположением. Однако основную роль здесь играют механические ткани. Общим свойством всех механических тканей является утолщение клеточных оболочек. Утолщение может быть равномерным и неравномерным. Содержимое каждой клетки может быть как живым, так и мертвым.

Различают два вида механической ткани – **колленхиму** и **склеренхиму**. Склереиды (каменистые клетки) рассматривают как самостоятельный вид или как часть склеренхимы. Склеренхима и склереиды при окончательном формировании ткани, представлены мертвыми клетками, колленхима – живыми.

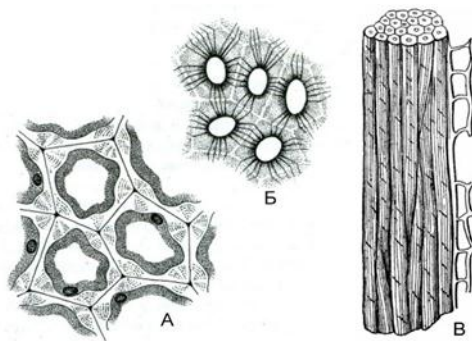


Рис. 5.10. Виды механических тканей: А – склереиды (каменистые клетки);
Б – паренхимные клетки колленхимы; В – волокна склеренхимы

Эволюция **колленхимы** идет от основных тканей растений. Поэтому клетки колленхимы живые, растущие, делящиеся. Они содержат хлорофилл и способны осуществлять фотосинтез. Оболочки клеток очень утолщенные, однако, сохраняются поры, через которые и происходит забор влаги и установка определенного тургорного давления. В большинстве случаев клетки колленхимы имеют паренхимную форму и только в отдельных случаях они прозенхимные. Колленхима залегает или в виде сплошного цилиндра или отдельными изолированными тяжами (при ребристой поверхности стебля или черешка). Колленхима расположена обыч-

но в периферической части растущих молодых стеблей, черешков, плодоножек, листовых жилок и др. Характерна, в основном, для двудольных растений.

В отличие от колленхимы, клетки **склеренхимы** имеют чаще всего одревесневшие оболочки, сильно утолщенные. Живое содержимое (протопласт) со временем отмирает. Часто клеточные структуры склеренхимы пропитываются особым веществом – **лигнином**, повышающим их прочность во много раз.

Волокна представляют собой удлиненные и заостренные кверху прозенхимные структуры с сильно утолщенными и одревесневшими оболочками, пор очень мало. Локализуются в местах окончания ростовых процессов растения: междоузлиях, стебле, центральной части корня, черешках. Лубяные и древесинные волокна имеют большое значение как сопровождающие проводящих тканей, окружающие их. Мертвые клетки, с прочно сформировавшейся древесной оболочкой обладают высокой прочностью, что придает устойчивость растениям. Локализуется в стволах (стеблях), черешках, корнях, цветоножках, цветоложе, плодоножках и листьях.

Лубяные волокна объединены в пучки, что повышает их механическую прочность. Лубяные волокна представлены прозенхимными элементами. Толщина их не превышает несколько сотых миллиметра, а длина лубяных волокон, например, у льна – 60 мм, крапивы – 80 мм, у бёмерии снежной (крапива китайская) – 250 мм. Молодые клетки лубяных волокон живые, имеют протопласт с многочисленными ядрами. Постепенно стенки утолщаются, древеснеют, протопласт отмирает. Но у некоторых растений (лен, крапива) они остаются чисто целлюлозными, что определяет их высокие текстильные качества.

Древесные волокна гораздо короче, не более 2 мм. Стенки клеток всегда одревеснены. В стеблях древесных растений они составляют основную массу древесины.

Склерейды могут находиться в различных органах – стеблях, листьях, корнях, плодах, имеют обычно изодиаметрическую форму, встречаются склерейды ветвистые (астросклерейды), округлые (брахисклерейды) и вытянутые (остеосклерейды). Стенки клеток сильно пропитаны лигнином и минеральными солями, что придает им большую прочность (отсюда термин «каменистые» клетки). Склерейды содержатся в незрелых плодах груши, айвы, косточках сливы, абрикоса, персика.

Меньше всего склеренхимы содержат низшие водные растения – водоросли. Ведь для них функцию опоры играет вода, ее давление. Также не слишком одревесневают и запасаются лигнином представители влажных мест обитания. А вот обитатели засушливых районов механическими тканями обзаводятся по максимуму. Это отражается и в их экологическом названии – склерофиты. Колленхима больше характерна для однолетних двудольных представителей. Склеренхима же, напротив, большей частью формируется в однодольных многолетних травах, кустарниках и деревьях.

Выводы. Объясните необходимость механической ткани у наземных растений. Проанализируйте присутствие механических тканей у разных групп растений.

Задание 2.5. Изучите основные виды проводящих тканей. Сравните листовые жилки разных древесных растений, а также однодольных и двудольных травянистых растений. Зарисуйте основные элементы проводящих тканей и различные варианты сосудисто-волокнистых пучков.

Общие сведения.

Проводящие ткани, т.е. ткани, по которым происходит массовое передвижение веществ, возникли как неизбежное следствие приспособления к жизни на суше. Тело высшего растения оказалось расчлененным на две части, обеспечивающие воздушное и почвенное питание. Возникли два вида проводящих тканей, по которым вещества передвигаются в двух направлениях. Проводящие ткани образуют в теле растения непрерывную разветв-

ленную систему, соединяющую все органы растения, – от тончайших корешков до самых молодых побегов (рис. 5.11, А).

Вода и питательные вещества, поступающие через корни (почвенное питание), передвигаются к другим органам и клеткам и образуют восходящий ток, который идет по трахеидам и сосудам (трахеям).

Продукты ассимиляции от листьев (стеблей) передвигаются к корням и другим органам и клеткам образуют нисходящий ток, движутся по ситовидным трубкам.

Часть органа (стебля, корня, черешка), где размещены сосуды или трахеиды, называется **ксилемой** (греч. xylós — древесина), ситовидные трубки с клетками-спутницами – **флоэмой** (греч. phloios — кора).

В состав ксилемы и флоэмы входят и другие ткани – механические, основные, но наиболее характерными анатомическими элементами их являются проводящие ткани.

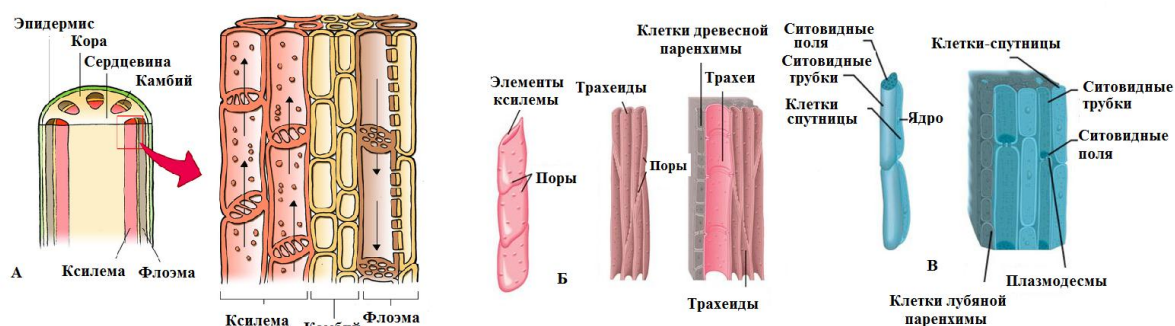


Рис. 5.11. Проводящие ткани: А – общий вид сосудистой системы растений;

Б – структура ксилемы; В – структура флоэмы

Ксилема (древесина) – сложная ткань, которая включает в себя проводящую, механическую и основную ткани (рис. 5.11, Б). Проводящая ткань ксилемы состоит из сосудов (трахей) и трахеид, осуществляющих транспорт воды и минеральных веществ, механическая ткань представлена древесными волокнами, основная – древесной паренхимой. По сосудам и трахеидам растворы могут транспортироваться не только вертикально, но и горизонтально – к живым клеткам или соседним проводящим элементам.

Трахеиды характерны для высших споровых и голосеменных растений. Они сохранились и у большинства покрытосеменных растений в мелких жилках листа. Сосуды свойственны высокоразвитым покрытосеменным растениям и относятся к высшей ступени в эволюции проводящих элементов ксилемы.

Трахеиды – очень длинные отдельные прозенхимные клетки со скошенными концами, которыми они и присоединяются друг к другу, образуя проводящую сеть. Между соседними трахеидами нет сплошных отверстий, как у сосудов. Сообщаются они посредством пор. В сформировавшихся трахеидах протопласт отмирает, и они, как и сосуды, относятся к мертвым тканям. Трахеидам свойственны утолщенные стенки.

Сосуды (трахеи) – образованы из отдельных члеников, бывших ранее клетками. Это длинные микроскопические трубки. Торцевые стенки члеников сосудов почти полностью растворяются и возникают сквозные отверстия (перфорации). Просвет сосудов шире, чем у трахеид. Это более совершенная проводящая ткань.

Сосуды и трахеиды всегда соприкасаются с паренхимной тканью. Клетки паренхимы посредством плазмодесм через поры могут врастать в сосуды. Иногда плазмодесмы разрастаются там, образуя тиллы. *Тиллы* – это выросты соседних клеток, проникающие в полость сосудов через поры. Здесь они разрастаются, лигнифицируются, в них накапливаются смолы, камеди, танины и со временем они могут полностью закупорить сосуд. С возрастом все большая масса сосудов древесных растений заполняется тилами и они превращаются в механическую ткань.

Флоэма (луб) также сложная ткань, которая включает в себя проводящую, механическую и основную ткани (рис 5.11, В). Проводящая ткань флоэмы состоит из ситовидных клеток и ситовидных трубок с сопровождающими их клетками-спутницами, Основная ткань представлена лубяной паренхимой, механическая – лубяными волокнами.

Ситовидные клетки и ситовидные трубки состоят из живых клеток. Ситовидными они называются потому, что перегородки между клетками пронизаны большим количеством сквозных отверстий (сита), через которые проходят плазмодесмы, соединяющие протопласты соседних клеток.

Ситовидные клетки характерны для высших споровых и голосеменных растений. Представляют собой сильно вытянутые клетки с заостренными концами. В зрелых клетках сохраняется ядро.

Ситовидные трубки характерны для покрытосеменных растений. Перфорации собраны группами и образуют ситовидные пластинки, которые располагаются на торцевых концах клеток. В зрелых члениках ситовидных трубок ядро отсутствует, центральная вакуоль рассасывается, клеточный сок соединяется с цитоплазмой. Однако клетка остается живой. Протопласт принимает вид удлинённых тяжей, проходящих через перфорации из членика в членик. Рядом с каждым члеником ситовидной трубки располагаются клетки-спутницы. Они тоньше и короче, менее вакуолизированы, сохранили ядро. Сообщаются с ситовидными трубками через ситовидные отверстия (ситовидные поля). Они имеются не у всех высших растений. Их нет у хвойных и некоторых покрытосеменных (картофель). Учитывая то, что клетки флоэмы живые, эта проводящая ткань не может долго функционировать. У многолетних растений период ее жизни составляет три-четыре года, после чего клетки этой проводящей ткани отмирают.

Таким образом, проводящие ткани представлены живыми и мертвыми клетками (элементами). Из этого следует, что функцию проведения они выполняют при помощи различных сил. Если по сосудам и трахеидам вода и растворенные в ней вещества передвигаются под действием осмотических сил, корневого давления и сил сцепления (когезии), то по живым ситовидным трубкам с участием клеток спутниц – путем обменных процессов (биологических сил). В результате скорость движения продуктов ассимиляции (сахаров) в сотни раз больше, чем воды в сосудах.

Структура проводящей системы растения.

Ксилема и флоэма всегда располагаются рядом и образуют пучки.

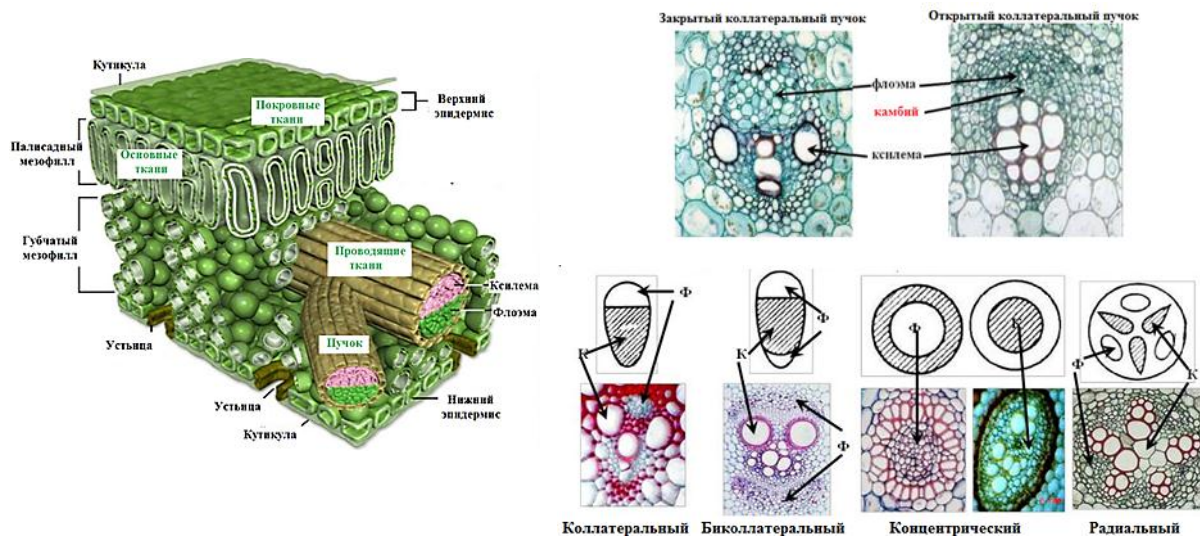


Рис. 5.12. Поперечный разрез листа. Типы проводящих пучков. Объяснение в тексте

В зависимости от того, как два типа проводящей ткани располагаются друг относительно друга, различают несколько видов пучков.

Наиболее часто встречаются *коллатеральные открытые пучки*. Они устроены таким образом, что флоэма (Ф) лежит по одну сторону от ксилемы (К), а *между флоэмой и ксилемой залегает камбий*. Биколлатеральный открытый пучок имеет добавочную внутреннюю флоэму. Закрытые пучки лишены камбия. Также существуют *концентрические* пучки. В них одна проводящая ткань окружает другую. Они делятся на два вида: *центрофлоэмные* и *центроксилемные*. Коллатеральные пучки больше характерны для покрытосеменных растений, а концентрические — для споровых и голосеменных.

Проводящая ткань корня обладает обычно *радиальными* пучками. В них лучи ксилемы отходят от центра, а флоэма находится между лучами ксилемы.

Вывод. Проанализируйте отличия проводящей ткани высших споровых, голосеменных и покрытосеменных растений. Объясните преимущества проводящей системы покрытосеменных.

Задание 2.6. Изучите основные виды выделительной ткани. Проанализируйте основные функции наружных и внутренних секреторных структур. Рассмотрите строение млечников у представителей семейства сложноцветных. Приготовьте препарат края листовой пластинки листа герани. Рассмотреть его под микроскопом, обратив особое внимание на волоски, содержащие эфирное масло. Принесите листья, на которых имеются галлы (наросты на листьях, которые вызываются личинками насекомых). К капле сока из галлов, которые содержат 50 - 80 % галлотаннина, прибавьте немного 0,5 % раствора хлорида железа (III).

Общие сведения.

Выделительные ткани служат для накопления и выделения продуктов обмена. Секреты, образуемые этими тканями, могут играть защитную роль – защищают от микроорганизмов (смолы, эфирные масла, фитонциды), защищают от поедания животными, привлекают насекомых опылителей или распространителей плодов и семян.

Выделительные структуры не имеют конкретной локализации в растении, они распределены более или менее диффузно и имеют разное происхождение. Секреторные клетки в некоторой мере напоминают клетки меристем. Они имеют тонкие стенки, соединены между собой многочисленными плазмодесмами, богаты цитоплазмой, содержат крупные ядра и лейкопласты. Степень развития других органоидов определяется функциональной специализацией. Например, если в образовании нектара участвуют углеводы, то в клетках нектарников хорошо развит аппарат Гольджи и многочисленные пластиды. Если в синтезе секрета участвуют терпеноиды, которые входят в состав эфирных масел, смол, каучука и др., то в клетках увеличивается содержание пластид и гладкого эндоплазматического

ретикулума. Наконец, если секрет белковый (как в желёзках насекомоядных растений, в которых вырабатываются ферменты), то для клеток характерен хорошо развитый шероховатый эндоплазматический ретикулум и аппарат Гольджи. В синтезе секрета млечников участвует в основном эндоплазматический ретикулум.

Различают наружные и внутренние выделительные ткани.

Наружные выделительные ткани характеризуются общим происхождением из клеток эпидермы с участием. Ее составляю:

– *железистые волоски* – трихомы – выросты клеток эпидермы, где накапливаются экскреторные вещества. Они не только накапливают, но и могут выводить из растения эти вещества в газообразном, жидком и твердом состоянии, т.е. выполняют выделительную функцию. По строению трихомы разнообразны: головчатые с одноклеточной головкой (пеларгония), многоклеточной (хмель). Выделяют разнообразные продукты – смоляные, камедевые, масляные, слизевые, часто имеющие лекарственное и промышленное значение;

– *гидатоды* – водяные устьица, один из активнейших органов выделения. Образуются по краю листа на верхушке зубчиков. Обычно они представляют устьице, к которому примыкает группа тонкостенных клеток мезофилла листа. Иногда гидатоды представлены многоклеточным волоском (фасоль). Процесс выделения воды в капельно-жидком состоянии называется *гуттацией*. Интенсивность гуттации может достигать 180 капель в минуту. Гутта содержит соли, сахара и другие вещества;

– *нектарники* – специализированные железки, выделяющие нектар. Различают: флоральные – расположены на цветках: у основания тычинок или под тычинками (гвоздичные, маревые), у основания завязи (астровые), в виде измененных тычинок (стаминодии) – мотыльковые, барбарисовые;

– *экстрафлоральные* – расположены на вегетативных органах – на цветоножках, прилистниках, стеблях и листьях (пассифлора). Формируются клетками эпидермы лежащими под ней. Выделяется нектар через устьица или непосредственно через стенку клетки;

– *осмофоры* – эфирномасличные железки – образуют эфирные масла. Формируются в эпидерме, могут иметь самую различную форму – крыловидные, ворсистые, реснитчатые. Секреторная ткань многослойная.

Структуры внутренней секреции. Накапливают дубильные вещества, млечный сок, эфирные масла, кристаллы и др. Образуются в основной паренхиме разных органов растений недалеко от их поверхности. К ним, например, относятся: смоляные ходы и млечники. *Смоляные ходы* – длинные трубчатые межклетники, заполненные смолой. *Млечники* – живые клетки, часто пронизывающие все растение, в центральных вакуолях содержащие млечный сок.

Млечники – содержат млечный сок, они обнаружены у 125000 видов. Живые клетки млечников, имеют постенный слой цитоплазмы с многочисленными ядрами, крупную вакуоль, заполненную млечным соком (латексом). Стенки млечников отличаются высокой эластичностью, не одревесневают (маковые, молочайные, астровые и др.).

По происхождению и строению различают: членистые млечники – многоклеточные, состоят из ряда вытянутых клеток, без поперечных перегородок (мак, колокольчик, цикорий, чеснок). Как правило, расположены в лубяной части (флоэма), или по всему органу (лист цикория); нечленистые (простые млечники) – формируются из одной клетки еще в зародыше. Может состоять и из многих клеток, которые образуются без перегородок. Имеют различную форму: цилиндрические (крапива, конопля), ветвистые (молочай, шелковица).

В млечном соке содержатся не только экскреты – конечные продукты обмена (таниды, алкалоиды, органические кислоты, соли калия и кальция), но и побочные (терпены, каучук, смолы), а также запасные органические вещества – крахмал (молочай), белок (фикус), сахара (цикорий), жиры и ферменты (дынное дерево). Поэтому функции млечников: проводящая, запасная и экскреторная.

Вместилища – по происхождению различают: схизогенные вместилища или ходы, которые формируются за счет межклетников. Обкладочные или эпителиальные клетки, которые выделяют в полость экскреторное вещество: терпены (миртовые, сельдерейные), бальзамы (аралиевые, сосновые), камеди, слизи (стеркулиевые); лизигенные вместилища – формируются в результате растворения (лизиса) группы клеток (цитрусовые).

Идиобласты – специализированные структуры, расположенные среди клеток других тканей. Состоят из живых мелких клеток с развитым эндоплазматическим ретикулум и комплексом Гольджи. Идиобласты связаны плазмодесмами с соседними клетками. Накапливают дубильные вещества, эфирные масла. Идиобласты с кристаллами щавелевокислого кальция (оксалата кальция) – мёртвые клетки.

Выводы по работе.

Проанализируйте особенности строения основных типов тканей растения, укажите взаимосвязь строения ткани с выполняемыми функциями и заполните таблицу.

Название вида ткани	Строение	Местонахождение	Функции
Тип ткани			

Вопросы для закрепления теоретического материала:

1. Объясните, почему в процессе эволюции возникла потребность в дифференциации клеток?
2. Что такое ткань? Какие группы тканей выделяют у растений?
3. Дайте классификацию образовательных тканей.
4. За счет, какой меристемы происходит нарастание органов в длину и толщину?
5. Дайте общую характеристику образовательной ткани. Покажите основные отличия первичной и вторичной меристемы.
6. Охарактеризуйте верхушечные, боковые и вставочные меристемы.
7. К каким тканям относится камбий, его функции? Как происходит образование годичных колец?
8. Какие органы растений покрыты эпидермисом, перидермой, коркой?
9. Перечислить и дать характеристику основным типам тканей.
10. Какую биологическую роль играют межклеточные контакты?
11. Объясните роль апопластического и симпластического транспорта в метаболизме растения.
12. Дайте общую характеристику покровной ткани, определите ее функции.
13. Объясните, почему побег первого года осенью меняет цвет?
14. Сравните строение колленхимы и склеренхимы.
15. В каком направлении и по какой части стебля происходит передвижение минеральных и органических веществ?
16. Сравните ксилему голосеменных и покрытосеменных растений?
17. В чём отличие флоэмы у разных групп растений?
18. В чём заключаются принципиальные различия между проводящими элементами флоэмы и ксилемы? С чем это связано?
19. Что такое проводящие пучки?

20. Докажите, что большую часть тела растения составляют основные ткани. Привести примеры.

21. Какие ткани входят в состав листовой пластины? Показать связь между анатомическим строением листа и его функциями.

22. Каково значение устьиц и воздушной полости?

23. Объясните, почему листья стареют?

24. Какую роль играют наружные выделительные ткани в жизни растений. Привести примеры.

25. Какую роль играют внутренние выделительные ткани в жизни растений. Привести примеры.

Тема 6. Морфология вегетативных органов растений

Практическая работа № 5

Морфология растений изучает внешнее строение органов растений, взаимосвязь органов и их видоизменения. Органы появились впервые у высших растений в результате эволюции. Различают три основных органа – стебель, корень и лист. Все остальные органы появились из основных в результате их видоизменения (метаморфоз).

Цель занятия: закрепить и углубить теоретические знания о строении и функциях основных вегетативных органов растений; изучить:

- части и типы побегов, почкорасположение, типы ветвления;
- части листа, характер жилкования, формы листовых пластинок и сложных листьев;
- типы корневых систем;
- метаморфозы основных органов растений.

В ходе занятия студенты выполняют предусмотренные задания на живом материале, знакомятся со строением конкретных представителей разных групп высших растений и выполняют рисунки и обозначения к ним.

Задание 1. Морфология побега. Проанализируйте побеги деревьев и кустарников, произрастающих в парке университета. Определите стеблевые узлы, к которым прикрепляется один или несколько листьев, а также междоузлия, листовую пазуху с пазушными почками, верхушечную почку, которой заканчивается побег. Обратите внимание на особенности нарастания и формирования системы побегов. Сравните внешний вид прироста предыдущего и последнего года. Ознакомьтесь с морфологическими типами почек. Сделайте морфологический анализ побегов клена остролистного (*Acer platanoides*), липы мелколистной (*Tiliacordata*), сирени обыкновенной (*Syringavulgaris*).

Морфологический анализ побега

*Клен остролистный (*Acer platanoides*)*

Рассмотрим внешний вид зимующего побега клена остролистного:

- молодые побеги, подготовленные к зиме имеют коричневый либо красновато-серый цвет со светлыми полосками и рассеянными чечевичками;
- прирост последнего года заканчивается верхушечной почкой, занимающей на побеге терминальное положение;
- пазушные почки располагаются по 2 в каждом узле, так как листовое расположение у клена супротивное;
- у основания каждой пазушной почки заметен листовой рубец;
- на верхушке побега 3 почки: 2 пазушные (у их основания есть листовые рубцы), третья (средняя) листового рубца не имеет это верхушечная почка, которая дает прирост побега в длину в течение периода роста;
- верхушечные почки яйцевидные или овальные, крупные, длиной 8-10 мм;

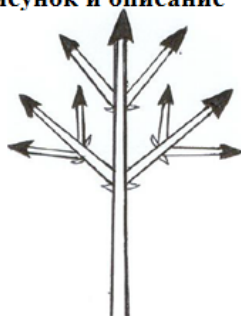
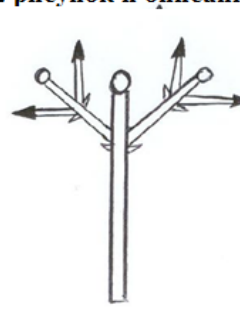
– боковые почки мельче, 6 - 8 мм длиной, яйцевидно-конусовидные, несколько сплюснутые со стороны побега, покрытые буро-карминными или пурпуровыми чешуями, в основании обычно зеленовато-желтоватыми.

Таким образом, у клена побеги в течение всей жизни растут в длину верхушечной почкой это моноподиальное нарастание.

Самостоятельно выполните морфологический анализ побегов липы и сирени. Обратите внимание на особенности строения побегов. Заполните таблицу.

Таблица 6.1

Нарастание и ветвление побегов древесных растений

Моноподиальное нарастание и моноподиальная система побегов	Симподиальное нарастание и симподиальная система побегов	
Внешний вид зимующих побегов		
Клен остролистный	Липа мелколистная	Сирень обыкновенная
1 рисунок и описание	1 рисунок и описание	1 рисунок и описание
1 - расположение верхушечной почки, которая обеспечивает нарастание побега в длину		
2 рисунок и описание	2 рисунок и описание	2 рисунок и описание
		
Обозначить побеги 1-го, побегами 2-го порядка, побеги 3-го порядка и т.д. Определить и объяснить систему нарастания и ветвления побегов		

Общие сведения.

Побеги появились в процессе освоения растениями суши, они характерны для всех высших растений. Надземная часть растений представляет собой систему ветвящихся побегов.

Вегетативный побег — это часть растения, состоящая из стебля и расположенных на нем листьев, которые образуются из верхушечной меристемы одновременно. Кроме стебля и листьев побег включает почки — зачатки новых побегов, за счет которых осуществляется ветвление и рост побега. Основная функция побега — фотосинтез — выполняется листьями. Стебель осуществляет проводящую функцию и связывает два органа растения — листья и корни. Кроме того, он несет на себе всю массу листьев и боковых побегов — выполняет механическую функцию. Иногда стебель может видоизменяться и превращаться в хранилище запасных питательных веществ.

На **генеративном побеге** вместо листьев или вместе с ними могут развиваться цветки или соцветия.

Внешнее строение вегетативного побега.

Побег расчленен на междоузлия и узлы с одним или несколькими листьями, прикрепленными к каждому узлу.

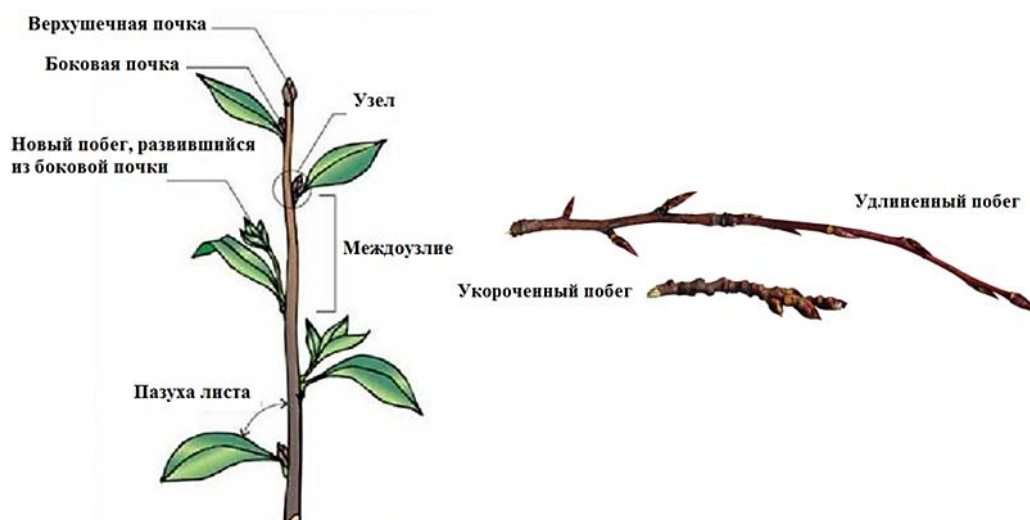


Рис. 6.1. Схема строения вегетативного побега

Участки стебля, на которых расположены листья, называются **узлами**, а расстояние между ближайшими узлами — **междоузлием**. Угол между стеблем и листом в месте его отхождения называют **листовой пазухой**. В

пазухе листа может образоваться пазушная почка, пазушный цветок или пазушное соцветие.

На побеге, как правило, имеется несколько, иногда много узлов и междоузлий, т. е. для него характерна многократная повторяемость сходных структур; это явление носит название *метамерии*, а побег имеет метамерное строение.

Главный побег – побег, сформировавшийся из почки зародыша семени. С помощью верхушечной почки побег растет в длину (в высоту).

Боковой побег – побег, появившийся из боковой пазушной почки, за счёт которого происходит ветвление стебля. Образуется система побегов.

Удлиненный побег – побег, с удлиненными междоузлиями.

Укороченный побег – побег, с укороченными междоузлиями.

Вегетативный побег – побег, несущий листья и почки.

Генеративный побег – побег, несущий репродуктивные органы – цветки, затем плоды и семена.

Все вегетативные побеги развиваются из вегетативных почек.

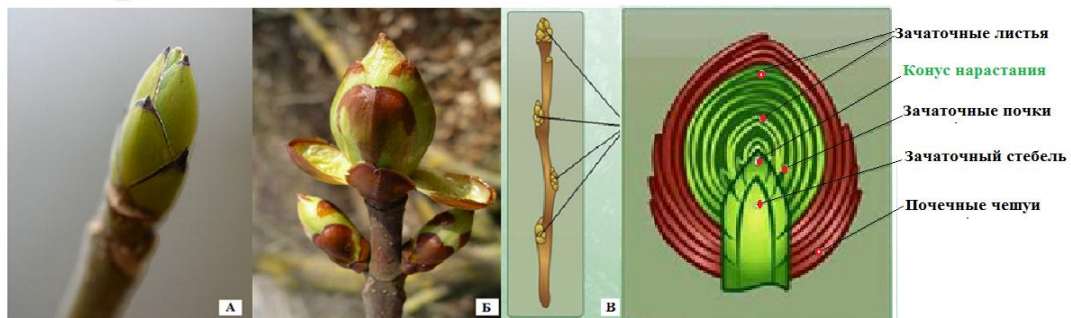


Рис. 6.2. Строение и расположение вегетативных почек: А – верхушечная почка, Б – боковые почки, В – схема строения вегетативной почки

Почка обычно образуется у растения в пазухе листа (пазушная почка), либо на вершине побега (верхушечная почка), либо на взрослых органах (междоузлии, листе, корне) — придаточная почка.

В большинстве случаев придаточные почки берут начало от камбия, перицикла и другой образовательной ткани.

Из боковых пазушных почек формируются боковые побеги, за счет которых увеличивается общая площадь соприкосновения растения с воздушной средой. Формируется система побегов, представленная главным побегом (побегом первого порядка) и боковыми (побегами второго порядка), а при повторном ветвлении – боковыми побегами третьего, четвертого и последующих порядков. Побег любого порядка способен к нарастанию верхушкой до тех пор, пока сохраняется его конус нарастания, находящийся в почке на верхушке этого побега.

Почка – это зачаточный побег. Она состоит из зачаточного стебля и зачаточных листьев разного возраста, расположенных друг над другом на оси стебля, т. е. серии зачаточных метамеров.

Следовательно, из вегетативной почки вырастают не листья, а весь побег целиком (стебель с листьями и почками). Нижние листовые зачатки прикрывают верхние и конус нарастания. Особое значение имеют наружные зачаточные листья, превратившиеся в чешуи в результате пропитки кутином и смолоподобными веществами (например, почки березы, тополя и ели). *Строение каждой почки максимально приспособлено к защите конуса нарастания.* Узлы в почке предельно сближены, т.к. междоузлия еще не успели вытянуться. В пазухах листовых зачатков в почке уже могут быть заложены зачатки пазушных почек следующего порядка.

Таким образом, верхушечная почка – это верхушка стебля, которая включает апикальную меристему, образующую конус нарастания. Размножение клеток конуса нарастания обеспечивает рост стебля в длину, формирование листьев и боковых почек. Из верхушечной почки вырастает главный побег, а из боковых почек – боковые побеги (побеги второго, третьего и т.д. порядка). За счёт боковых побегов происходит ветвление стебля.

Верхушечная почка регулирует рост боковых почек. Она выделяет гормон, который тормозит рост и развитие боковых почек. При поврежде-

нии и отмирании верхушечной почки в рост трогаются боковые, или спящие, почки. Таким образом, рост растения в длину (высоту) продолжается.

Генеративные (цветочные) почки – заключают в себе только зачаток соцветия, без зеленых ассимилирующих листьев (например, вишня, рис. 6.3). Цветочная почка, заключающая 1 цветок, называется бутонем.

Букетные веточки — укороченные побеги, на которых располагаются сбоку на близком расстоянии цветковые почки, а на вершине — вегетативная почка. Все почки собраны в миниатюрный букет, откуда и произошло такое название.



Рис. 6.3. Строение и расположение генеративных почек: А – схема продольного разреза генеративной почки; Б – сезонный рост побега вишни

Очень короткие букетные веточки (3–5 см) имеют вишня, персик; немногим больше букетные веточки у абрикоса. У черешни букетные веточки достигают 7–8 см. Продолжительность жизни букетных веточек неодинакова: у вишни – два-три года, у абрикоса – три-четыре, у черешни пять-шесть лет, а иногда и более.

Кроме вегетативных и генеративных почек у некоторых растений бывают вегетативно-генеративные почки, в которых заложен ряд вегетативных метамеров, а конус нарастания превращен в зачаточный цветок или соцветие. Такой тип почек характерен для представителя рода Конский каштан (рис. 6.4).

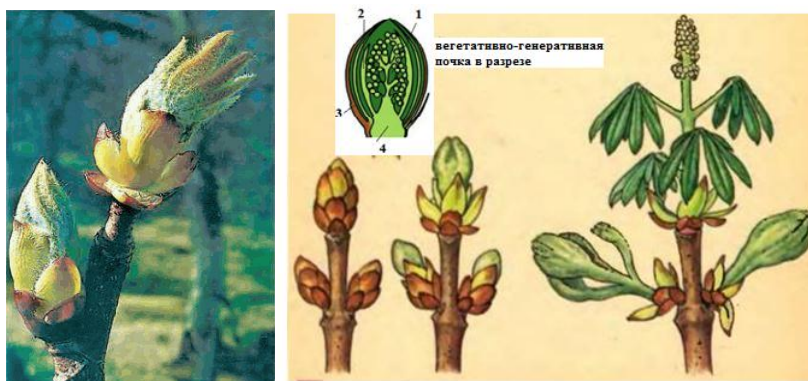


Рис. 6.4. Развитие побега из вегетативно-генеративной почки (Конский каштан);

1 – зачаточный цветок, 2 – зачаточные листья, 3 – почечные чешуи,
4 – зачаточный стебель

Закономерности ветвления. Благодаря ветвлению увеличивается общая масса надземной части растения. У древесных растений в результате ветвления надземной части образуется крона. Крону дерева составляют разновозрастные ветви (скелетные оси разных порядков). Крона имеет разнообразную форму, которая зависит от угла между стволом и скелетными ветвями (через 1-2 года побеги лишаются листьев и превращаются в ветви). Эволюционно у растений выработались следующие способы ветвления: дихотомическое, моноподиальное, симподиальное и ложнодихотомическое (рис. 6.5).



Рис. 6.5. Способы ветвления: 1 – моноподиальный, 2 – симподиальный,
3 – ложнодихотомический

Дихотомическое ветвление — вариант верхушечного ветвления побега или корня, при котором происходит раздвоение конуса нарастания, вновь образующиеся апексы также делятся надвое и так далее. Оно является наиболее примитивным типом ветвления, характерно как для низших растений, так и у некоторых высших растений (например, у моховидных, плауновидных, некоторых папоротниковидных, псилотовидных).

Моноподиальное ветвление характеризуется тем, что главный стебель растет своей вершиной до конца жизни растения, обладая неограниченным верхушечным ростом (верхушечная почка образует главную ось), который доминирует над ростом боковых побегов. Развивающиеся из боковых почек побеги растут, как и главный стебель, моноподиально. В результате у деревьев формируется высокий прямой ствол. Размеры боковых ветвей уменьшаются от основания ствола к его вершине, что придает габитусу пирамидальную форму.

Этот тип ветвления характерен для хвойных видов (сосна, ель, кипарис, кедр, пихта, лиственница), но часто наблюдается и у лиственных видов (клен, ясень, осина, черемуха, рябина и др.). Однако у лиственных видов, под влиянием различных причин, верхушечная почка может отмирать, тогда главную ось дерева заменяют боковые побеги.

Симподиальное ветвление отличается прекращением роста верхней части материнского стебля и заменой его одним из боковых побегов, который растет вертикально, выполняя функции главного стебля. В этом случае боковая почка, расположенная рядом с верхушечной, активизируется и подавляет ее своим ростом. Верхушечная почка отмирает. В результате рост в длину продолжает побег, развивающийся из боковой почки. Через некоторое время этот побег прекращает рост и заменяется осью следующего порядка. Боковые ветви развиваются также. Этот способ ветвления появился на относительно высокой ступени эволюции растительного мира.

При симподиальном ветвлении за счет множества ветвей разных порядков образуется плотная крона. Этот тип ветвления наблюдается у большинства покрытосеменных, как травянистых, так и древесных (например, липы, вяза, береза, ивы, лещины, яблони, груши, сливы и др.).

Ложнодихотомическое ветвление является разновидностью симподиального ветвления. У растений ежегодно отмирает верхушечная почка, рост главной оси продолжается, но не из одной ближайшей почки, а из двух супротивных пазушных почек. Развиваются две супротивно расположенные ветви, каждая из которых со временем заменяется двумя побегами последующих порядков, расположенными также супротивно. В результате получается развилка, в центре которой сохраняется небольшой участок отмершей оси предыдущего порядка. Из древесных видов такое ветвление имеют различные сирени, многие гвоздичные, конский каштан, омела и др.

Кущение. Образование надземных побегов из узла, расположенного у основания главного побега у растений злаковых и некоторых других растений. Сущность кущения заключается в том, что у основания главного побега образуется некоторое количество боковых побегов. Ветвление происходит от укороченных узлов побега, расположенных под почвой или на уровне почвы, в результате чего формируется надземная часть. При кущении междоузлия стебля до конца жизни растения остаются укороченными. Узлы стебля злаков, образующие при кущении боковые ответвления, называются узлами кущения.

Узел кущения — это ряд сближенных коротких междоузлий, из почек которых развиваются боковые побеги.

В результате образуется рыхлый (при условии, что побеги растут под углом к главному) или плотный (при условии, что побеги растут вертикально) куст. При кущении каждый побег в кусте на верхушке заканчивается соцветием (колосом или метелкой).

Листорасположение – порядок размещения листьев на оси побега, отражающий его радиальную симметрию. По отношению к свету листья распределяются на побеге таким образом, чтобы лучи солнца падали на все листовые пластинки относительно равномерно.

Расположение листьев на побеге бывает очередным (спиральным), супротивным и мутовчатым (рис. 6.6).

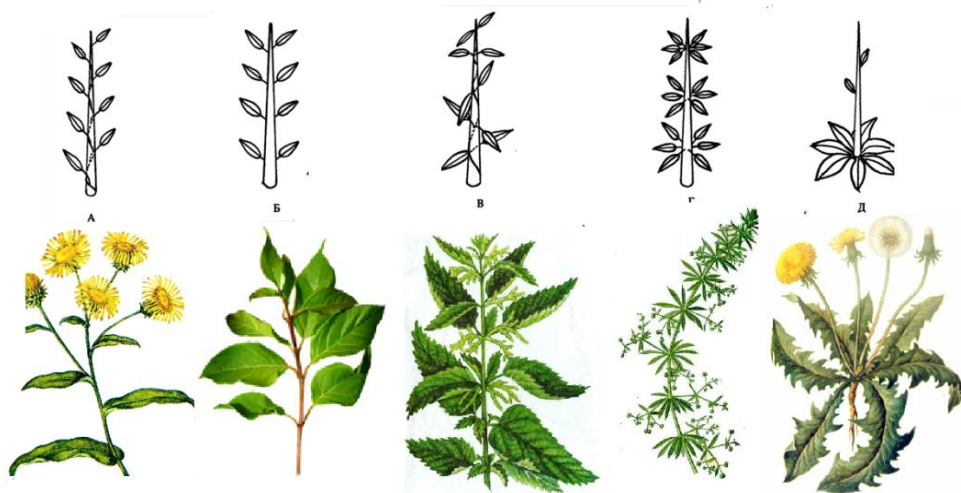


Рис. 6.6. Основные типы листорасположения: А – очередное, Б – супротивное, В – накрест супротивное, Г – мутовчатое, Д - розеточное

При **очередном**, или *спиральном*, расположении от узла отходит лишь один лист. Расположены листья на стебле по спирали. Такое листорасположение присуще большинству растений (груша, слива, многие сорта яблоны, береза, шиповник, большинство злаков и др.).

При **супротивном** листорасположении на узлах друг против друга располагаются два листа (сирень, клен, мята, шалфей, крапива, калина шалфей, пустырник, розмарин, базилик, мелисса и др.). В большинстве случаев листья двух соседних пар отходят в двух взаимно противоположных плоскостях, не затеняя друг друга. Такое расположение называется **накрестсупротивным**).

При **мутовчатом** листорасположении на одном узле располагаются три и более листьев (вороний глаз, олеандр, представители семейств Ме-

лантиевые, Кутровые, а также рода Водокрасовые и др.). Кольчатое листовое расположение (так еще называют мутовку) считается самым выгодным для эффективного поглощения солнечного света. В этом случае листья практически не затеняют друг друга. При этом их общая площадь гораздо больше, чем у самого растения.

Розеточное — такое расположение листьев у некоторых растений, когда стебель бывает настолько укороченный, а листья располагаются на нём так близко друг к другу, что междоузлия почти совершенно не развиваются или только едва заметны. Черешки листьев в этом случае также бывают слабо развиты. Такое расположение листьев наблюдается у одуванчика, подорожника, камнеломки, маргаритки, росянки и др.

Расположение листьев в розетке и едва заметное развитие стебля зависят от тех внешних условий, в которых развивается растение. Так, листья бывают особенно часто собраны розеткой у растений высоких гор (альпийская флора) и реже на равнинах, в основном в умеренном и холодном климате, где это помогает многолетним растениям переждать зиму. В засушливых областях, где более компактная форма помогает уменьшить испарение и экономить воду, розеточные растения также широко распространены.

Форма, размер и расположение листьев приспособлены к условиям освещения. Взаимное расположение листьев напоминает мозаику, если посмотреть на растение сверху в направлении света (у граба, вяза, клена и др.). Такое расположение называется **листовой мозаикой**. При этом листья не затеняют друг друга и используют свет эффективно.

Формы и типы побегов. У большинства растений стебли побега на поперечном срезе имеют округлое очертание, у некоторых растений оно трехгранное (осоки), четырехгранное (губоцветные), ребристые (многие зонтичные) и др. У многих растений стебель побега внутри полый и заполнен только в узлах. Такие стебли называют соломиной (сем. Злаковые).

Полый внутри стебель характерен и для многих представителей сем. Зонтичные (борщевик, дудник и др.).



Рис. 6.7. Формы стеблей на поперечном срезе

По направлению роста различают прямостоячие, приподнимающиеся (восходящие), стелющиеся, ползучие (плети, усы), лазающие и вьющиеся побеги (рис. 6.8).

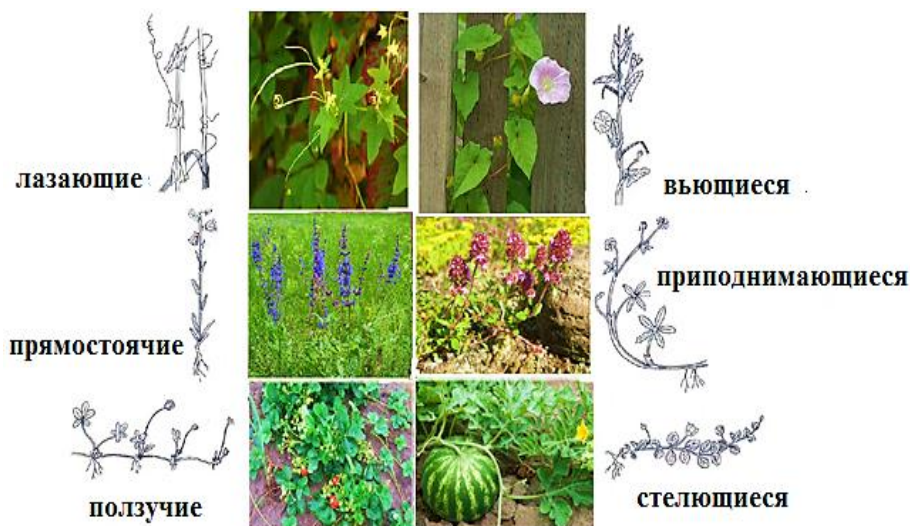


Рис. 6.8. Классификация побегов по направлению и характеру роста

Для большинства растений характерны **прямостоячие** побеги. У них хорошо развита механическая ткань, благодаря этому они держатся прямо.

Приподнимающиеся побеги имеют основание, лежащее на поверхности почвы и приподнимающуюся остальную часть (яснотка, чабрец, фиалка трехцветная, клевер луговой).

При недостаточном развитии механической ткани стебель не может держаться прямо. Существуют различные приспособления, способствующие поддержанию стебля в вертикальном положении, а если он находится

в горизонтальном положении, - то нормальному осуществлению его функций. По характеру приспособлений различают четыре формы: стелющиеся, ползучие, лазающие (цепляющиеся) и вьющиеся.

Стелющиеся (лежачие) побеги по всей длине прилегают к поверхности почвы, но не укореняются, например, у птичьей гречихи, у некоторых представителей семейства тыквенных (арбузы, дыни и др.).

Ползучие побеги тоже прилегают к почве, но укореняются в узлах, образуя придаточные корни. Благодаря этому растения могут занимать большие территории. К растениям с ползучими побегами относятся земляника, лютик ползучий, портулак, из кустарников - ежевика.

Вьющиеся и цепляющиеся побеги сохраняют вертикальное положение при помощи опоры. Растения, имеющие лазающие и вьющиеся побеги, называют **лианами**.

Вьющиеся побеги обвиваются вокруг опоры (вьюнок полевой, фасоль многоцветковая, хмель, горец вьюнковый, а из древесных – глициния, роза вьющаяся). У некоторых растений побеги вьются вокруг опоры по часовой стрелке (хмель), у других – против часовой стрелки (вьюнок полевой).

Лазающие (цепляющиеся) побеги имеют особые органы – прицепки, при помощи которых растение держится вертикально. Например, при помощи усиков прикрепляются к опоре виноградная лоза, горошек мышиный, а плющи – при помощи корней-прицепок.

В зависимости от степени одревеснения стебля различают травянистые и древесные растения.

Задание 2. Морфология листа.

Задание 2.1. Макроскопическое исследование строения листа. Для макроскопического исследования мелкие листья используют целиком, от крупных берут отдельные участки с учетом распределения следующих диагностических признаков: край листа, зубчик по краю листа, участок главной жилки, верхушка листа и основание. Провести микроскопические ис-

следования, используя лупу или микроскоп. Определить особенности строения эпидермиса, тип устьиц, характер трихом, наличие и форму кристаллических включений, млечников, секреторных каналов, характер слоя кутикулы, покрывающей поверхность листа.

Для примера рассмотрим внешний вид листа пеларгонии зональной — род растений семейства Гераниевые.

Морфологический анализ листа пеларгонии (Pelargonium)

Лист пеларгонии простой, имеет хорошо развитый черешок, в нижней части переходящий в слегка расширенное основание, справа и слева от которого у молодых листьев имеются свободные (несросшиеся) прилистники. Они треугольной или яйцевидной формы, зеленого цвета, по консистенции — травянистые, однако недолговечны — через некоторое время становятся сухими и опадают. Листовая пластинка травянистая, но более плотная, зеленого цвета. Нижняя сторона листа немного светлее верхней. На ней хорошо заметны сильно выступающие жилки. По форме очертаний и степени рассечения листовая пластинка является цельной с сердцевидным основанием, округлой вершиной и дваждыгородчатым краем, для нее характерно пальчато-краевое жилкование.

На практическом занятии изучите внешний вид листьев следующих растений: клена остролистного (*Acer platanoides*), сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*), робинии лжеакалии (*Robinia pseudoacacia*), каштана конского (*Aesculus hippocastanum*), представителя сем. Злаковые (*Poaceae*). Определите тип листовых пластинок, жилкование, характер прикрепления листьев к стеблю, тип листорасположения предложенных растений.

Внешнее разнообразие листьев настолько велико, что единую систему классификации, основанную на одном или нескольких признаках, создать невозможно. Существует несколько классификаций листьев по ряду признаков: по форме пластинки, по форме основания, по форме верхушки, по форме края.

Заполните таблицы 6.2 и 6.3.

Таблица 6.2

Морфология листа и листорасположение

Название растения	Форма листовой пластинки	Наличие черешка	Тип жилкования	Тип листорасположения
<i>Простые листья</i>				
<i>Сложные листья</i>				

Таблица 6.3

Классификации листовых пластинок по морфологическим признакам

Название растения	По типу рассечения	По форме пластинки	По форме основания и верхушки	По форме края
Лист сирени Сем. Маслиновые				

Выводы. Докажите, что разнообразие внешнего строения листьев связано с адаптацией растений к разным условиям жизни.

Сравните строение хвои и плоского листа. Объясните особенности строения световых и теневых листьев. Объясните, почему у одного и того же растения листья отличаются размерами, а черешковые листья имеют разную длину черешка.

Общие сведения.

Лист – один из наиболее важных и специфических органов растения. В процессе эволюции он возник как боковой вырост стебля. Плоская пластинчатая форма листа способствует созданию максимальной фотосинтезирующей поверхности на единицу объема.

Лист – это вегетативный орган, обладающий ограниченным ростом и приспособленный для выполнения функций: фотосинтеза, транспирации и газообмена.

Основные функции листа.

Фотосинтез. Лист – это своеобразная лаборатория синтеза органических веществ. 80 % всего фотосинтеза обеспечивается листьями.

Транспирация – это регулируемый физиологический процесс движения воды по органам растительного организма, завершающийся ее потерей через испарение. В результате транспирации осуществляется регуляция поступления воды в корни и её передвижение по сосудам, а также терморегуляция, предохранение растения от перегрева.

Газообмен - обеспечивает два основных процесса: дыхание и фотосинтез. Интенсивность газообмена регулируется работой устьиц.

Дополнительные функции:

Запасающая функция - в листьях суккулентов может запасаться вода.

Выделительная функция - удаление некоторых продуктов обмена веществ (с опаданием листовой).

Секреторная функция обеспечивается за счёт различных железок, расположенных на листе и выделяющих эфирные масла, воду, соли и т.д.

Специфические функции могут быть у листа при метаморфозах. В процессе приспособления к условиям окружающей среды листья помимо основных приобретают дополнительные функции. Защитную и влагосберегающую роль играет преобразование листьев в колючки у барбариса и кактуса. У гороха видоизменением листьев являются усики, с помощью

которых растение цепляется за опору. У репчатого лука листья превратились в сочные чешуи, запасающие питательные вещества. Тонкие наружные чешуи играют защитную роль.

Морфологическое расчленение листа. Плоская расширенная часть листа называется пластинкой. Пластинка прикрепляется к стеблю черешком, который обеспечивает пространственную ориентацию по отношению к свету. Лист состоит из **листовой пластинки** и **черешка**. Листовая пластинка плоская. На листовой пластинке можно выделить основу, кончик и края.

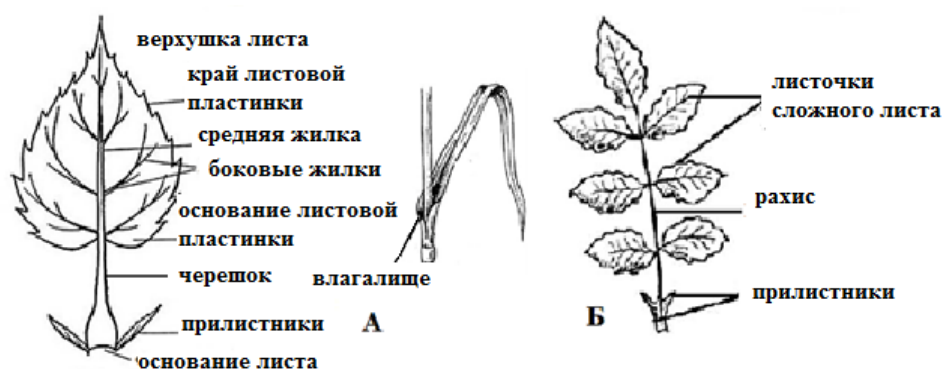


Рис. 6.9. Строение простого (А) и сложного листа (Б)

В нижней части черешка расположено утолщенное **основание** листа. В листовой пластинке ветвятся **жилки** – сосудисто-волокнистые пучки. Выделяют центральную и боковые жилки. Черешок вращает пластинку для лучшего улавливания лучей света. Лист опадает вместе с черешком.

Различают лист простой — с черешком и одной пластинкой, и лист сложный — с главным черешком, или главной осью (рахисом), и черешками (осями) последующих порядков, к которым прикрепляются листочки; части, слагающие типичный сложный лист, снабжены сочленениями.

Морфологические параметры листьев.

1. *Способ прикрепления к стеблю: черешковые, сидячие, низбегающие, пронзенные и др.*

Листья, имеющие черешок, называются **черешковыми**. Черешки бывают короткими или длинными. Листья, не имеющие черешка, называются **сидячими** (например, у кукурузы, пшеницы, наперстянки). Если нижняя часть листовой пластинки охватывает стебель в виде трубки или желобка, то образуется листовое **влагалище** (у некоторых злаков, осок, зонтичных). Оно защищает стебель от повреждений. Побег может пронизывать листовую пластинку насквозь – **пронзенный лист**. Листья с черешками называются **черешковыми**. Нередко пластинка листа не имеет черешка. Такие листья называют сидячими (мак).

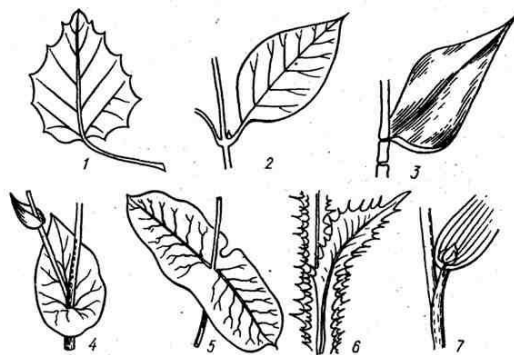


Рис. 6.10. Способы прикрепления листьев к побегу: 1 – длинночерешковый, 2 – короткочерешковый, 3 – сидячий, 4 – пронзенный, 5 – супротивные листья со сросшимися основаниями, 6 – низбегающий, 7 – влагалищный лист

У многих растений – злаки, осоки, орхидные, зонтичные – нижняя часть листа расширена и охватывает стебель в виде желобка или трубки. Эта часть листа называется **влагалищем** листа. Влагалище прикрывает нижнюю нежную часть стебля (узел) и предохраняет их от повреждения. Верхние уголки влагалища могут иметь клиновидные выросты – ушки, охватывающие стебель.

Многие растения (преимущественно двудольные) у основания листа имеют листовидные выросты – **прилистники**. Они обычно меньше самого листа и представляют часть листовой пластинки, отделившуюся в процессе эволюции. Как и листья, прилистники могут превращаться в чешуйки и колючки.

2. *Форма листовой пластинки: определяется отношением длины к ширине и характером верхушки и основания.*

Формы листовой пластинки отличаются общим контуром, формой верхушки и основания (рис. 6.11).

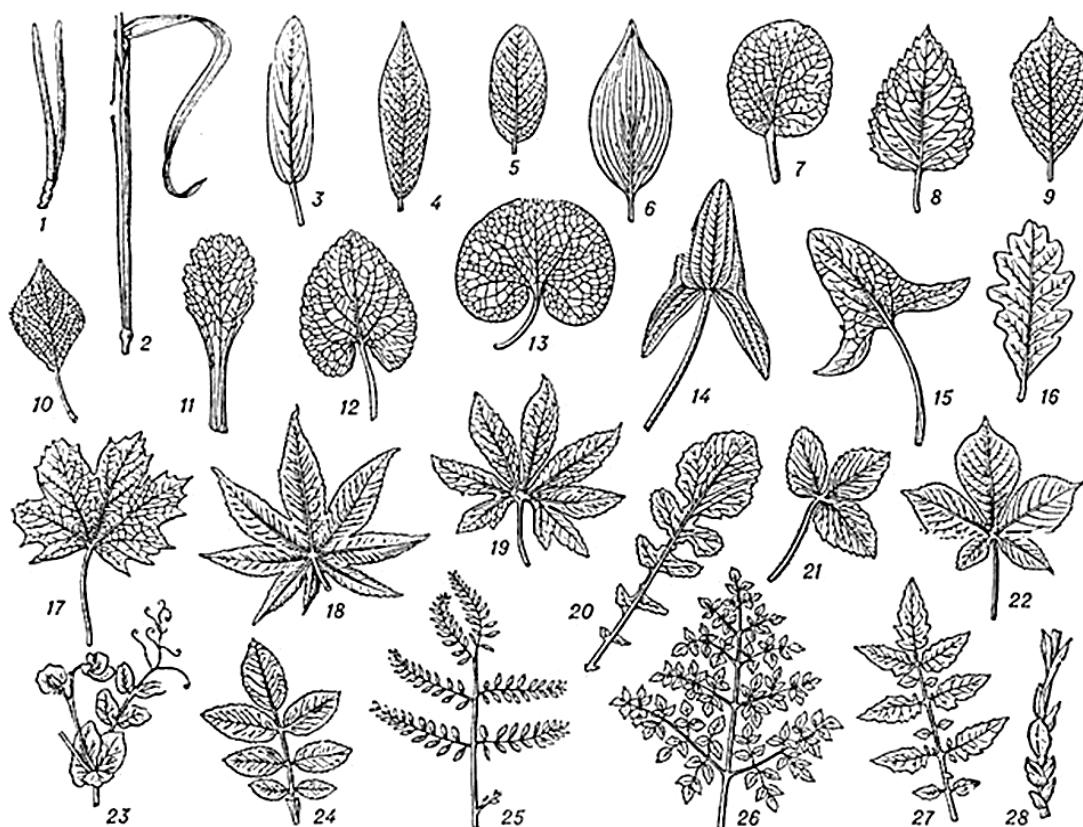


Рис. 6.11. Формы листовых пластинок: 1 - игловидная; 2 - линейная (видны узел, влагалище, язычок и пластинка); 3 - продолговатая; 4 - ланцетовидная; 5 - овальная; 6 - эллиптическая, дуговидножилковатая, цельнокрайная; 7 - округлая; 8 - яйцевидная, перистожилковатая, зубчатая; 9 - обратнойцевидная; 10 - ромбовидная; 11 - лопатчатая; 12 - сердцевидно-яйцевидная, городчатая; 13 - почковидная; 14 - стреловидная; 15 - копьевидная; 16 - перистолопастная; 17 - пальчатолопастная, пальчатожилковатая; 18 - пальчатораздельная с пальчатыми долями; 19 - пальчаторассечённая; 20 - лировидная; 21 - тройчатосложная; 22 - пальчатосложная; 23 - парноперистосложная с прилистниками и усиками; 24 - непарноперистосложная с прилистниками; 25 - дваждыперистосложная; 26 - многократноперистосложная; 27 - прерывчатоперистая; 28 - чешуйчатая

Простые листья имеют одну листовую пластинку с черешком, которая может быть целостной или расчлененной. Простые листья опадают во

время листопада полностью. Они делятся на листья с цельной и расчлененной листовой пластинкой. Листья с цельной листовой пластинкой называются *цельными*. Контур листовой пластинки может округлой, эллиптической, ланцетовидной, ромбовидной, яйцевидной, игловидной, чешуевидной и др.

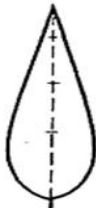
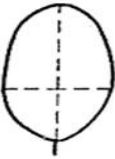
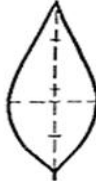
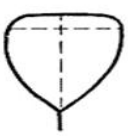
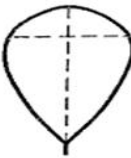
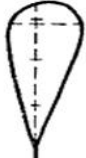
		Длина равна ширине (или превышает ее очень мало)	Длина превышает ширину в 3-4 раза	Длина превышает ширину в 3-4 раза	Длина превышает ширину более чем в 5 раз
По общей форме	Наибольшая ширина находится ближе к основанию листа	Широко-яйцевидный 	Яйцевидный 	Ланцетный 	Линейный 
	Наибольшая ширина находится по середине листа	Округлый 	Овальный 	Продолговатый 	Мечевидный 
	Наибольшая ширина находится ближе к верхушке листа	Обратношироко-яйцевидный 	Обратно-яйцевидный 	Обратно-ланцетный 	

Рис. 6.12. Морфология простого листа с цельной листовой пластинкой

В зависимости от характера и глубины расчленения пластинки различают листья лопастные, раздельные или рассеченные.

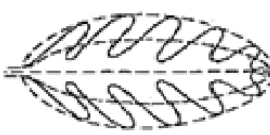
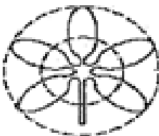
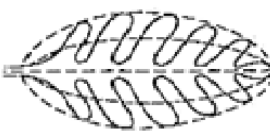
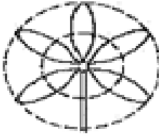
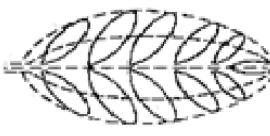
		Тройчато- расчлененный	Пальчато- расчлененный	Перисто- расчлененный
Простые листья	Лопастные листья (клен) 			
	Раздельные листья (одуванчик) 			
	Рассеченные листья (полынь) 			
Сложные листья на черешочках с сочленениями 				

Рис. 6.13. Морфологии простого листа с расчлененной листовой пластиной

Сложные листья имеют общий черешок (*рахис*). К нему крепятся простые листочки. Морфология отдельных листочков сложных листьев соответствует морфологии простых листьев. Наиболее примитивными являются простые листья, более совершенными – сложные. Сложные листья делятся на перистые, пальчатые и тройчатые.

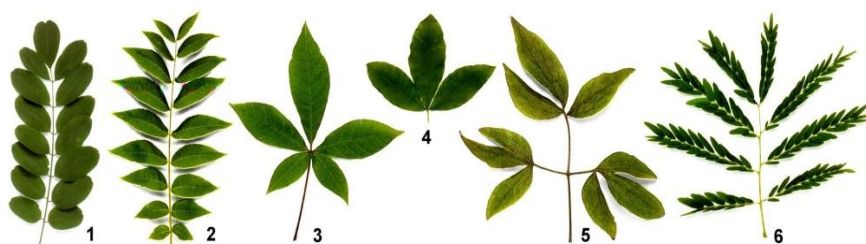


Рис. 6.14. Сложные листья: 1 – непарноперистосложный; 2 – парноперистосложный; 3 – пальчатосложный; 4 – тройчатосложный; 5 – дваждытройчатосложный; 6 – дваждыперистосложный

Перистосложные листья состоят из листочков, расположенных по всей длине рахиса. Бывают парноперистосложные и непарноперистослож-

ные. *Непарноперистосложные* листья (шиповник, рябина, софора японская, робиния псевдоакация) заканчиваются одним непарным листочком. *Парноперистосложные* листья (горох, гледичия трёхколючковая) состоят из простых листочков, которые попарно расположены на черешке.

Пальчатосложные листья – листья, у которых листочки располагаются не по длине рахиса, а лишь на его верхушке в одной плоскости, классический пример лист конского каштана.

Сложные **тройчатые** листья (клевер, кислица) имеют три листочка, которые короткими черешками крепятся к общему черешку.

Для классификации листьев большое значение имеет характер очертания её верхушки (заострённая, тупая и т.п.) и форма основания пластинки (сердцевидная, копьевидная, почковидная и др.),



Рис. 6.15. Основные формы верхушки и основания листовой пластинки

3. По характеру края могут быть цельнокрайними или с выемками (не достигают ширины пластинки).

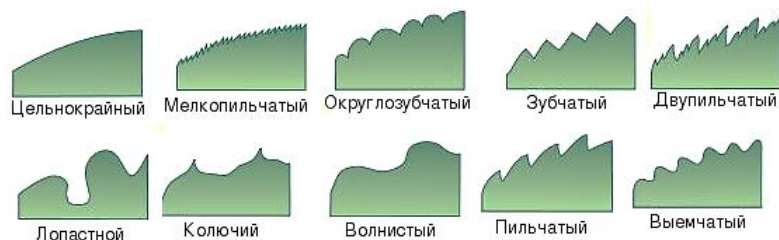


Рис. 6.16. Формы края листовой пластинки

По формам выемок по краю листовой пластинки различают листья зубчатые (зубцы имеют равные стороны – орешник, бук и т. п.), пильчатые

(одна сторона зубца длиннее другой – груша), бородчатые (выемки острые, выпуклости тупые – шалфей) и др.

4. По характеру расположения жилок в листовой пластинке, т. е. жилкования. Различают три основных типа жилкования: *сетчатое*, *параллельное* и *дуговое*.

При визуальном осмотре листа на нем хорошо видны жилки, образованные проводящими пучками и механическими волокнами. По проводящей ткани поступают в клетки листа от корней вода и минеральные вещества, а в обратную сторону, от листьев, продукты фотосинтеза. Механическая ткань придает листьям прочность и жесткость.



Рис. 6.17. Жилкование листьев: 1 – параллельное, 2 – дуговое, 3 – пальчатосетчатое, 4 – перистосетчатое, 5 – дихотомическое

Наиболее древнее – *простое* жилкование – листовую пластинку от основания до верхушки пронизывает только одна жилка (моховидные, плауны, элодея), такие листья называются микрофиллами.

У древнего голосеменного растения гинкго и современных папоротников сохранился примитивный тип жилкования – *дихотомическое* (*вилочатое*), при котором каждая жилка раздваивается, затем опять раздваивается и т.д.. Такой тип жилкования у всех вымерших и современных споровых растений, а также в типичном виде или видоизменённом – у голосеменных.

Параллельное и дуговое жилкование характерно для многих однодольных растений. Существует четкая взаимосвязь между типом листовой пластинки и жилкованием. Жилки на линейных листьях располагаются па-

параллельно друг другу и выглядят как прямые линии. Такой тип жилкования называют **параллельным**. Он характерен для всех злаковых, которые являются представителями однодольных.

Дуговое жилкование листьев характерно для подорожника, ландыша, тюльпана. Если листовая пластинка более широкая, но удлинённая, то жилки выходят из ее основания. Далее они расходятся в виде дуг, а соединяются вверху. Главной жилки среди них выделить нельзя, так как все они одинаковой формы и размера.

Сетчатый тип жилкования наиболее часто встречается в природе. Сетчатое жилкование листьев характерно для практически всех двудольных представителей, а они занимают господствующее положение в растительном мире. К растениям с сетчатым типом жилкования относятся представители семейств Розоцветные, Капустные, Бобовые, Пасленовые, Астровые. При *сетчатом жилковании* жилки в листе образуют ветвящуюся сеть. Для многих двудольных растений характерно *перистое* (дуб) (имеется одна главная жилка, а от неё отходят второстепенные жилки 2-го порядка), *пальчатые* (клён) (несколько крупных жилок отходят от черешка веером, а от них более мелкие жилки).

5. На одном побеге образуются листья, неодинаковые по величине, форме, окраске. Различают **три формации листьев**: низовую, срединную, верхушечную.

Низовая – видоизменённые листья в связи со специализированной функцией – семядольные, почечные чешуи, редуцированные листья корневищ и надземных побегов.

Срединная – основная масса листьев растения.

Верхушечная – листья, расположенные на цветоносных побегах, прицветники, обертки.

6. **Продолжительность жизни листьев**: сосны – 2 года, лавровишни, плюща, олеандра – 1-3, брусники, толокнянки – 1-4, ели – 5-12, африкан-

ской вельвичии – свыше 100 лет. У большинства растений листья живут один вегетационный период, затем опадают на зиму или на засушливый период лета. У эфемеров они функционируют 4-5 недель.

Листопад – защитное приспособление для уменьшения испарения и выделения из растений некоторых продуктов обмена (кристаллы солей).

7. Размеры листьев сильно варьируют. Например, у пальм рафлин они достигают в длину 20 м, ширину – 12 м. Большие листья у бананов. Из растений нашей умеренной зоны крупные листья имеют лопушник, подбел, борщевик, кукуруза (0,5-1,5 м длиной). Другие растения – мятлик, клюква, брусника имеют мелкие листья (0,5-1 см шириной, 1-5 см длиной).

Благодаря многоярусному расположению и возможности различной пространственной ориентации, общая поверхность листьев во много раз превышает занимаемую растениями площадь. Отношение площади листьев к площади, занимаемой растениями, называется **листовым индексом**. У культивируемых растений он может быть от 4 до 12, что очень важно для ассимиляционной продуктивности растений.

8. Анатомическое строение листа

Анатомическое строение плоского листа (рис. 6.18, А). У однодольных растений механические элементы в листе представлены склеренхимными волокнами, у двудольных кроме склеренхимы имеется угловая колленхима, а могут быть также каменистые клетки.

Мезофилл занимает все пространство между верхней и нижней эпидермой листа, исключая проводящие пучки и участки механической ткани. Мезофилл чаще всего дифференцирован на палисадную (столбчатую) и губчатую паренхиму. Обычно палисадная паренхима располагается под верхним эпидермисом, а губчатая прилегает к нижнему. В губчатой ткани интенсивность фотосинтеза ниже, чем в столбчатой, но зато здесь активно идут процессы транспирации и газообмена.

В центре листа находится крупный проводящий пучок, а сбоку более мелкие пучки. В составе пучка ксилема повернута к верхней, а флоэма - к нижней стороне листа. Проводящие пучки образуют в листе непрерывную систему, связанную с проводящей системой стебля.

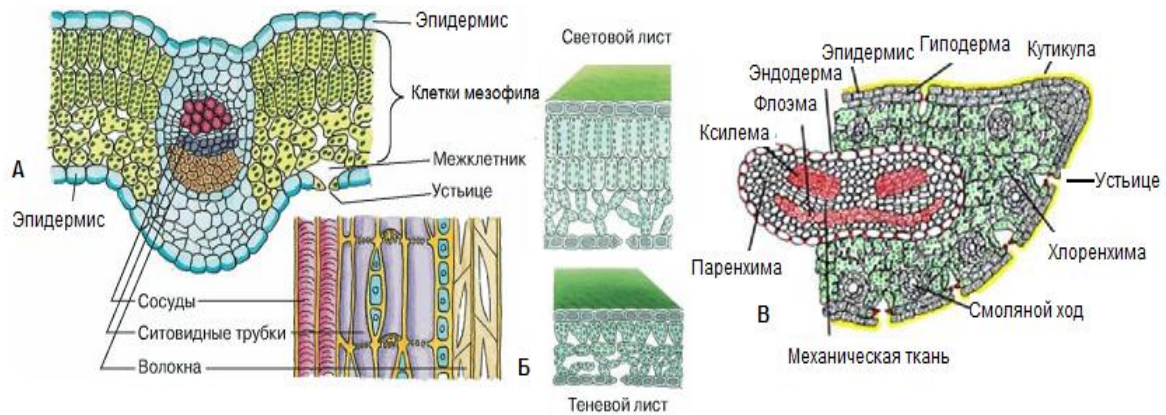


Рис. 6.18. Внутреннее строение листа: А – поперечный срез плоского листа (жилка в продольном разрезе); Б – поперечный разрез светового и теневого листа; В – поперечный срез иглы сосны обыкновенной

У растений, особенно древесных, различают листья **световые** и **теневые** (рис. 6.18, Б). Световые, расположенные по периферии кроны, имеют более густую сеть жилок, верхний эпидермис покрывает более толстый слой кутикулы, чем листья теневые, расположенные внутри кроны. У световых листьев устьица находятся только в нижнем эпидермисе, в них сильнее развита столбчатая хлоренхима. Теневые листья имеют менее густую сеть жилок, устьица могут находиться не только в нижнем эпидермисе, но и в верхнем. В теневых листьях преобладает губчатая хлоренхима.

Анатомическое строение игольчатого листа. Листья большинства хвойных растений живут в течение нескольких лет, имеют ксероморфную структуру, жесткие, мелкие, с малой испаряющей поверхностью. С анатомическим строением листьев хвойных познакомимся на примере листа (хвоинки) сосны.

Эпидермис хвои с сильно развитой кутикулой состоит из очень толстостенных клеток (рис. 6.18, В). Утолщенные клетки эпидермиса значительно укрепляют хвою, предохраняют ее от излишнего испарения. Устьица погружены в особые углубления. Оболочки замыкающих клеток устьиц хвои одревесневшие. Все это имеет важное приспособительное значение, так как хвоя в отличие от листьев не опадает и испаряет влагу круглый год. Под эпидермисом находится сплошной слой сильно одревесневших волокон склеренхимы, называемый гиподермой. Ассимиляционная ткань хвои многих хвойных деревьев – это складчатая мезофил (хлоренхима). Центральная часть листа отграничена эндодермой, где расположены два проводящих пучка. Ксилема пучков обращена к плоской (верхней) части листа, флоэма к выпуклой (нижней части листа).

Между пучками с нижней стороны расположена склеренхима с толстыми, слегка одревесневшими стенками. Проводящие пучки окружены тонкостенной паренхимой. Иногда она зеленая, содержащая хлоропласты, но чаще – одревесневшая, особенно в длинной хвое. В этом случае сосудисто-волокнистый пучок служит жесткой осью, не позволяющей хвоинке сгибаться. У всех хвойных в мезофилле расположены смоляные ходы, идущие вдоль хвои и покрытые чехлом из механических волокон (склеренхимы). Число и расположение смоляных ходов играют важную диагностическую роль при определении видов по анатомическому строению хвои.

Кроме сосны, складчатый мезофилл и смоляные ходы имеются в листьях ели, кедра, которые имеют один проводящий пучок. По одному проводящему пучку в листьях сосны сибирской, тиса ягодного.

Таким образом, внешнее и внутреннее строение листа растений довольно разнообразно, что обеспечивает выполнение его основных функций – фотосинтеза, газообмена и транспирации в различных условиях внешней

среды. Взаимное расположение тканей в различных листьях является диагностическим признаком.

Задание 3. Морфология корня.

Рассмотрите и зарисуйте недельный проросток фасоли. Объясните и обозначьте на рисунке особенности корневой системы проростка фасоли, выделите функциональные зоны корня. Проанализируйте строение зоны корня в соответствии с выполняемыми функциями.

Задание 3.1. Макроскопическое исследование проростка фасоли.

Семена фасоли помещают в чашки Петри между слоями влажной фильтровальной бумаги. Закладывать образцы для исследования необходимо в следующие сроки: 1-й, 3-й, 5-й дни.

1. Рассмотрите внешний вид сухого семени фасоли, расщепите его на две половинки и определите место зародыша и его строение.

2. Сравните образцы пророщенных семян фасоли. Обратите внимание на появление корневых волосков, боковых корешков. Определите время, когда начнет формироваться *стержневая корневая система*, а также время развития гипокотилия, семядолей, эпикотилия.

3. Рассмотрите внешний вид недельного проростка семени. Проанализируйте время развития подземной и надземной части побега. Обратите внимание, что на вершине проростка хорошо заметна верхушечная почка.

4. Зарисуйте проростки семени фасоли и обозначьте: корень (зародышевый, главный, боковые), гипокотиль (подсемядольное колено), эпикотиль (надсемядольное колено), семядоли, нарастающий конус.

5. Сделайте вывод по работе.

Задание 3.2. Типы корней и корневых систем. Сделайте сравнительный морфологический анализ корневой системы представителей сем. Злаковые и сем. Крестоцветные. Желательно использовать заранее отобранные образцы растений. Зарисуйте особенности внешнего строения и сделайте обозначения.

Общие сведения.

Корень – вегетативный осевой орган растения, обладающий радиальной симметрией и чаще всего находящийся в почве. На корнях растений никогда не образуется генеративных органов и листьев.

Основные функции корня.

Корень характеризуется положительным геотропизмом, неограниченным ростом и выполняет следующие функции:

- закрепляет растение в почве, служит опорой;
- поглощает воду и минеральные вещества;
- служит депо запасных питательных веществ;
- синтезирует биологически активные вещества (фитогормоны, алкалоиды, витамины, аминокислоты);
- выделяет в почву различные кислоты (угольную, яблочную);
- осуществляет симбиоз с другими организмами;
- является органом вегетативного размножения.

Некоторые тропические древесные растения, живущие на затопляемых морскими приливами побережьях, образуют дыхательные корни, растущие вертикально вверх. Эти корни, поднимаясь над водой или почвой, поглощают воздух и снабжают им подземные части растения. У других растений (например, у тропического баньяна) – корни-подпорки. Растения со слабым стеблем (например, плющ) с помощью корней-прицепок поднимаются вверх по стенам, стволам растений-соседей.

Формирование и развитие корневой системы и побега.

Корень – это орган, который первым вырастает у растения. Когда семя начинает прорастать, то первым растет зародышевый корешок, который развивается в корень растения. При этом он использует питательные вещества семени. Клетки зародышевого корешка делятся и растут, в результате чего корень вытягивается в длину.

По мере роста (в длину и толщину) зародышевый корешок превращается в *главный корень*, он образует *боковые корни*, в результате чего формируется *стержневая корневая система*.

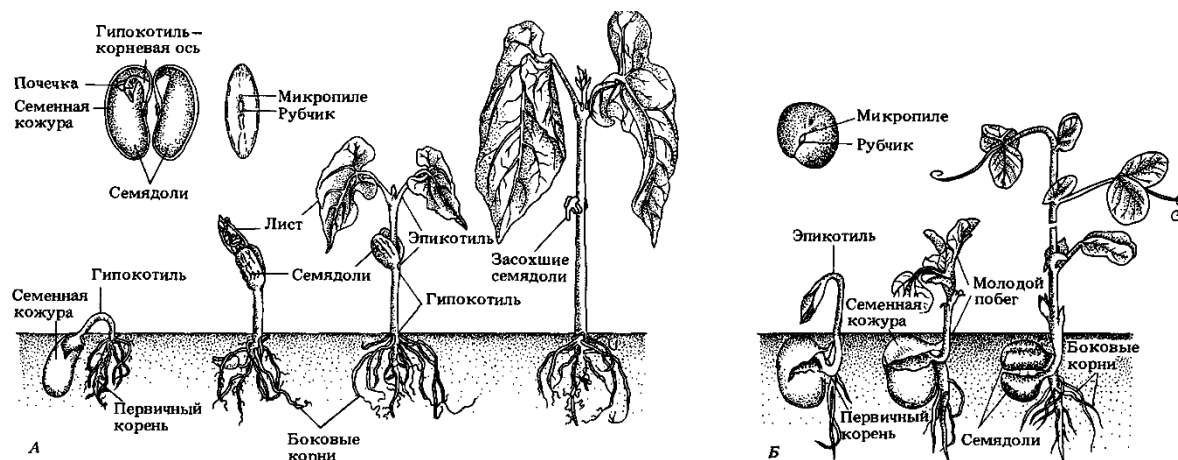


Рис. 6.19. Формирование и развитие корневой системы и побега: А – прорастание семени фасоли (семядоли выносятся на поверхность); Б – прорастание семени гороха (семядоли остаются в земле, подсемядольное колено не удлиняется)

При прорастании семени фасоли первой над поверхностью почвы появляется петлеобразно изогнутая (вследствие неравномерного роста) часть зародышевого стебелька – *гипокотиль (подсемядольное колено)*, тогда как меристема на верхушке побега остается скрытой между семядолями (семядоли – первые листья). Быстро увеличиваясь в размерах, гипокотиль выпрямляется и вытаскивает семядоли и почечку.

На следующей стадии развития начинает интенсивно расти *эпикотиль (надсемядольное колено)* – участок стебля между семядолями и первой парой *ювенильных* листьев. Место перехода главного корня в стебель называется *корневой шейкой*. На вершине проростка хорошо заметна верхушечная почка.

Корешок проростка (как и корень взрослого растения) растет на протяжении не всей своей длины, а только своим кончиком, на котором находятся *зоны деления и роста*. Именно здесь клетки делятся, а потом растут. Если удалить верхушку (кончик), то рост корня в длину остановится. Од-

нако при этом на остальной части корня начнут усиленно расти боковые корни. У каждого из них есть свой кончик с зоной деления клеток. Кроме боковых корней могут начать расти придаточные корни. В результате корневая система растения становится более мощной.

Типы корневой системы и виды корней.

Количество корней у одного растения может быть очень большим – сотни, тысячи, а иногда и несколько миллионов. Степень их развития зависит от условий окружающей среды. Совокупность всех корней одного растения называется **корневой системой**. Ее составляют три разновидности корней: главный, боковые и придаточные.



Рис. 6.20. Виды корней

Виды корней:

- главный (развивается из зародышевого корешка семени);
- боковые (возникают при боковом ветвлении корней, т.е. они развиваются на главном, придаточных и боковых корнях);
- придаточные (развиваются на подземных или надземных частях побега).

Корневая система формируется в течение всей жизни растения. Ее формирование обеспечивают преимущественно боковые корни. В зависимости от формы различают стержневую и мочковатую виды корневых систем.

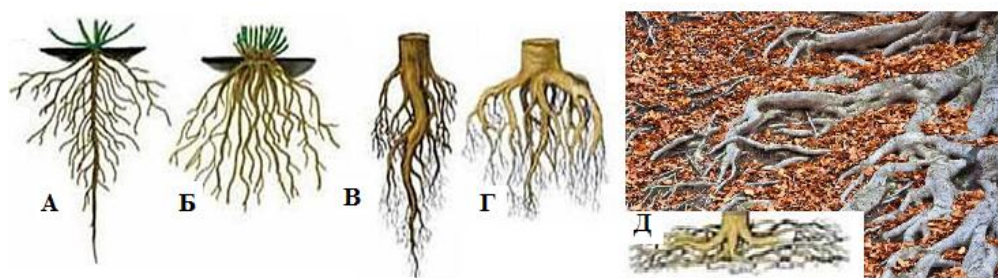


Рис. 6.21. Разнообразные корневые системы травянистых (А – стержневая, Б – мочковатая) и древесных (В, Г, Д) растений

Стержневая система имеет хорошо развитый главный корень, который развивается из зародышевого и ветвится за счет боковых корней. Главный корень способен проникать на значительную глубину. Стержневая корневая система характерна для многих двудольных растений. Хорошо развитый главный корень есть у травянистых растений (фасоли, клевера, подсолнечника, моркови, одуванчика), кустарников и деревьев.

Существует подтип стержневой корневой системы – *ветвистая корневая система*. В этом случае сильное развитие получают несколько боковых корней. В то время как главный корень остается укороченным. Тип ветвистой корневой системы характерен для многих деревьев. Такая корневая система позволяет прочно удерживать мощные ствол и крону дерева.

Стержневая корневая система проникает в почву глубже, чем мочковатая. Размеры корневой системы у разных растений различны. Корни яблони проникают в почву на глубину 3-4 м, а в стороны от ствола до 15 м, у клевера — на глубину до 2 м; у растений водоемов они располагаются близко к поверхности почвы.

Мочковатая корневая система образована совокупностью придаточных корней, растущих от стебля, и боковых корней. Главный корень в ней отсутствует. Формируется мочковатая корневая система во время кущения. На подземной части стебля при этом образуется узел кущения, из

которого развиваются дополнительные побеги, то есть происходит подземное ветвление стебля, с многочисленными дополнительными корнями.

Формирование и развитие корневой системы зависит от условий обитания растения. Для растений засушливых зон характерен хорошо развитый главный корень. С его помощью растение способно добывать воду с глубоких горизонтов. Классическим примером является верблюжья колючка. Ее корни проникают в песчаную почву на несколько десятков метров. Это обеспечивает жизнеспособность растения в условиях недостатка влаги. При этом длина самого побега едва достигает нескольких десятков сантиметров. А вот если влаги в поверхностных слоях предостаточно, то поглотить это количество воды растение сможет только с помощью мочковатой корневой системы. Средняя глубина ее проникновения - около 30 сантиметров. Но если суммировать все корни такой системы, получится гигантская цифра - 20 километров!

Строение корня на продольном срезе (рис. 6.22). Верхушка корня покрыта корневым чехликом (это живые клетки, которые защищают верхушечную меристему корня).

Начиная с верхушки корня, выделяют следующие зоны:

1. *Зона деления* – находится сразу под чехликом. Кончик корня покрыт корневым чехликом, он защищает клетки зоны деления от механических повреждений. Клетки зоны деления постоянно делятся, давая начало всем клеткам корня.

2. *Зона роста*. Над зоной деления находится зона роста. Её клетки вытягиваются в длину, обеспечивая этим рост корня. Некоторые клетки ещё продолжают делиться.

3. *Зона всасывания*. В зоне всасывания клетки наружного слоя образуют выросты – корневые волоски. Они всасывают из почвы воду с растворёнными в ней минеральными солями. Корневые волоски увеличивают всасывающую поверхность корня в сотни раз.

4. *Зона проведения*, в которой происходит образование боковых корней. В центре корня расположены проводящие ткани: древесина, по которой передвигается вода с растворёнными в ней минеральными веществами, и луб, по которому перемещаются органические вещества.

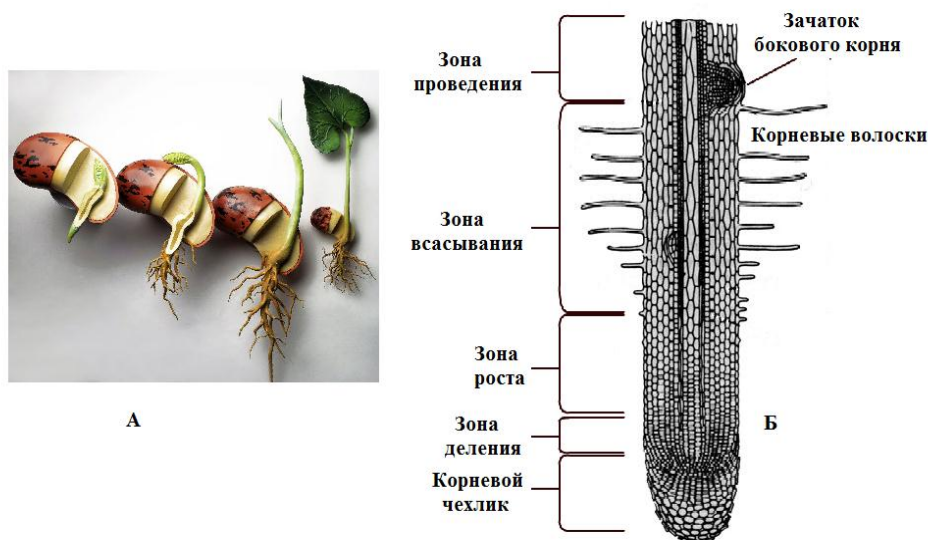


Рис. 6.22. Строение корня: А – поэтапное формирование и развитие корня;
Б – строение корня на продольном разрезе

Строение корня на поперечном срезе (рис. 6.23). В зоне деления располагаются клетки образовательной ткани, обеспечивающие рост корня в длину. В зоне роста отдельные клетки продолжают делиться, а также начинается дифференцировка покровной, основной и проводящей тканей корня.

В зоне всасывания клетки ризодермы имеют выросты – корневые волоски, через которые корни растений всасывают из почвы воду и минеральные вещества. Благодаря корневым волоскам поверхность всасывания увеличивается в 10 и более раз. В корневом волоске есть крупная вакуоль, ядро смещено на кончик волоска. Под ризодермой расположена кора, состоящая из тонкостенных живых клеток. В центре корня находится центральный цилиндр из луба и древесины. Сердцевина в корне не образуется.

В зоне проведения между древесиной и лубом возникает камбий, отвечающий за рост в толщину. Ткани коры не могут следовать за вторичным утолщением и погибают, а благодаря работе феллогена на поверхности корня появляется новая покровная ткань – пробка.

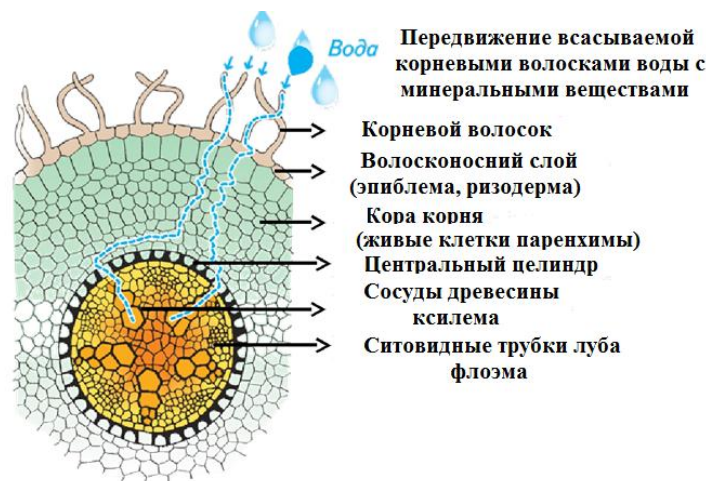


Рис. 6.23. Поперечный срез корня в зоне всасывания

Корневые волоски не долговечны, они живут 10–20 дней, а потом отмирают и облущиваются. Новые волоски образуются в процессе роста кончика корня в длину. С ростом корня в глубину перемещается и зона корневых волосков. Через корневые волоски вода поступает в клетки основных тканей корня. Далее через пропускные клетки – в сосуды центрального цилиндра, а потом в надземную часть растения по сосудам зоны проведения. Сосуды корня в надземной части растения становятся сосудами стебля. Место перехода корня в стебель немного утолщено и называется **корневой шейкой**. Восходящее (от корня к листкам) движение воды объясняется **корневым давлением** и **транспирацией** листьев.

Задание 4. Метаморфозы вегетативных органов. Сравните и определите происхождение колючек на следующих растениях: боярышнике, робинии, шиповнике и барбарисе. Объясните, почему корневище пырея ползучего, клубень картофеля и луковица являются видоизмененным побегом.

Основные метаморфозы надземных и подземных вегетативных органов и признаки, по которым можно определить происхождение метаморфозов:

- побеговое происхождение видоизменений доказывают следующие признаки: наличие листьев и листовых рубцов, узлов и междоузлий, почек в пазухах листьев или над листовым рубцом;

- листовое происхождение видоизменений доказывают: наличие почек или побегов в их пазухе и отсутствие листовых рубцов в основании; видоизменяться могут и части листа (отдельные листовые пластинки сложного листа, прилистники);

- метаморфозы корневого происхождения отличаются отсутствием листьев, листовых рубцов, пазушных почек.

Задание 4.1. Метаморфозы побега. Рассмотрите строение корневище пырея ползучего (1), клубень картофеля (2) и луковицу лука (3). Установить черты сходство с надземными побегами.

Побег – самый изменчивый по внешнему облику орган растения. Это связано с его многофункциональностью и лабильностью. Различают метаморфозы надземных и подземных побегов.

Первую группу метаморфизированных побегов составляют: а) корневища; б) клубни; в) луковицы. Их объединяет то, что они выполняют обычно три функции: размножение; сохранении запасных веществ; перезимовывания. Эти функции могут быть выражены в различной степени. У одних преобладает функция запасаания веществ и перезимовывания (например, у толстых корневищ купены), у других сильно выражена функция размножения (например, у корневищ мяты, пырея). На видоизмененных органах, как правило, развиваются придаточные корни. Истинную – побеговую природу этих органов можно установить:

- по чешуям, заменяющим листья;
- по пазушным и верхушечным почкам;

– по микроскопической структуре.

1) Рассмотрите строение корневища пырея ползучего. Найдите узлы, междоузлия, чешуевидные листья и придаточные корни. Докажите, что корневище – видоизмененный побег.

Корневище – подземный побег. По внешнему виду его часто принимают за корень. Отличительная черта его – редуцированные листья, а также верхушечная почка на конце (а на корневой чехлик, как у корня).

Пырей ползучий – многолетнее растение, являющееся самым известным представителем рода Пырей семейства Мятликовые (или Злаки).

Пырей обыкновенный имеет длинное (до 15 м), ползучее, шнуровидное корневище, горизонтально располагающееся под землей на глубине 5 – 20 см в зависимости от типа почвы, с многочисленными придаточными корнями и разветвлениями. Верхушки его ветвей загибаются вверх и выходят на поверхность почвы, образуя новые особи. Несмотря на то, что корневище довольно тонкое, оно отличается высокой прочностью и стремительным ростом. Оно может пронизывать доски толщиной до 3 см и клубни картофеля. Молодые корни пырея имеют белую окраску, а старые – желто-коричневую.

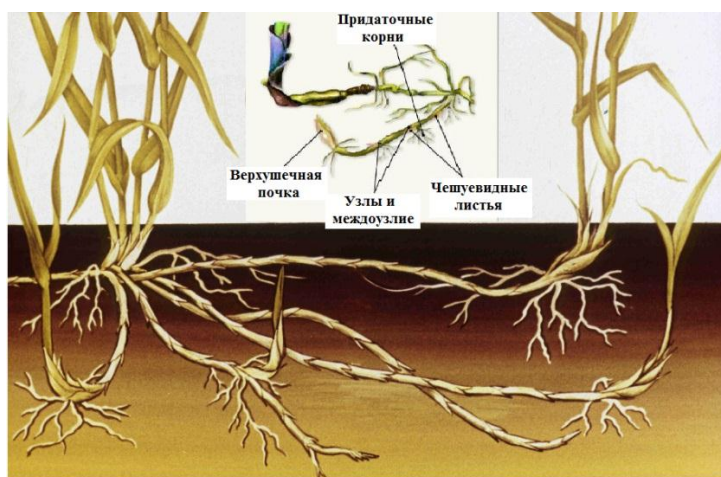


Рис. 6.24. Строение корневища пырея ползучего

Форма корневищ разнообразна. У одних растений они имеют вид длинных плетей, у других – толстых укороченных побегов. В корневищах запасается много питательных веществ. Важнейшими представителями корневищных растений являются: вейник наземный, тростник обыкновенный, мятлик луговой, овсяница красная, арктофила желтая, волоснец гигантский, селин большой и малый, чина луговая, вика (мышинный горошек), солодка, лядвенец болотный, тысячелистник обыкновенный, мать-и-мачеха, подмаренник желтый, таволга вязолистная, яснотка белая, мята полевая, осока ранняя, вздутая, стройная, двурядная, черноколосая, камыш озерный, рогоз, хвощи и многие другие.

2) Рассмотрите строение клубня. Докажите, что клубень – видоизмененный побег.

Клубни – это сильно утолщенные, большей частью подземные побеги, как у картофеля, земляной груши. Обычно они образуются на конусах удлиненных тонких побегов – *столонов*. Столоны представляют собой белые хрупкие стебли с чешуевидными листьями. На клубне можно обнаружить верхушечную и пазушные почки – глазки. У картофеля по три пазушных почки находятся в углублениях. Из них прорастает лишь одна, другие остаются спящими. Расположение глазков спиральное. Очень рано эпидерма клубня картофеля заменяется пробкой.

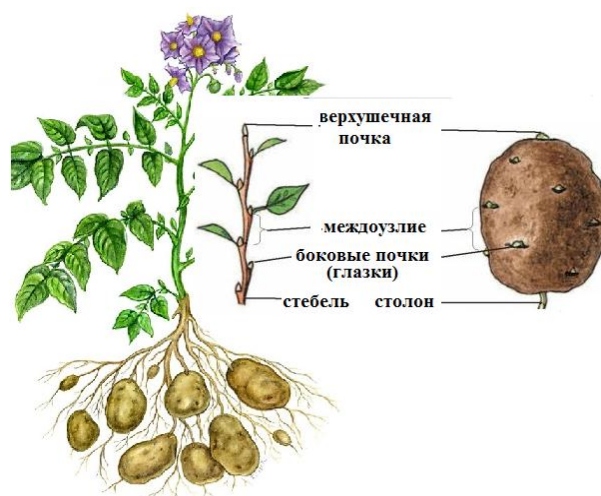


Рис. 6.25. Строение клубня картофеля (*Solanum tuberosum* L.)

Хлорофилла клубень обычно не имеет, но, выставленный на свет может зеленеть. В клетках клубня картофеля откладывается в большом количестве вторичный крахмал, в клубнях земляной груши – инулин.

3) *Рассмотрите строение луковицы. Докажите, что луковица – видоизмененный побег.*

Луковицы представляют собой сильно укороченные, главным образом подземные побеги.

Форма луковиц бывает в зависимости от видовой принадлежности грушевидной, яйцевидной, приплюснутой и т.п. Стеблевая часть луковицы небольшая, расположена конусом в основании. Она называется донцем. От донца отходят многочисленные мясистые листья – чешуи.

Различают луковицы пленчатые (у лука), у которых каждая чешуя полностью покрывает предыдущую, черепитчатые (у лилий), т.е. не полностью закрывают друг друга. Наружные чешуи луковиц часто бывают сухими, в остальных чешуях откладываются питательные вещества. Донце заканчивается верхушечной почкой, из листьев которой образуются надземные зеленые листья. Из нижней части донца луковицы развиваются придаточные корни. Небольшие луковицы могут иногда возникать и как надземные видоизмененные побеги в пазухах листьев.

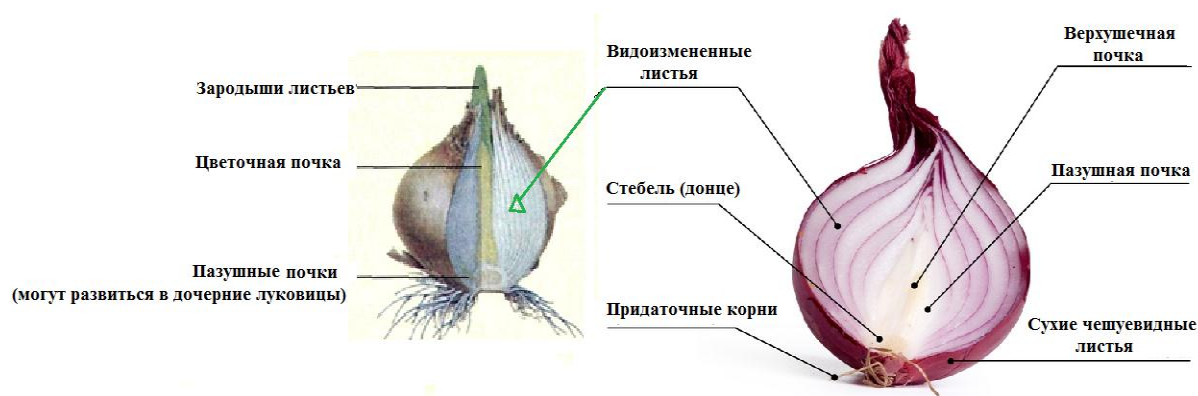


Рис. 6.26. Внутреннее строение луковицы лука (*Allium L.*)

У тигровой лилии маленькие шаровидные луковички, как правило, образуются в пазухах надземных листьев. Они пригодны для размножения растений.

Вторая группа метаморфизированных вегетативных органов представлена видоизмененными побегами и листьями.

Основными метаморфозами надземных вегетативных органов являются видоизмененные побеги (кладодии, колючки, усики, филлокадии, шипы) и видоизмененные листья (колючки, усики, филлодии, ловчие органы хищных растений).

Видоизмененные побеги.

1. Колючка – очень распространенный вид метаморфоза побега. Она возникает в пазухе листа, как всякий побег. Лист часто опадает, но на его месте сохраняется рубец. Колючка может быть простая и разветвленная. Простые колючки имеются у боярышника, дикой груши. Разветвленные колючки типичны для цитрусовых.

2. Усики, как видоизмененные побеги, имеются у тыквы, огурца, дыни, винограда.

3. Стебли суккулентных растений – кактусов, молочаев – отличаются сильной мясистой. Они служат своеобразными резервуарами воды, необходимы этим растениям в пустынных районах.

Видоизмененные листья.

1. Листовые колючки – могут быть производными листовой пластинки – одревесневшие жилки, или в колючки могут превращаться прилистники. Их основной функцией является защита ароматных цветков и сладких плодов от поедания различными животными. В результате метаморфоза листья могут превращаться в колючки полностью (барбарис) или частично (чертополох).

2. Суккулентные листья – листья, служащие для запасания воды (алоэ, агава).

3. Усики образуются из листа или его частей: рахиса и нескольких листочков (горох), пластинки (чина). Выполняют опорную функцию, цепляясь за окружающие предметы.

4. Филлодии – черешки, которые превращаются в плоское образование и выполняют основные функции листа. При этом настоящие листочки редуцируются. У солероса от листьев остаются лишь влагалища, у черного саксаула – основания черешков.

5. Чешуи – видоизмененные сочные или сухие листья, характерны луковичам (лук, чеснок).

6. Особую морфу представляют листья насекомоядных растений. Это и захлопывающиеся листья, и листья в виде кувшинов.

Ч. Дарвин ввел понятие об аналогичных и гомологичных органах.

Аналогичные органы выполняют одинаковые функции, но имеют разное происхождение (колючки боярышника и колючки кактуса).

Гомологичные органы – имеют одинаковое происхождение, но выполняют разные функции. (Колючка груши, корневище купены).

4. Рассмотрите побеги боярышника, робинии, шиповника и барбариса. Объясните происхождение колючек (шипов).

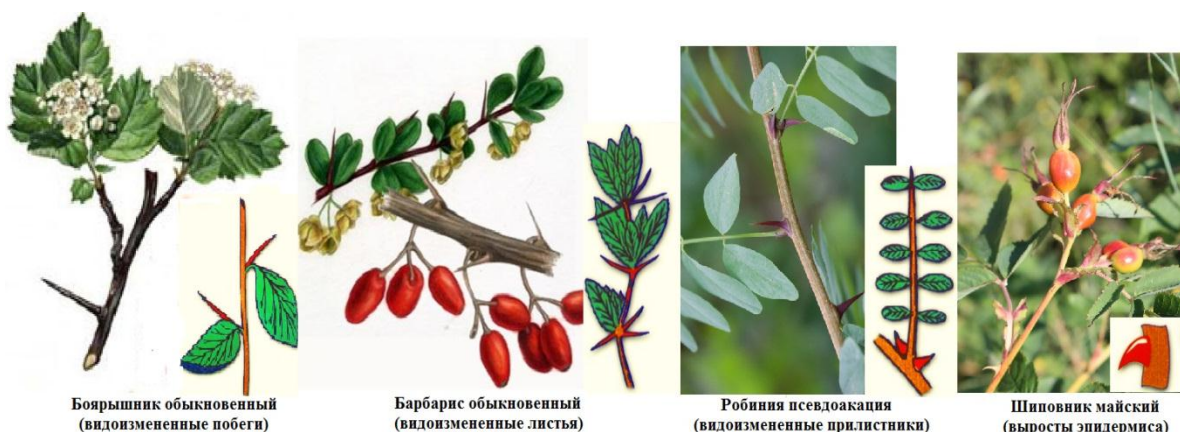


Рис. 6.27. Аналогичные органы, выполняющие одинаковые функции

Колючки могут представлять собой:

- видоизмененные побеги – их можно отличить по положению на растении, например, на верхушке, как у Розоцветных (дикой груши, сливы, абрикоса и др.) или в пазухе листа, как у боярышника, апельсина, лимона;
- видоизмененные листья – они не могут быть расположены на верхушке побега, и, как правило, выше них от стебля отходит побег (в пазухе бывшего листа);
- видоизмененные жилки – когда часть жилок листа, как правило, верхушка, превращается в колючку. Такие колючки характерны для чертополоха, бодяка, татарника и др.;
- видоизмененные прилистники, как правило, парные и расположены в основании листа, как у робинии ложноакациевой или барбариса;
- выросты эпидермиса (наружной части коры) еще называют шипами. Их легко отличить от всех остальных видов колючек, поскольку в их расположении нельзя выявить никаких закономерностей. Колючки отрываются вместе с древесиной, а шип – поверхностное образование, представляет собой видоизмененный волосок, и отрывается он только с наружной корой стебля. Такие колючки характерны для разных видов шиповника, ежевики, крыжовника.

Вопросы для закрепления теоретического материала:

1. Что такое вегетативный орган? Какие органы растений вы знаете?
2. Что такое побег? Из каких частей он состоит?
3. Что собой представляют побег, узел, междоузлие, пазуха листа?
4. Чем укороченные побеги отличаются от удлиненных?
5. Какие типы ветвления вам известны? Охарактеризуйте их и приведите примеры растений с различными типами ветвления.
6. В чем заключается биологическое значение ветвления?
7. Что собой представляет почка? Каково ее строение?

8. Как классифицируются почки по назначению, местоположению, защищенности?

9. Каково значение спящих, зимующих и придаточных почек в жизни растений?

10. Какое строение имеет вегетативная почка?

11. Чем отличаются генеративные почки от вегетативных?

12. Какое строение имеет вегетативно-генеративная почка?

13. Как происходит рост побега в длину?

14. Какие виды листорасположения вы знаете?

15. Каково внешнее строение листа?

16. Какие листья называют сложными, а какие – простыми?

17. Как однодольные растения отличаются от двудольных по жилкованию листьев?

18. Какую функцию выполняют жилки листа?

19. Каково значение корня?

20. Чем стержневая корневая система отличается от мочковатой? У каких растений стержневая система?

21. Какие структуры корня обеспечивают функцию всасывания?

22. Из зародышевого корешка семени формируется главный корень. Могут ли формироваться растения, у которых изначально нет главного корня?

23. Назовите и охарактеризуйте основные метаморфозы надземных побегов

24. Назовите и охарактеризуйте основные метаморфозы листьев

25. С чем связаны видоизменения листьев? Приведите примеры.

26. Какие вы знаете подземные видоизменения побега и у каких видов растений?

27. Какие вы можете привести доказательства того, что клубень картофеля является видоизменением побега?

Тема 7. Морфология генеративных органов покрытосеменных

Практическая работа № 6

Существенным признаком покрытосеменных растений является наличие цветка, который развивается из почки как укороченный побег. Цветок служит органом полового размножения (репродуктивная функция) покрытосеменных растений, завершающегося образованием семян и плодов. Строение цветка (соцветий) имеет важное значение при классификации, морфологическом описании и определении растения.

Цель занятия: практическое знакомство студентов со строением цветка, соцветий, плодов; усвоить приемы составления характеристик цветков с помощью формул и диаграмм; продолжить формировать у студентов навык работы с натуральными объектами.

Задание 1. Сделайте морфологический анализ представителя сем. Крестоцветные, сем. Пасленовые, сем. Сложноцветные, сем Бобовые. Запишите цветок в вертикальном разрезе и обозначьте ее части. Составьте формулу и диаграмму цветка.

Макроскопическое исследование различных видов цветка.

Для примера рассмотрим морфологический анализ цветка Вишни обыкновенной (*Prunus cerasus* L.). Запишите цветок вишни в вертикальном разрезе и обозначьте ее части. Составьте формулу и диаграмму цветка.

Морфологический анализ цветка

Вишни обыкновенной (*Prunus cerasus* L.)

Для того что бы исследовать составные части цветка, препаровальной иглой отделите цветоножку, чашечку, цветоложе, лепестки, тычинки и пестик.

У цветка вишни чашелистики, лепестки и тычинки прикрепляются к краю чашеобразного цветоложа. Пестик свободный и образует верхнюю

завязь. Цветок актиноморфный, имеет двойной околоцветник (пять свободных чашелистиков и пять свободных лепестков), много тычинок и один пестик. Пестик состоит из расширенной завязи, столбика и целостного головчатого рыльца, что свидетельствует о том, что он образован одним плодолистиком.

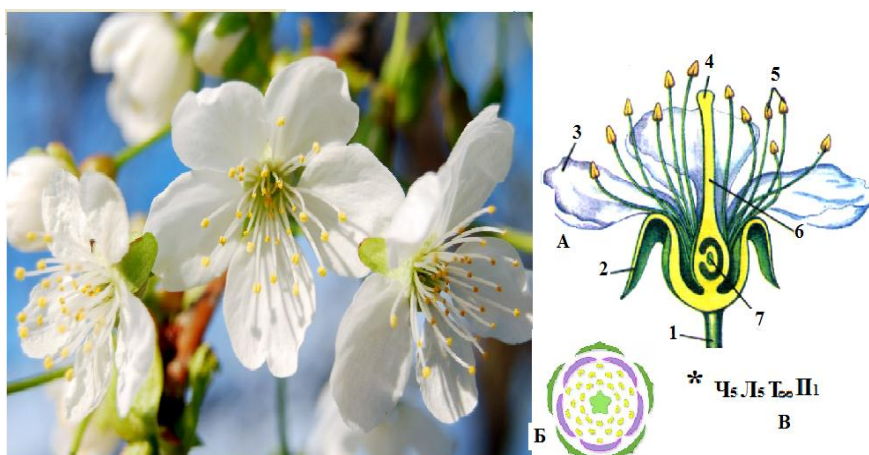


Рис. 7.1. Строение (А), диаграмма (Б), формула (В), цветка вишни: 1- цветоножка; 2 – чашелистик; 3 – лепесток; 4 – рыльце пестика; 5 – пыльники; 6 – столбик; 7 – завязь

Задание 2.

Общие сведения.

Строение цветка. Цветок представляет собой видоизмененный побег, который ограничен в росте и укорочен. Он является органом семенного размножения покрытосеменных растений. В цветках происходит образование микро- и мегаспор, гамет, опыление, оплодотворение, развитие зародыша и образование плода с семенами. Цветки поразительно многообразны по строению, окраске и размерам, варьирующим от нескольких миллиметров до 1 м и более в диаметре (раффлезия).

Абсолютное большинство цветковых растений имеют обоеполые цветки. Цветок состоит из следующих частей: цветоножки, цветоложа, околоцветника, андроеца и гинецея.

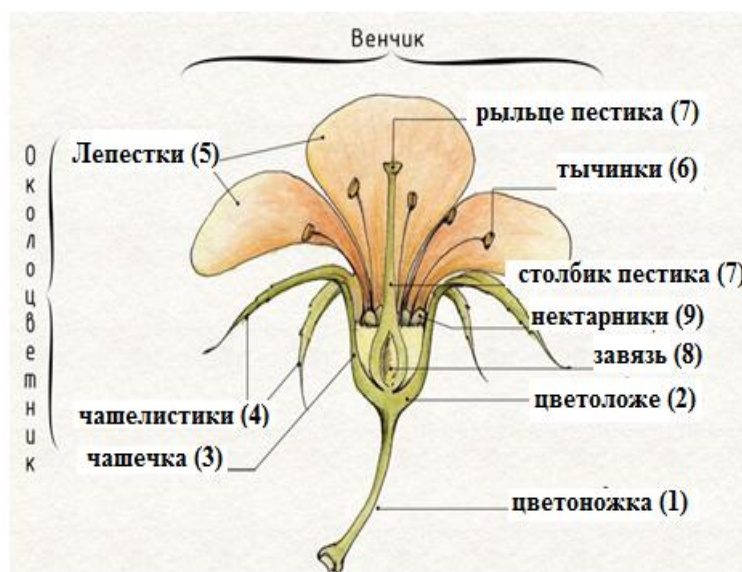


Рис. 7.2. Схема строения цветка. Объяснение в тексте

Поскольку цветок – это видоизмененный побег, он имеет все части, присущие надземной части растений. **Цветоножка** (1) представляет собой междоузлие под цветком и соединяет его со стеблем. Цветки, не имеющие цветоножек, называют сидячими. На цветоножке могут располагаться листочки, называемые прицветниками.

Цветоложе (2) – это расширенная часть цветоножки, к которой прикрепляются все остальные части цветка. Цветоложе чаще всего бывает плоское (пион, ромашка), реже выпуклое (лютик, малина) или вогнутое (вишня, шиповник, роза).

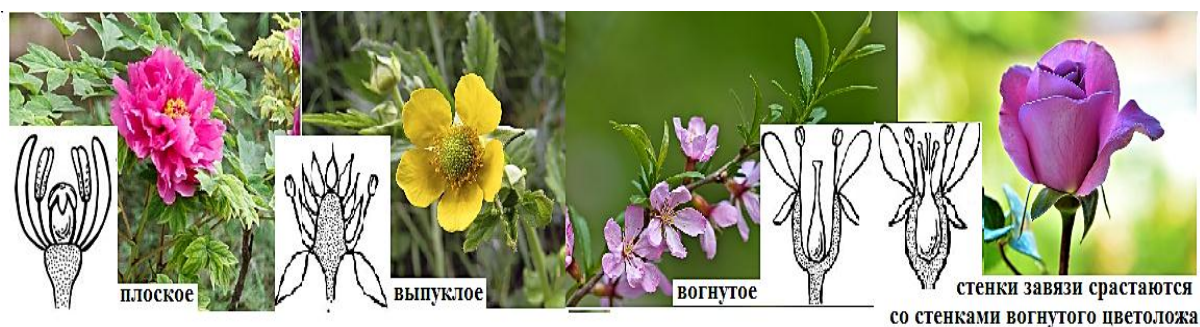


Рис. 7.3. Формы цветоложа в цветке

В зависимости от симметрии различают цветки *актиноморфные* (правильные, многосторонне симметричные), *зигоморфные* (двусторонне симметричные) и *асимметричные* – нельзя провести ось симметрии (канна). Симметрия цветка определяется в основном структурой околоцветника.

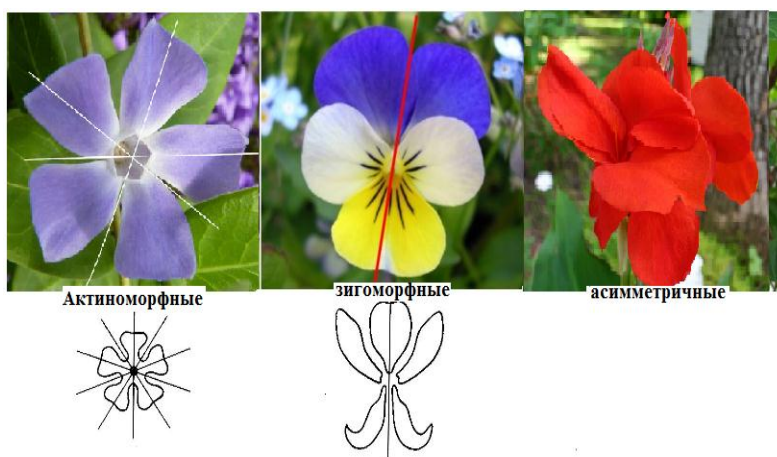


Рис. 7.4. Актиноморфные, зигоморфные и асимметричные цветки

Околоцветник бывает простым и двойным. Если у цветка отсутствует околоцветник, то он называется *голым* (верба, ясень).



Двойной околоцветник состоит из чашечки и венчика. Такую структуру называют двойной, или гетерохламидной. Ее наличие является систематическим признаком. Двойной околоцветник имеют все растения класса Двудольные. К примеру, горох, яблоня, баклажан, астра, подсолнечник. В природе таких растений большинство.

В состав простого, или гомохламидного околоцветника входят либо венчик, либо чашечка. Он характерен для Однодольных растений. К нему относятся семейство Луковые, Лилейные, Злаковые и другие.

Чашечка (3) состоит из чашелистиков, окрашенных обычно в зеленый цвет, и выполняет защитную функцию. Осуществляется она в период формирования бутона. В это время чашелистики полностью закрывают цветок. У взрослого растения чашечка является фотосинтезирующей частью. Наряду с листьями она дополнительно обеспечивает растения органическими веществами.

Чашелистики (4) могут быть свободными, находящимися друг от друга на определенном расстоянии, или сросшимися (как у бобовых). По особенностям строения различают отдельно- и сrostнолистную чашечку. В некоторых группах растений чашечка редуцируется (зонтичные) или видоизменяется в волоски, щетинки (сложноцветные).

Венчик состоит из лепестков и по размерам, как правило, значительно превосходит чашечку. Окраска, количество и форма лепестков является систематическим признаком.

Безусловно, существуют растения, которые являются исключением. Окраска лепестков зависит от хромопластов (например, у лютиков) или пигментов клеточного сока. В зависимости от кислотности клеточного сока окраска лепестков может меняться, иногда даже в течение дня. Гибискус изменчивый (*Hibiscus Mutabilis*) имеет так же название сумасшедшая роза, которое он получил из-за меняющегося цвета лепестков: сначала из бледно-кремовых бутонов распускаются изящные, с выпуклыми жилками, белые цветы, на следующий день они розовеют и по мере цветения приобретают более насыщенную розовую окраску. У некоторых незабудок во время раскрытия цветков лепестки розовые, а со временем становятся ярко-голубыми.

Лепестки (5) у насекомоопыляемых растений окрашены в яркие, привлекающие опылителей цвета, у ветроопыляемых - невзрачные или редуцированы. Форма венчика достаточно разнообразна. К примеру, у бобовых лепестки морфологически отличаются. Внешне они напоминают парус, лодочку и весла или бабочку, которая сложила крылья. Поэтому семейство Бобовые еще называют Мотыльковыми. Венчик может состоять из свободных (яблоня) или сросшихся (вьюнок) лепестков. Разнообразие венчиков исключительно велико: они отличаются как по колеру и интенсивности окраски, так и по числу лепестков. Важное значение для характеристики и определения видов имеет взаиморасположение лепестков. Так, у представителей семейства Розоцветные их пять, Крестоцветных – четыре. А у Астровых в состав соцветия входит до полутора тысяч мелких лепестков.

Совокупность тычинок в цветке называется **андроцеом**. **Тычинка** (6) состоит из тычиночной нити (стерильной части) и пыльника, в котором образуются микроспоры – пыльца. Количество тычинок у растений разнообразно. Нередко число тычинок равно числу лепестков околоцветника (лилия). Во многих случаях число тычинок вдвое или во много раз превышает число лепестков (лютик, шиповник, груша, благородный лавр). Иногда число тычинок минимальное: одна (цинна, канна) или две (сирень, душистый колосок). Как и части околоцветника, тычинки могут располагаться по спирали (магнолия, лютик), кругами и мутовками (тюльпан, лилия, лавр). Тычинки могут полностью или частично срастаться. Тычинки могут быть свободными или сросшимися. По числу групп сросшихся тычинок различают разные типы андроцея: однобратственный, если тычинки срастаются в одну группу (люпин, камелия); двубратственный, если тычинки срастаются в две группы; многобратственный, если многочисленные тычинки срастаются в несколько групп; братственный – тычинки остаются несросшимися.

Пестик (7) состоит из рыльца, столбика и завязи. В цветке может быть как один, так и несколько пестиков. Расположены пестики обычно в центре цветка. Пестик образован одним либо несколькими сросшимися плодолистиками; женский репродуктивный орган цветковых растений.

Если пестик образован одним плодолистиком, то гинецей называется **апикарным**, если несколькими – **ценокарпным**.

В зависимости от формы цветоложа различают положение *завязи* в цветке – нижнее и верхнее (рис. 7.5).



Рис. 7.5. Типы завязи в зависимости от ее положения относительно места прикрепления других частей цветка

Верхняя завязь располагается на цветоложе любой формы (плоское, вогнутое, выпуклое), когда чашелистики, лепестки и тычинки прикрепляются под ней свободно, не срастаясь с другими частями цветка, стенки завязи образованы только плодолистиками (тюльпан, помидор, земляника, слива, вишня, малина).

Нижняя завязь формируется, если чашелистики, лепестки и тычинки размещены над ней и происходит срастание с другими частями цветка так, что ее нельзя выделить, не нарушая целостности цветка (подсолнух, яблоня, смородина, рябина, тыквенные).

Полунижняя завязь образуется при частичном срастании с цветоложем, когда ее стенки срастаются с тычинками, лепестками и чашелистиками лишь в нижней части (бузина).

Большинство растений имеет цветки, в которых есть как тычинки, так и пестики. Такие цветки называют *обоеполыми*. Для многих ветроопыляемых растений характерны *раздельнополые цветки*, состоящие из одних тычинок (мужские или тычиночные цветки) или из одних пестиков (женские или пестичные). Такие цветки обычно имеют редуцированный околоцветник или лишены его. Это делает процесс ветроопыления более эффективным. Раздельнополые цветки могут развиваться на одной и той же особи, тогда растение называется *однодомным*. К ним относятся дуб, береза, ольха, осина, осока. У *двудомных* растений однополые цветки находятся на разных особях. Это ива, тополь, облепиха, осина, щавель.

Нектарники (9) – медовые желёзки растений, выделяющие сахаристый сок — нектар. Внешние выделительные структуры, обычно расположенные в цветке и выделяющие сладкий сок, служащий приманкой для животных-опылителей, чаще всего насекомых.

Формулы и диаграммы цветков. Начиная с XIX в. для более наглядного выражения строения цветка используют формулы и диаграммы.

Формула цветка – это система символов, которая характеризует его морфологическое строение. Для составления формулы используют латинские буквы или буквы русского алфавита:

Название части цветка	Латинские буквы	Русские буквы
Околоцветник простой	P (perigonium)	О
Чашелистики (чашечка)	Ca или K (calyx)	Ч
Лепестки (венчик)	Co или C (corolla)	Л (В)
Тычинки (андроцей)	A (androceum)	Т
Пестик (гинецей)	G или g (gynoeceum)	П

Пол цветка

В начале формулы может быть указан знак пола цветка:

♂ – цветок мужской (содержит только тычинки);

♀ – цветок женский (содержит только плодолистики);

♂ – цветок обоеполый.

Симметрия цветка

Далее указывается знак симметрии цветка:

* – у цветка есть несколько плоскостей симметрии (правильный, или актиноморфный цветок);

↑ – у цветка есть только одна плоскость симметрии (неправильный, или зигоморфный цветок);

⊕ – цветок состоит из двух частей, каждая из которых имеет вертикальную ось симметрии (дисимметричный);

⊙ – цветок спиральный;

ℤ – цветок циклический асимметричный.

Переходы между разными типами симметрии цветка: */⊙ – от радиально-симметричного до спирального.

Число частей и другие обозначения

Рядом с буквенными выражениями частей цветка цифрами указывается количество элементов (пятилепестной венчик – Co_5 , шестичленный андроцей – A_6 , а в том случае, если их число в цветках одного и того же вида непостоянно или достаточно велико (больше 12) – символом ∞).

Если элементы цветка сросшиеся, то их число заключается в скобки: сросшийся пятичленный венчик – $Co_{(5)}$, двубратственный андроцей – $A_{(9,1)}$.

Если элементы цветка расположены кругами, то между количеством элементов в каждом круге ставится знак «+» A_{5+5} .

Положение завязи в цветке обозначается чёрточкой:

При верхней завязи цветка ставят чёрточку <i>под</i> цифрой числа плодолистиков	$G_{(2)}$
При нижней завязи цветка ставят чёрточку <i>над</i> цифрой числа плодолистиков	$G_{(\bar{2})}$
При полунижней завязи чёрточку ставят посередине сбоку цифры числа плодолистиков	$G_{(2)-}$

При простом околоцветнике знаки чашечки и венчика не применяются, и он обозначается буквой **P** (перигониум) P_{3+3} .

Примеры:

Формула цветка лилии и тюльпана:

$$* P_{3+3} | A_{3+3} G_{(3)}$$

* – цветок правильный (актиноморфный);

P_{3+3} – околоцветник простой; лепестки свободные, расположены в два круга по три лепестка;

– тычинки свободные, расположены в два круга по три тычинки;

$G_{(3)}$ – пестик один, образован тремя сросшимися плодолистиками (гинецей ценокарпный); завязь верхняя.

Формула цветка люцерны:

$$\uparrow K_{(5)} C_{3+(2)} A_{(5+4)+1} G_{(1)}$$

$\uparrow$ – цветок неправильный (зигоморфный);

$K_{(5)}$ – околоцветник двойной; чашечка из пяти сросшихся чашелистиков;

$C_{3+(2)}$ – венчик состоит из трёх свободных лепестков (парус и два весла) и двух сросшихся лепестков (лодочки);

$A_{(5+4)+1}$ – тычинок десять, из них девять расположены в два круга и срослись тычиночными нитями, а одна тычинка свободная;

$G_{(1)}$ – пестик один, образован плодолистиком (гинецей монокарпный); завязь верхняя.

Для пространственного изображения всех частей цветка составляют схематическую проекцию цветка на плоскости, называемую **диаграммой**.

Принят единый способ ориентации диаграммы: ось соцветия вверху, а кроющий лист внизу. На диаграмме части цветка имеют условные обозначения (рис. 7.6).

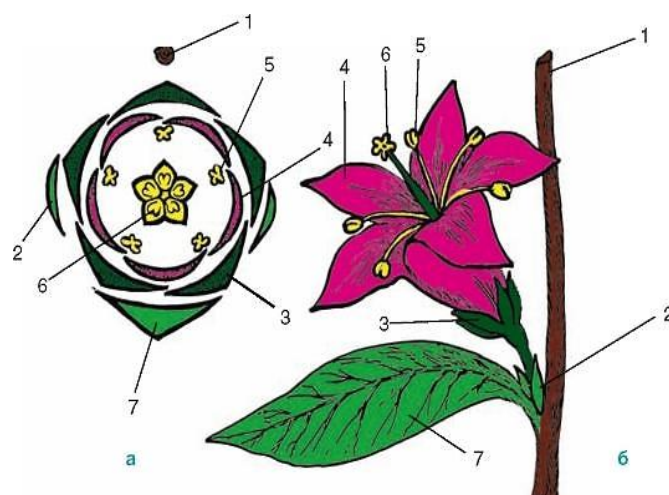


Рис. 7.6. Построение диаграммы цветка: 1 - ось соцветия; 2 - прицветник; 3 - чашелистик; 4 - лепесток; 5 - тычинка; 6 - гинецей; 7 - кроющий лист

Части околоцветника на диаграмме обозначают дугами: чашелистики – с выступом на середине дуги, лепестки – без выступа. Тычинки обозначают в форме поперечного разреза пыльника, гинецей – в виде поперечного разреза завязи. В случае срастания между собой отдельных членов цветка фигуры, обозначающие их на диаграмме, соединяют дугами.

Наиболее полное представление о строении цветка дают диаграммы, которые представляют схематическую проекцию цветка на плоскость, перпендикулярную оси цветка и проходящую через кроющий лист и ось соцветия или побег, на котором расположена цветок.

Задание 2.

Задание 2.1. Заполнить таблицу «Классификация и характеристика соцветий»

Характер нарастания оси соцветия	Особенности ветвления оси соцветия	Название соцветия	Примеры растений
	Простые:		
	Сложные:		
	Простые:		
	Сложные:		

Общие сведения.

Соцветия: типы соцветий, их классификация.

Очень часто на растении образуется лишь один цветок (магнолия, тюльпан, мак). Одиночные цветки располагаются на главной оси побега, на боковых побегах, а также в их пазухах.

Гораздо чаще цветки формируют группу цветков с определенным расположением, называемую **соцветием**. Отмечается большое разнообразие соцветий по их структуре, размерам и числу цветков. Так, соцветие рогоза (растений семейства Рогозовые) содержит до 300 тыс. цветков, а соцветие пальмы Корифа зонтоносная достигает высоты до 9 м и содержит более 10 млн мелких желтовато-белых цветков. Через год после начала цветения созревают плоды диаметром около 4 см, в количестве до двух тонн на одном растении, после чего растение отмирает.

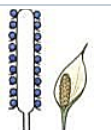
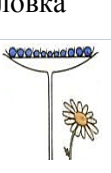
Соцветия развиваются из цветочных или смешанных почек. Отдельные цветки располагаются близко друг к другу в определённом порядке. Основу любого соцветия образует главная ось или ось первого порядка. К ней крепятся ветвящиеся или неветвящиеся боковые оси. Их называют осями второго порядка. Все последующие ответвления являются осями третьего, четвёртого и т.д. порядков. На последнем ответвлении, которое называется цветоножкой, развивается цветок.

Классификация основана на способе ветвления и последовательности развития цветков. По этой классификации выделяют два типа соцветий: моноподиальные и симподиальные.

Моноподиальные соцветия часто называют ботрическими, неопределёнными, так как число боковых ветвей неопределенно. В этом типе соцветий четко выражен главный стержень, т.е. ось первого порядка. Различают простые и сложные моноподиальные соцветия.

Таблица 7.1

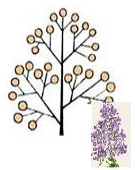
Простые моноподиальные соцветия

Тип соцветия	Виды	Описание	Примеры растений
Простой	 Кисть	Соцветие, у которого на главной оси на цветоножках одинаковой длины сидят цветки	Черёмуха, ландыш, барбарис, люпин
	 Щиток	На оси первого порядка находятся цветоножки разной длины (нижние оси длиннее верхних), располагая цветки на одном уровне	Боярышник, калина, груша
	 Колос	Соцветие, в котором цветки лишены цветоножек и сидят непосредственно на оси - в пазухах кроющих листьев (подорожник) или цветоножки короткие	Подорожник, ятрышник, вербена, любка двулистная
	 Початок	Первая ось сильно утолщенная, ярко выраженная, мелкие цветки сидят на коротких цветоножках	Кукуруза (женское соцветие), белокрыльник
	 Зонтик	Соцветие, главная ось которого укорочена, а цветоножки имеют почти одинаковую длину и заканчиваются в одной плоскости	Вишня, примула, чистотел, лук
	 Головка	Соцветие с укороченной расширенной осью, которая имеет округлую форму, на коротких цветоножках вокруг оси сидят цветки (цветоножки могут отсутствовать)	Клевер, люцерна
	 Корзинка	На сильно расширенном цветоложе (в виде блюдца или конуса) сидят плотно друг к другу цветки. Верхушечные листья образуют обертку соцветия	Одуванчик, астра, подсолнечник, календула

Сложные моноподиальные соцветия (табл. 7.2). Это соцветия, у которых оси второго порядка несут простые соцветия.

Таблица 7.2

Сложные моноподиальные соцветия

Тип соцветия	Виды	Описание	Примеры растений
Сложный	 Двойная кисть	Частные соцветия (кисти) сочетаются с облиственными побегами (оси второго порядка), повторяющими ветвление главной оси и называемыми побегами обогащения	Вероника простёртая
	 Сложный колос	На главной оси соцветия сидят простые колоски	Пшеница, рожь, ячмень
	 Сложный зонтик	На оси первого порядка находятся оси второго порядка с простыми зонтиками	Морковь, тмин, укроп, петрушка
	 Метёлка	От главной оси отходят ветвящиеся боковые оси, нижние оси ветвятся сильнее, чем верхние, образуя пирамидальную форму	Полынь, мужские соцветия кукурузы), сирень, бирючина
	 Сложный щиток	Сложный щиток представляет собой видоизмененную метелку с укороченными междоузлиями главной оси и сильно развитыми междоузлиями боковых осей	Бузина, калина, спирея японская

Симподиальное соцветие – сложное соцветие, нарастающее симподиально (то есть за счёт боковых побегов, растущих в том же направлении) и

представляющее собой совокупность равнозначных осей возрастающего порядка, каждая из которых завершается верхушечным цветком.

Различают следующие типы симподиальных соцветий (рис. 7.7).

1) **монохазий** (однолучевой верхушечник) – соцветие, у которого главная ось заканчивается цветком, под ним образуется ось второго порядка также с цветком и т. д. В зависимости от направления осей различают два типа монохазиев:

– завиток – рост главной оси продолжается боковыми осями разных порядков в одном направлении (окопник, картофель);

– извилина – рост главной оси продолжается боковыми осями разных порядков в двух направлениях (гладиолус, ирис);

2) **дихазий** (двухлучевой верхушечник) – под цветком главной оси образуются две супротивные ветви (оси), заканчивающиеся цветком. В дальнейшем каждая из этих осей снова образует две супротивные ветви следующего порядка (ясколка, горичвет, звездчатка, земляника).

Разновидностью дихазия является пучок, у которого цветоносные ветки короткие, а соцветие сжато в одной плоскости (тыквенные);

3) **плейохазий** (многолучевой верхушечник или ложный зонтик) – соцветие, от главной оси которого, несущей один верхушечный цветок, отходят несколько боковых осей, расположенных мутовкой и заканчивающихся цветками (родиола).

Ложная мутовка и полумутовка являются укороченными плейохазиями; цветки ложной мутовки расположены вокруг стебля в одной плоскости, образуя более или менее замкнутое кольцо; если кольцо не сплошное, то соцветие образовано двумя полумутовками, которые расположены в одной плоскости (яснотковые).

В сложных соцветиях нередко сочетаются разные способы нарастания осей. К таким соцветиям относятся тирсы.

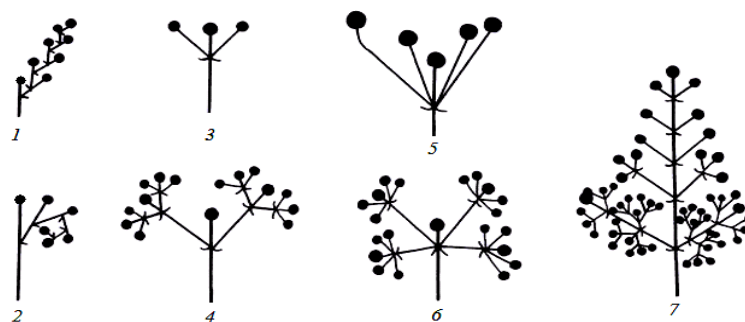


Рис. 7.7. Симподиальные соцветия: 1 – извилина; 2 – завиток;

3-4 – дихазий (3 – простой дихазий; 4 – тройной дихазий);

5-6 – плейохазий (5 – простой плейохазий; 6 – двойной плейохазий); 7 – тирс

Тирсы – это сложные соцветия с моноподиально нарастающей главной осью и симподиально нарастающими боковыми соцветиями. Степень разветвления боковых соцветий уменьшается от основания к верхушке, придавая тирсу пирамидальную форму (коровяк, каштан конский, береза).

Задание 3. Морфология плода.

Задание 3.1. Заполнить таблицу «Классификация и характеристика плодов».

Характер околоплодника	Количество семян	Название плода	Особенности строения	Примеры растений
Сухой (сухие плоды)	Многосеменные			
	Односеменные			
Сочный (сочные плоды) Околоплодник состоит из слоев: внеплодника, межплодника, внутриплодника	Односеменные			
	Многосеменные			

Задание 3.2. Заполнить таблицу «Распространение семян и плодов растений»

Способ распространения	Особенности способа	Примеры растений
Зоохория	А. Эктозоохория – Б. Эндозоохория – В. Синзоохория –	
Энтомохория		
Гидрохория		
Анемохория		
Автохория		
Барохория		
Антропохория		

Общие сведения.

Морфология плодов и семян

Плод – орган покрытосеменных растений, внутри которого заключены семена.

Такой орган как плод есть только у покрытосеменных (цветковых) растений. Он образуется на месте цветка, если произошло опыление цветка и последующее оплодотворение яйцеклетки, находящейся в семязпочке. Из семязпочки развивается семя, а завязь пестика превращается в околоплодник. Однако в образовании околоплодника могут участвовать и другие части цветка.

Плод – это орган распространения и защиты семян. Так как распространяться семена могут различными способами, то и разновидностей плодов существует огромное множество. Но все же плоды растений классифицируют, объединяя их в различные группы.

Классификация плодов.

Плоды по своему происхождению подразделяются на настоящие и ложные.

В образовании настоящего плода принимает участие завязь пестика. В формировании ложного плода, кроме завязи, участвуют и другие части цветка (цветоложе, околоцветник).

При распознавании типа плода (настоящий или ложный) обращаем внимание на внешний вид его. На поверхности ложного плода остается несросшимися остатки околоцветника. У настоящих плодов этого не наблюдается. Примером растений с ложными плодами являются: смородина, крыжовник, брусника, клюква, и др. Настоящие плоды имеются у винограда, вишни, черемухи, сливы и др.

2. Плоды делятся на простые, сложные или сборные.

Простые плоды образуются из одной завязи пестика. Примером простых плодов может служить боб у акации, гледичий и др.

Сложные плоды образуются из нескольких пестиков (сложная листовка у спиреи, пузыреплодника, сложная костянка у малины, ежевики и др.).

Различают еще и *дробные* плоды, распадающиеся на два плода и более (двукрылатки у клена и др.).

3. В зависимости от строения околоплодника различают плоды *сухие* и *сочные*.

У сухих плодов при созревании все слои околоплодника высыхают. Сухие плоды разделяются на две большие группы, *раскрывающиеся* и *нераскрывающиеся*.

К *раскрывающимся* плодам относятся: листовка, боб, коробочка.

Листовка – многосемянный плод, образуется из одного плодолистика, который не полностью срастается своими краями и раскрывается по одному шву (спирея, пузыреплодник).

Боб – многосемянный одногнездный плод, раскрывающийся по двум швам на две створки, при этом створки боба часто закручиваются, семена прикрепляются вдоль брюшного шва. Плод боб характерен для семейства бобовых (люпин, фасоль, чина, акация, гледичия, аморфа, ракитник и др.).

Стручок, стручочек – двухгнездный плод, вскрывающийся двумя створками; семена прикрепляются к продольной перегородке. Длина стручка значительно превышает ширину, при их незначительных отличиях плод относят к стручочку (иберис, лобулярия, лунария).

Коробочка – плод, образованный двумя или несколькими плодолистиками, раскрывающийся различными способами: вскрывающийся створками (виола), зубчиками (гвоздика), дырочками (мак) или крышечкой (портулак), растрескиванием по створкам и т. д. (бересклет, тополь, ива, сирень и др.).

К *нераскрывающимся* плодам относятся: зерновка, семянка, крылатка, орех, желудь и др.

Зерновка – односеменной плод, у которого околоплодник срастается с кожурой семени (двуклесточник, овсяница, райграсс, ячмень).

Семянка – плод с кожистым околоплодником, с которым семя не срастается (астра, календула, рудбекия, хризантема, циния).

Крылатка – односемянный плод из двух плодолистиков. Околоплодник ёжистый или пленчатый, разрастающийся в крылатый придаток (ясень).

Дробная крылатка – двукрылый плод, распадающийся в зрелом состоянии на два плода, имеющих по одному крылышку (клен).

Орешек – односеменной плод, имеющий твердый кожистый околоплодник (буквица, вербена, настурция, сальвия).

Дробный орешек при созревании распадается на отдельные односеменные орешковидные части (незабудка, медуница).

Многоорешек – плод, состоящий из нескольких орешков (василистник, ветреница, гравилат, лапчатка, лютик, таволга).

Орех – односемянный плод с твердым и деревянистым околоплодником (лещина, граб, липа). У некоторых древесных пород плоды небольшие, орешки, с тонкой оболочкой и с одним или двумя крылышками (вяз, береза, ольха).

Желудь образуется из трех кожистых плодолистиков, своим основанием желудь погружен в плюску, состоящую из плотно сросшихся прицветников (бук, дуб).

У *сочных* плодов при созревании весь околоплодник или его часть сочные. Сочные плоды имеют сочный околоплодник и содержат большое количество воды (79 – 85 %). Они могут быть *односемянными* и *многосемянными*.

К *сочным* плодам относят: костянку, ягоду, яблоко (яблочко), сочное соплодие многоорешек.

Костянка (сочная) – односемянный плод (черемуха, вишня, абрикос, слива). Околоплодник костянки состоит из трех слоев: наружный — кожица (экзокарпий); средний – мясистая мякоть (мезокарпий) и внутренний (эндокарпий) – твердая косточка, защищающая расположенное в ней семя.

Костянка (сухая) – плод с кожистым суковатым околоплодником (миндаль, бобовник).

Ягоды – многосемянный плод, образованный несколькими плодолистиками. Ягода настоящая развивается из верхней завязи (виноград). Ложные ягоды развиваются из нижней завязи (крыжовник, смородина).

Яблоко, яблочко – ложный плод, наружный мясистый околоплодник которого образовался из разросшегося цветоложа, а внутренняя часть плода из плодолистиков (яблоня, груша, рябина, боярышник и др.).

Многоорешек – сложный (ложный) плод, состоящий из большого количества орешков, окруженных мясистых разросшимся цветоложем (роза).

Распространение семян.

Покрытосеменные (они же цветковые) растения в процессе эволюции растительного мира решили проблему распространения семян наиболее успешно. Они «изобрели» такой орган как плод.

Плоды служат приспособлением к определенному способу распространения семян. Поскольку способов распространения плодов достаточно много, то существует множество разновидностей плодов. Основными способами распространения плодов и семян являются следующие:

- с помощью ветра;
- животными (в том числе птицами и человеком);
- саморазбрасыванием;
- с помощью воды.

Распространение плодов и семян с помощью ветра. Плоды растений, которые распространяются ветром, имеют специальные приспособления, увеличивающие их площадь, но не увеличивающие их массу. Это различные пушистые волоски (например, плоды тополя и одуванчика) или крыловидные выросты (как у плодов клена). Благодаря таким образованиям, семена долго парят в воздухе, а ветер их относит всё дальше и дальше от родительского растения.

В степи и полупустыне нередко растения засыхают, и ветер обламывает их у корня. Перекатываемые ветром, засохшие растения рассыпают по местности свои семена. Таким «перекати-поле» растениям, можно сказать, не нужны даже плоды для распространения семян, так как с помощью ветра их распространяет само растение.

Распространение плодов и семян с помощью воды. С помощью воды распространяются семена водных и околоводных растений. Плоды таких растений не тонут, а уносятся течением (например, у ольхи, растущей по

берегам). Причем это не обязательно мелкие плоды. У кокосовой пальмы они крупные, но легкие, поэтому не тонут.

Приспособления плодов растений к распространению животными более разнообразные. Ведь животные, птицы и человек могут по-разному распространять плоды и семена.

Плоды некоторых покрытосеменных приспособлены к тому, чтобы цепляться за шерсть животных. Если, например, животное или человек пройдет рядом с репейником, то за него зацепится несколько колючих плодов. Рано или поздно животное их сбросит, но семена репейника окажутся уже относительно далеко от исходного места. Кроме репейника, примером растения с плодами-зацепками является череда. Ее плоды относятся к типу семянки. Однако у этих семянок есть маленькие шипы, покрытые зубчиками.

Сочные плоды позволяют растениям распространять их семена с помощью животных и птиц, которые поедают эти плоды. Но как же они их распространяют, если плод и семена вместе с ним съедены и переварены животным? Дело в том, что переваривается в основном сочная часть околоплодника плода, а вот семена – нет. Они выходят из пищеварительного тракта животного. Семена оказываются далеко от родительского растения и окружены пометом, который, как известно, неплохое удобрение. Поэтому сочный плод можно считать одним из самых успешных достижений эволюции живой природы.

Существенную роль в распространении семян сыграл человек. Так плоды и семена многих растений были случайно или намеренно завезены на другие континенты, где они смогли прижиться. В результате сейчас мы можем, например, наблюдать, как в Америке растут растения, характерные для Африки, а в Африке – растения, родина которых Америка.

Существует вариант распространения семян с помощью разбрасывания, а точнее саморазбрасывания. Конечно, это не самый эффективный

метод, так как семена оказываются близко к материнскому растению. Однако такой способ нередко наблюдается в природе. Обычно разбрасывание семян характерно для плодов типа стручок, боб и коробочка. Когда боб или стручок засыхает, его створки скручиваются в разные стороны, и плод растрескивается. Из него с небольшой силой вылетают семена. Так распространяют свои семена горох, акация и другие бобовые.

Плод коробочка (например, у мака) колыхается на ветру, и из него высыпаются семена.

Однако саморазбрасывание характерно не только для сухих семян. Например, у растения под названием бешеный огурец семена вылетают из сочного плода. В нем скапливается слизь, которая под давлением выбрасывается вместе с семенами.

Тема 8. Методика проведения морфологического анализа растений

Практическая работа № 7

Определить растение – это значит установить его принадлежность к таксономическим единицам – отделу, классу, семейству, роду, виду. Для того чтобы определить растение, сначала необходимо провести его **морфологический анализ**, т.е. ознакомиться со строением вегетативных и генеративных органов растений.

Цель занятия: продолжить формировать у студентов навык работы с натуральными объектами.

В результате проведения практического занятия студенты должны знать: основы морфологии вегетативных и генеративных органов растения, термины и понятия, используемые при их описании.

В результате проведения практического занятия студенты должны уметь: провести морфологический анализ растения.

Схема морфологического анализа

Название растения (латинское и русское), систематическая принадлежность (название семейства – латинское и русское)

1. Растение _____

(деревянистое: дерево, кустарник, полукустарник, кустарничек, или травянистое: однолетнее, двулетнее, многолетнее; однодомное или двудомное)

2. Подземные органы _____

(формы: стержневая, мочковатая, смешанная; по происхождению: система главного корня, система придаточных корней, смешанная корневая система)

3. Метаморфозы подземных органов _____

(корнеплоды, корневые шишки, втягивающие корни, наличие клубеньков)

4. Стебель:

а) форма роста _____

(прямостоячий, ползучий, приподнимающийся, или восходящий, вьющийся, лежачий, лазающий, цепляющийся)

б) в поперечном сечении _____

(округлый, сплюснутый, трехгранный, четырехгранный, многогранный, ребристый)

г) наличие опушения _____

(голый, опушенный, характер опушения)

д) листорасположение _____

(очередное, супротивное, мутовчатое, прикорневая розетка)

5. Лист:

а) простой, сложный _____

б) характер прикрепления листьев к стеблю _____

(сидячие, черешковые)

в) наличие прилистников _____

г) форма листовой пластинки простого листа _____

(яйцевидная, широкояйцевидная, обратнойцевидная, обратноширокойцевидная, обратноузкойцевидная, узкойцевидная, округлая, овальная, сердцевидная, треугольная, ромбическая, многоугольная, почковидная, лопатчатая, стреловидная, копьевидная, эллиптическая, линейная, ланцетная, обратноланцетная, продолговатая)

д) лист простой с расчлененной выемками листовой пластиной _____
(тройчато-, перисто-, пальчатолопастный; тройчато-, перисто-, пальчато-раздельный; тройчато-, перисто-, пальчато-, многократноперисторассеченный)

е) полное определение сложного листа _____

(тройчатый, пальчатосложный, непарноперистосложный, парноперистосложный, двояко-, троякоперистосложный)

ж) край листовой пластинки _____

(цельнокрайный, зубчатый, пильчатый, городчатый, выемчатый, двоякозубчатый, двоякопильчатый, неравнозубчатый, неравнопильчатый)

з) жилкование _____

(простое, дихотомическое, параллельное, дуговое, сетчатое, перистое, пальчатое)

и) наличие опушения _____

(голый, опушенный; характер опушения)

к) наличие метаморфозов _____

(колючка, усик, и др.)

6. Цветки (расположение цветков на растении):

а) однополые или обоеполые _____

б) одно- или двудомное _____

7. Околоцветник по форме _____

(простой, двойной; полисимметрический, или актиноморфный; моносимметрический, или зигоморфный; асимметрический)

8. Простой околоцветник по составу _____

(чашечковидный, венчиковидный; число листочков околоцветника; их окраска; листочки свободные, сросшиеся)

9. Двойной околоцветник по составу _____

(чашечка свободная, сросшаяся; число чашелистиков; их окраска; венчик свободный, сросшийся; число лепестков; их окраска)

10. Андроцей _____

(многобратственный, двубратственный, однобратственный; число тычинок)

11. Гинецей _____

(апокарпный: число пестиков; монокарпный, ценокарпный; число плодолистиков)

12. Завязь _____

(верхняя, нижняя, полунижняя)

13. Формула цветка _____

14. Тип соцветия _____

(моноподиальное: кисть, корзинка, головка, зонтик, щиток, простой колос, сережка, початок, сложный колос, сложный зонтик, метелка; симподиальное: моноклазий — завиток, извилина, дихазий, плеюхазий или цветки собраны в соцветие нескольких порядков)

15. Плод _____

(простой: сухой: многосемянный, коробчовидный (листовка, боб, стручок, стручочек, коробочка); односемянной, ореховидный (орех, желудь, орешек, семянка, крылатка, зерновка); сочный: многосемянный, ягодовидный (ягода, тыква, яблоко, померанец); односемянной, костянковидный (костянка); сложный, или сборный (сборный орешек, сборная костянка, сборная семянка, сборная листовка); соплодие)

Задание1. Рассмотрите растения, относящиеся к двудольным и однодольным растениям. Запишите их название, составьте морфологическую характеристику растений каждого вида, т.е. опишите особенности их внешнего строения (особенности листьев, стеблей, цветков, плодов); обратите внимание на *экологическую приуроченность* растения к определенным местообитаниям (условиям освещения, увлажнения, почвам и пр.), растительным сообществам, частоте встречаемости на территории Севастополя (Крыма).

Проведите анализ по предложенной схеме, результаты исследований занесите в таблицу.

Таблица 8.1

**Сравнительный морфологический анализ растений
классов Двудольные и Однодольные**

Признаки	Представитель класса Двудольные растения	Представитель класса Однодольные растения

Семейства, представителей которых можно взять для морфологического анализа.

Семейство Крестоцветные

Представители: капуста, редька, репа, брюква, горчица, рапс, пастушья сумка, сурепица, желтушник, левкой, ночная красавица.

Семейство Пасленовые

Представители: паслен черный, табак, картофель, баклажан, томат, перец, дурман, белена.

Семейство Розоцветные

Представители: яблоня, груша, слива, малина, черемуха, кровохлебка, лапчатка, рябина, клубника.

Семейство Сложноцветные

Представители: подсолнечник, цикорий, полынь, ромашка, василек, тысячелистник.

Семейство Бобовые

Представители: люцерна, клевер, соя, горох, бобы, посевной горошек.

Семейство Лилейные

Представители: ландыш, лук, чеснок, спаржа, тюльпан, лилия, гиацинт.

Семейство Злаковые

Представители: рис, кукуруза, пшеница, ячмень, тимофеевка, лисохвост, бамбук.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ПО БОТАНИКЕ

Автостерильность – самобесплодность растений, неспособность пыльцы растений прорасти на рыльце своего цветка, других цветков того же растения. Одно из приспособлений, обеспечивающих перекрёстное опыление.

Автотрофы (др.-греч. αὐτός –сам + τροφή – пища) – организмы, синтезирующие органические соединения из неорганических.

Автофертильность (от авто... и латинского fertilis – плодородный) – самоплодность растений, способность растений давать при самоопылении нормальные семена.

Адаптация (лат. adaptatio приспособление) – совокупность особенностей строения и жизнедеятельности организма, обеспечивающих способность существовать в определенных условиях внешней среды.

Адвентивные корни – «ждущие корни» — зачатки корней кактусов, образующиеся при длительном отсутствии воды. Во влажной среде они способны очень быстро активизироваться и развиваться в нормальную корневую систему с присущими ей функциями.

Актинормфный цветок (от греч. aktis – луч и morphe – форма) – цветок, через который можно провести не менее двух плоскостей симметрии.

Андроцей (от др.-греч. ἀνήρ, родительный падеж ἀνδρός – «мужчина» и οἶκία — «жилище») – совокупность тычинок цветка.

Антеридий (от греч. ἀνθῆρός – «цветущий» и ἰδιον – уменьшительный суффикс) – мужской гаметангий водорослей и высших растений. Содержит мужские гаметы — сперматозоиды (водоросли, споровые растения). Антеридий у голосеменных растений редуцируется – его замещает антеридиальная клетка пыльцевого зерна – мужского гаметофита. Покрытосеменные растения вовсе лишены этой структуры.

Апекс (от лат. apex – вершина) – конус нарастания (точка роста), верхушка побега и корня растений, состоящая из клеток образовательной ткани (меристемы); обеспечивает формирование первичных тканей и органов и их рост.

Апикальный (от лат. apex – верхушка) – верхушечный, расположенный на верхушке или принадлежащий к ней, обращённый кверху, например апикальный побег у растений.

Архегоний, или Архегония (греч. αρχη – начало, γονη – потомок) – женский орган полового размножения у высших споровых (мохообразные, папоротниковидные и пр.) и голосеменных растений, многоклеточный орган полового размножения гаметофитов; гаметангий, в котором развиваются женские гаметы – яйцеклетки.

Аскомицеты (от греч. ἄσκος – сумка), или сумчатые грибы (лат. Ascomycota) – отдел в царстве грибов, объединяющий организмы с септированным (разделённым на части) мицелием и специфическими органами полового спороношения – сумками (асками), содержащими чаще всего по 8 аскоспор.

Ассимиляция (лат. assimilatio уподобление, усвоение; син. анаболизм) – усвоение растениями веществ из внешней среды и построение из них более сложных, присущих данному растению органических веществ. Важнейшей частью этого процесса является ассимиляция углекислого газа (Фотосинтез).

Ассимиляционная поверхность – поверхность растения, способная осуществлять функции фотосинтеза.

Ауксины (от греч. αυхаπο – увеличиваю, расту) – гормоны растений, производные индола, стимулируют многие ростовые процессы, тропизмы, корнеобразование.

Базидиомикота (лат. Basidiomycota) – отдел царства грибов, включающий виды, производящие споры в булавовидных структурах, именуемых базидии.

Бактерии (др.-греч. βακτήριον – палочка) – домен (надцарство) прокариотных (безъядерных) микроорганизмов, чаще всего одноклеточных.

Бацилла (палочка) (лат. bacilli, ед. ч. bacillum или bacillus – «палочка») – палочковидная бактерия, способная образовывать споры, в отличие от неспороносных – собственно бактерий.

Биологическая эволюция (от лат. evolutio – «развёртывание») – естественный процесс развития живой природы, сопровождающийся изменением генетического состава популяций, формированием адаптаций, видообразованием и вымиранием видов, преобразованием экосистем и биосферы в целом.

Биосфера (от др.-греч. Βίος – жизнь и σφαῖρα – сфера, шар) – оболочка Земли, заселённая живыми организмами, находящаяся под их воздействием и занятая продуктами их жизнедеятельности; «пленка жизни»; глобальная экосистема Земли.

Вайя – лист папоротников, несущий на себе спорангии. Часто внешне не отличается от обычных (неспороносных) зеленых листьев, однако у некоторых видов, например у оленьего рога, это различие выражено достаточно четко.

Вегетативные органы – части тела высших растений, выполняющие функции питания и обмена веществ с внешней средой. Не участвуют непосредственно в половом размножении, но могут выполнять функцию вегетативного размножения. При изменении функций претерпевают метаморфозы.

Вегетативный побег – Побег, не несущий цветков (у цветковых растений) или спорангиев (у споровых растений).

Венчик – внутренняя часть двойного околоцветника цветковых растений, часто ярко окрашенная.

Ветроопыление, или анемофилия (от греческого *ανεμος* – ветер, *φιλία* — любовь, дружба) – перенос пыльцы с одного растения на другое с помощью ветра, вид перекрестного опыления.

Вирус (лат. *virus* – яд) - субклеточный инфекционный агент, который может воспроизводиться только внутри живых клеток организма.

Влагáлище (*sheath, vaginula*) – нижняя часть листа (обычно сидячего), полностью или частично охватывающая стебель. Иногда края могут срастаться (замкнутое влагалище).

Влагалищный лист – черешок листа расширен, уплощен и плотно или свободно охватывает побег.

Воздушные корни – придаточные корни, наряду с основными погложительными функциями предназначенные для закрепления лазающих стеблей на опоре или (и) для поглощения водяных паров из воздуха. Обычны у эпифитных орхидей, некоторых ароидных и др.

Вьющийся стебель – обвивающийся вокруг стеблей других растений или опор.

Габитус (от лат. *habitus* – вид, наружность) – Совокупность внешних признаков, облик организма определяемый совокупностью внешних морфологических признаков.

Галлы (от лат. *galla* – чернильный орешек) – патологические разрастания на органах растений, вызываемые вирусами, бактериями, грибами, нематодами, клещами, насекомыми. Ослабляют растение и могут привести его к гибели.

Гаметофит – гаплоидная многоклеточная фаза в жизненном цикле растений и водорослей, развивающаяся из спор и производящая половые клетки, или гаметы.

Гаметы (от греч. γᾰμετή – жена, γᾰμέτης – муж) – репродуктивные клетки, имеющие гаплоидный (одинарный) набор хромосом и участвующие в гаметном, в частности, половом размножении.

Гемиксерофит – растение, не переносящее длительного обезвоживания. Корни гемиксерофитов достигают грунтовых вод.

Гесперидий, или Померанец (лат. hesperidium) – нераскрывающийся многогнездый и многосемянный плод; его наружная часть состоит из толстой и мягкой кожи, покрытой цедрой, а гнезда выполнены крупными и сочными клеточками, представляющими межплодник, в который погружены семена, прикрепленные к центральному семяночку.

Гетеротрофы (др.греч. ἑτερος – «иной», «различный» и τροφή – «пища») – организмы, которые не способны синтезировать органические вещества из неорганических, путём фотосинтеза или хемосинтеза.

Гигрофиты (от др.-греч. ὑγρός (hygrós) – влажный и φυτόν (phyton) – растение) – растения, обитающие в местах с высокой влажностью воздуха и (или) почвы.

Гинецей (лат. gynaecium) – совокупность плодолистиков цветка.

Гипокотиль (подсемядольное колено) (от гр. hupo – внизу и kotyle – впадина, чашка) – часть стебля у проростков растений от корневой шейки до места прикрепления семядолей.

Голосеменные растения (лат. Gymnospermae) – это вечнозеленые деревья, реже лианы или кустарники, травянистые формы отсутствуют. У голосеменных семяпочки расположены открыто.

Городчатый лист – надрезанный на глубину не более четверти ширины пластинки, когда надрезы не острые, а полукруглые.

Двудольные (лат. Dicotylédones) – класс покрытосеменных растений, у которых зародыш семени имеет две боковые супротивные семядоли.

Двудомные растения – группа растений с однополыми цветками, у которых мужские (тычиночные) и женские (пестичные) находятся на разных особях, например тополь, конопля.

Двуполый цветок – цветок с мужскими и женскими репродуктивными органами.

Дерево (лат. *árbor*) – жизненная форма деревянистых растений с единственной, отчётливо выраженной, многолетней, в разной степени одревесневшей, сохраняющейся в течение всей жизни, разветвлённой или неветвящейся главной осью – стволом.

Дистальный (верхушечный) – морфологически верхний, наиболее удаленный от места прикрепления или возникновения.

Железистые волоски, желёзки – Одноклеточные или многоклеточные выросты или волоски на листьях, стеблях, цветках и плодах, продуцирующие, концентрирующие и выделяющие различные химические образования, например, эфирные масла.

Жёлудь (лат. *glans*) – сухой односемянный синкарпный нижний плод с жестким кожистым околоплодником.

Живородящие растения – растения, образующие выводковые почки.

Жилкование – характер расположения жилок на листе.

Завязь (ovarium) – нижняя расширенная полая часть пестика, заключающая одну или несколько семяпочек, из которых после оплодотворения образуются семена. Завязь превращается в плод.

Зигоморфный цветок (от греч. *zeugos* – пара и *morphe* – форма) – цветок, через который можно провести лишь одну ось симметрии.

Зигота (от др.-греч. *ζυγώτος* – спаренный, удвоенный) – диплоидная (содержащая полный двойной набор хромосом) клетка, образующаяся в результате оплодотворения.

Зубчатый лист – надрезанный на глубину не более четверти ширины пластинки, острые края листа расположены перпендикулярно ему.

Интегумент (от лат. *integumentum* – покрывало, покров) – покров семяпочки, позднее перерождающийся в семенную кожуру. Различают внутренний интегумент, в виде тонкой пленочки, покрывающий зародыш; и наружный – плотное образование, имеющее специфический характерный рисунок.

Интеркалярный рост – вставочный рост, рост растения в длину посредством деления клеток ниже верхушки органа. Интина (от лат. *intus* – внутри) – тонкий внутренний слой оболочки пыльцевого зерна, состоящий из целлюлозы и пектина.

Каллюс (от лат. *callus* – мозоль, толстая кожа) – новообразование на раневой поверхности растения в виде опробковеваяющей ткани, возникает в результате деления пограничных с раной клеток. Каллюсная ткань способствует зарастанию ран, срастанию прививок и т.д.

Кальцефобы (от лат. *Calcium* – кальций, греч. *phobos* – боязнь) – растения, не выносящие, избегающие почв и иных субстратов с щелочной реакцией, богатых кальцием.

Камбиальное кольцо (от лат. *cambium* – обмен) – сокопроводящие сосуды, расположенные в виде цилиндра по оси стебля. Выглядят кольцом на поперечном разрезе. Состоит из образовательной ткани (камбия) залегающего между клетками древесины (ксилема) и луба (флоэмы).

Камбий (от лат. *cambium* – обмен, смена) – однородный слой клеток образовательной ткани, за счет которого осуществляется вторичное утолщение стеблей и корней голосеменных и двудольных растений.

Каулифлория – развитие цветков и соцветий непосредственно на стволе и на толстых ветвях (из спящих почек).

Кисть – тип соцветия.

Кладодии, филокладодии – «листочестебли». У эпифитных видов кактусов, а также у опунций, это стебли, выполняющие функцию листьев.

Клейстогамия (от греч. kleistos – запертый и gamos – брак) – самоопыление и самооплодотворение в нераскрывающихся цветках.

Клубень (лат. tuber) – видоизменённый укороченный побег растения, имеющий более или менее шаровидную форму в результате разрастания одного или нескольких междоузлий и с редуцированными листьями.

Клубнелуковица (лат. bulbotuber) – подземный укороченный видоизменённый побег; сильно утолщённая подземная часть стебля, в которой находятся питательные вещества.

Колленхима (др.-греч. κόλλα — клей) – паренхимная механическая ткань. Колленхима состоит из живых клеток, оболочки которых неравномерно утолщены, и это придает клеткам прочность на изгиб, препятствует изломам и разрывам травянистых растений или черешков листьев при сильных ветрах.

Колеоптиль (от греч. koleós – ножны и ptílon – перо), влагалищный лист, первый (бесцветный, зелёный или красноватый) лист злаков, не имеющий листовой пластинки и представляющий собой замкнутую трубку. В Колеоптиле заключены молодой проросток, перышко и конус нарастания стебля, которые он защищает от повреждений. При прорастании зерновки он пробивает почву твёрдой верхушкой, которая затем разрывается, и из вершины колеоптиля выходит следующий лист. В дальнейшем он засыхает. Колеоптиль, по-видимому, представляет собой среднюю часть семядоли.

Колосок – соцветие злаков, представленное компактной группой цветков.

Колючки (spina) – видоизмененные почечные чешуи, располагающиеся в ареолах пучком по несколько или помногу. По расположению различают:

- колючки центральные – колючки, расположенные в центре ареолы, более длинные и крепкие. Они иногда бывают с крючком на конце;
- колючки радиальные – колючки, расположенные по периферии ареолы, обычно более тонкие и многочисленные.

Кора – наружный слой отмерших клеток, который увеличивается год от года. По мере увеличения своей толщины он обычно растрескивается. Кора и луб образуют защитный слой.

Корень (лат. radix) – осевой, обычно подземный вегетативный орган высших растений (сосудистых растений), обладающий неограниченным ростом в длину и положительным геотропизмом.

Корневая шейка – часть растения, где корень переходит в стебель.

Корневище – Подземный видоизмененный побег с редуцированными чешуевидными листьями. У некоторых растений образуется надземное или наполовину погруженное в субстрат корневище.

Корневые волоски – Самые молодые и тонкие корни, которые всасывают питательные вещества из почвы.

Коробочка – сухой многосемянный раскрывающийся плод, составленный несколькими полностью сросшимися плодолистиками.

Крона – Совокупность веток дерева, включая растущие на них листья или иголки.

Крылатка (лат. samara) – разновидность плода, семянка с кожистым сухим околоплодником, имеющим плоский волокнистый крыловидный вырост.

Ксероморфизм (от греч. xeros – сухой и morphe – образ, форма, вид), морфолого-анатомические особенности, присущие растениям ксерофитам

– обитателям засушливых мест: узкие листья, толстая кутикула, опушение, редукция листьев, наблюдающиеся у типчака, ковыля, полукустарниковой полыни и др.

Ксерофиты (от греч. xeros – сухой и phyton – растение) – растения засушливых местообитаний, распространенные в степях и полупустынях, способные благодаря ряду приспособительных признаков и свойств (см. Ксероморфизм) переносить перегрев и обезвоживание. По форме и плотности вегетативных органов и степени развития корневой системы К. делят на склерофиты (с маленькими твердыми листьями, с развитыми толстостенными покровными тканями с сильно развитой кутикулой, с восковым налётом, густым опушением, с погружёнными устьицами, мелкоклеточностью, с плотным расположением клеток и т. д.), гемиксерофиты (с хорошо развитой корневой системой) и суккуленты – растения, переживающие засуху вследствие накопления больших запасов воды в мясистых листьях (листовые суккуленты – агава, алоэ и др.), стеблях (кактусы, некоторые молочаи и др.) или подземных органах (многолетние травы – леофиты).

Ксилема (древесина) (от гр. xylon – дерево) – древесинная часть проводящих тканей растений, служит для проведения воды, растворов неорганических солей и низкомолекулярных органических соединений от корней вверх по стеблю. Ксилема состоит из проводящих элементов, механических и паренхимных клеток.

Кустарник – жизненная форма растений; многолетние деревянистые растения высотой 0,8–6 метров, в отличие от деревьев не имеющие во взрослом состоянии главного ствола, а несколько или много, часто существующих бок о бок и сменяющих друг друга; продолжительность жизни 10–20 лет.

Кутикула (от лат. cuticula – кожа) – слой жирового (воскового) вещества, покрывающий сплошной пленкой поверхность эпидермиса надземных органов; малопроницаем для водных растворов, газов, микроорганизмов. Мощная, плотно покрытая кристаллами воска кутикула – характерный признак ксерофитов.

Лейкопласты (от др.-греч. Λευκός – белый и πλαστός – вылепленный) – бесцветные сферические пластиды в клетках растений.

Лепесток (лат. pétalum от др.-греч. πέταλον – лист, цветок) – внутренний видоизменённый лист околоцветника в цветке покрытосеменных растений.

Лиана (фр. liane и lier – связывать) – вьющееся или лазящее травянистое или в разной степени одревесневающее растение с удлинённым стеблем, не способное подниматься вверх без дополнительной опоры.

Лист – часть растения, состоящая из широкой части – пластинки и узкой – черешка.

Листовка (лат. folliculus) – разновидность плода, многосемянка с кожистым сухим околоплодником.

Листорасположение – порядок прикрепления листьев на стебле.

Луковица (лат. búlbus) – видоизменённый, обычно подземный побег растений с утолщённым коротким плоским стеблем (донцем) и разросшимися мясистыми либо плёнчатыми бесцветными основаниями листьев (чешуями), запасующими воду и питательные вещества, также служащие органом вегетативного размножения.

Мангры, мангровы – (англ. mangrove) – сообщества тропических древесных растений, произрастающих на морских побережьях в пределах заболоченной приливо-отливной полосы.

Междоузлие (лат. internodium) – участок стебля или побега между двумя смежными узлами, так называемыми – местами прикрепления листьев.

Мезофиты (от др.-греч. μέσος (mésos) – средний и φυτόν (phyton) – растение) – наземные растения, которые приспособлены к обитанию в среде с более или менее достаточным, но не избыточным увлажнением почвы.

Мейоз (от греч. meiosis – уменьшение) – деление ядра эукариотической клетки с уменьшением (редукции) числа хромосом в два раза.

Меристема (от греч. meristes – делимый) – ткань растений, в течение всей жизни сохраняющая способность к образованию новых клеток.

Меристемы (др.-греч. μερίστος – делимый) – обобщающее название для тканей растений, состоящих из интенсивно делящихся и сохраняющих физиологическую активность на протяжении всей жизни клеток, обеспечивающих непрерывное нарастание массы растения. Состоит из недифференцированных (неспециализированных) клеток, способных многократно делиться. За счёт меристемы образуются различные специализированные ткани (проводящие, механические и др.).

Метаморфоз (от др.-греч. μεταμόρφωσις – «превращение») – глубокое преобразование строения организма (или отдельных его органов), происходящее в ходе индивидуального развития.

Микориза (греч. μύκης – гриб и ρίζα – корень) (грибокорень) – симбиотическая ассоциация мицелия гриба с корнями высших растений.

Микропиле – отверстие между интегументами семязачатка цветкового растения, через которое обычно (но не всегда) проходит пыльцевая трубка при прорастании.

Митоз (греч. μίτος – нить) – не прямое деление клетки, наиболее распространенный способ репродукции эукариотических клеток.

Митохóндрия (от греч. *Mítos* – нить и *χόνδρος* – зёрнышко) – двумембранная гранулярная или нитевидная органелла толщиной около 0,5 мкм, характерная для большинства эукариотических клеток как автотрофов (фотосинтезирующие растения), так и гетеротрофов (грибы, животные).

Монокарпические растения, монокарпики (греч. *monos* – один, *karpo* – плод) – растения, цветущие и плодоносящие один раз в жизни и после этого полностью отмирающие.

Нектарники – разнообразные трубчатые железистые образования у растений, выделяющие нектар. Располагаются большей частью в цветках – на чашелистиках, лепестках, в стенках завязи, на цветоложе, на особых органах – медовиках и т.п. У некоторых растений образуются на вегетативных органах (так называемые внецветковые или экстрафлоральные нектарники).

Нектароносные железы – специфические образования в ареолах некоторых кактусов, образующие сладкую жидкость, привлекающую насекомых.

Низбегающий лист – у некоторых растений основание сидячего листа на большом протяжении срастается со стеблем и краями образует крыло-видные придатки.

Нуцеллус (от лат. *nucella* – орешек) – центральная многоклеточная часть семязпочки, окруженная оболочками (интегументами).

Обертка, обвертка – Совокупность зеленых листочков (прицветных листьев), прикрывающих основание соцветия-корзинки у сложноцветных. Листочки обертки могут располагаться в несколько рядов.

Однодóльныерастéния (лат. *Liliopsida*, *Monocotyledones*, *Monocotyledoneae*) – второй по величине класс покрытосеменных, или цветковых, растений.

Околопло́дник, перика́рпий (лат. pericárpium) – часть плода семенных растений.

Онтогенéз (от греч. онтоγένεση: он – существо и γένεση – происхождение, рождение) - индивидуальное развитие организма от оплодотворения (при половом размножении) или от момента отделения от материнской особи (при бесполом размножении) до смерти.

Органоиды (от орган и др.-греч. εἶδος – вид) – в цитологии постоянные специализированные структуры в клетках живых организмов.

Орéшек (в ботанике, лат. Nucula) – невскрывающийся односемянный мелкий плод растений с деревянистым околоплодником.

Околоцветник – внешняя, наружная часть цветка. Может быть двойным (разделенным на чашечку и венчик) и простым (когда эти элементы визуальнo неразличимы).

Ость – придаток нижней цветковой чешуи в цветке злаков, образованный выступающей удлиненной жилкой.

Отпрыски – надземные побеги, образовавшиеся из пазушных почек на корневище или корнях, легко отделяемые и часто имеющие собственную корневую систему.

Очередные листья – расположенные поочередно друг за другом по одному.

Опушение (у кактусов) – пучки удлинённых полых капилляров, состоящих из стенок клеток эпидермального происхождения. Благодаря такому строению опушение может активно всасывать из окружающего воздуха влагу. Опушение может быть ареольным (опушение ареол, аксилл, бороздок и цефалия) и неареольным (крап на стеблях и опушение колючек).

Опыление – перенос цветочной пыльцы из пыльников на рыльце пестика (у цветковых растений) или на семязпочку (у голосеменных расте-

ний). После опыления из пыльника выпячивается пыльцевая трубка, которая растет в сторону завязи и доставляет мужские половые клетки (спермии) к яйцеклетке, находящейся в семязпочке, где и происходит оплодотворение и последующее развитие зародыша.

Пазушное соцветие, пазушный цветок – Соцветие или цветок, образующиеся в пазухе листа

Пальчатый лист – лист, напоминающий кисть руки.

Паренхима (др.-греч. Παρέγχυμα – налитое рядом) – ткань внутренней среды многоклеточных организмов, состоящая из приблизительно одинаковых неполяризованных клеток.

Партенокарпия (от греч. parthenos – девственница и karpos – плод) – образование плодов растений, обычно бессемянных, без оплодотворения.

Перекрестное опыление – оплодотворение цветка пыльцой с другого растения.

Период покоя – периодически повторяющееся состояние кактуса, когда нет видимых признаков роста.

Пестик (pestillum) – женский орган цветка. Образован одним или несколькими сомкнутыми плодолистиками. Состоит из завязи, столбика и рыльца. После опыления и оплодотворения превращается в плод. Иногда пестик считают синонимом гинецея.

Перисперм (от греч. peri – возле, около и sperma – семя) – запасаящая ткань семени, используемая зародышем при прорастании; развивается из нуцеллуса и состоит из диплоидных клеток.

Периферическая корневая система – часть корневой системы, максимально удаленная от стебля и выполняющая основную функцию корней – всасывание растворов.

Пильчатый лист – надрезанный на глубину не более четверти ширины пластинки, когда зубцы наклонены в одну сторону.

Пластиды (от др.-греч. πλαστός – вылепленный) – органоиды эукариотических растений и некоторых фотосинтезирующих простейших (например, эвглены зеленой).

Плацента (лат. placenta, «лепёшка») – участок плодолистика, к которому прикрепляется семяпочка.

Плаун, или Ликоподиум (лат. Lycopodium) – род растений семейства Плауновые.

Плауновидные (лат. Lycopodiophyta) – отдел высших споровых растений.

Плод (лат. fructus) – видоизменённый в процессе двойного оплодотворения цветок; орган размножения покрытосеменных растений, образующийся из одного цветка и служащий для формирования, защиты и распространения заключённых в нём семян.

Плодоножка (лат. pedunculus fructifer) – стеблевой орган, несущий плод.

Побег (лат. cormus) – один из основных вегетативных органов высших растений, состоящий из стебля с расположенными на нём листьями и почками.

Пойкилоксерофит – растение, впадающее при обезвоживании в анабиоз.

Покрывальце – Вырост спороносного листа (вайи) папоротника, прикрывающий сорус. У некоторых видов представлен пучком волосков или отсутствует.

Полиплоид – клетка, ткань или организм, имеющие три и более набора хромосом.

Ползучий стебель, плеть – слабый стебель, стелющийся по земле.

Проводящие пучки – совокупность элементов проводящих, механических, меристематических и паренхимных тканей в одном пучке.

Половой процесс, или оплодотворение, или амфимиксис (др.-греч. ἄμφι- – приставка со значением обоюдности, двойственности и μίξις – смешение) – процесс слияния гаплоидных половых клеток, или гамет, приводящий к образованию диплоидной клетки зиготы.

Пóчка (лат. gémma) – в ботанике зачаток побега; обычно образуется у растения в пазухе листа (пазушная почка) либо на конце побега (верхушечная почка, или терминальная почка), либо на взрослых органах (стебле, листе, корне) – придаточная почка.

Прилистники небольшие или довольно крупные листочки при основании листа.

Прицветник – Редуцированный или видоизмененный зеленый (или иной расцветки) лист в основании цветка. Иногда образуется несколько прицветников.

Прокариоты (от др.-греч. про«перед» и κάρυον «ядро») – одноклеточные живые организмы, не обладающие (в отличие от эукариот) оформленным клеточным ядром и другими внутренними мембранными органоидами (за исключением плоских цистерн у фотосинтезирующих видов, например, у цианобактерий).

Пронзенный лист – стебель пронизывает листовую пластинку насквозь.

Протопла́зма биол. содержимое животных и растительных клеток и многих неклеточных образований. в протоплазме различают содержимое клеточного ядра - кариоплазму и внеядерную часть – цитоплазму, в которой присутствуют различные включения – органоиды. Основа протоплазмы - белки и нуклеиновые кислоты, а также полисахариды, липиды и др.; в протоплазме осуществляются все жизненные процессы.

Протопласт – клетка, полностью лишенная клеточной стенки и имеющая только клеточную мембрану, которая ограничивает цитоплазму с различными органоидами и другими включениями.

Простой лист – на одном черешке находится одна листовая пластинка.

Прямостоячий стебель – направленный вертикально вверх.

Пыльца – совокупность пыльцевых зерен, образующихся в пыльцевых мешках тычинок и служащих для полового воспроизведения растений. Пыльца состоит из отдельных пылинки или из соединений по 4, 8, 12, 16 и 32 пылинки. Зрелое пыльцевое зерно состоит из крупной (вегетативной) и мелкой (генеративной) клеток, покрытых общей оболочкой.

Пыльцевая трубка – трубкообразный вырост пыльцевой клетки, образующийся при ее прорастании на рыльце пестика цветка. Через пыльцевую трубку спермии проникают к яйцеклетке.

Пыльник (лат. anthera) – верхняя часть тычинки,местилище пыльцы.

Пыльцевой мешок – гнездо пыльника, в котором образуется пыльца.

Рассеченный лист – лист, надрезанный почти до основания или до средней жилки.

Ризоиды (от др.-греч. ῥίζα – корень и εἶδος – вид) – выросты нижней части «черешка» водорослей, лишайников, хвощей, плаунов, мхов, представляющие собой нитевидные образования, которые служат для прикрепления.

Ризом или корневище – видоизменённый подземный побег с чешуевидными листьями низовой формации, почками и придаточными корнями. Толстые, сильно разветвлённые ползучие корневища характерны для пырея, короткие и довольно мясистые – для купены, ириса, очень толстые – для кубышки, кувшинки.

Рудеральная флора (от лат. rudus-щебень, мусор) сорные растения, произрастающие на пустырях, вдоль путей сообщения и нтому подобных вторичных местообитаниях.

Рыльце пестика – верхняя часть пестика в цветке, воспринимающая и удерживающая пыльцу. В большинстве случаев рыльце возвышается на специальном стебельке (столбике).

Самоопыление – способность пыльцы оплодотворять яйцеклетки из собственного цветка. Наивысшая степень самоопыления – клейстогамия.

Сапрофиты (от греч. sapos– гнилой и phyton – растение) – растения, грибы и бактерии, питающиеся органическим веществом отмерших организмов или выделениями живых. По типу питания С. относятся к гетеротрофным организмам.

Светолюбивые растения, гелиофиты (от др.-греч. ἥλιος (helios) – солнце и φυτόν (phyton) – растение) – растения, приспособленные к жизни на открытых, хорошо освещаемых солнцем местах, плохо переносящие длительное затенение.

Семядоли (от греч. «Κοτυληδών kotylēdōn» – «котила», «котёл», «кубок», «чаша») - первые листья растения, развивающиеся в семени и служащие после прорастания обычно хранилищем питательных веществ.

Семязачаток, или семяпóчка (лат. ovulum) – образование у семенных растений, из которого (обычно после оплодотворения) развивается семя.

Семянка (лат. achenium) – сухой односемянный синкарпный нижний плод с жестким кожистым околоплодником.

Сидячий лист – лист с отсутствующим черешком, прикрепленный к стеблю основанием пластинки.

Симбиоз (от греч. συμ – «совместно» и βίος – «жизнь») – это тесное и продолжительное сосуществование представителей разных биологических видов.

Скелетные ветви – основные ветки, отходящие непосредственно от ствола.

Склерофиты (от др.-греч. σκληρός (skleros) – жёсткий и φυτόν (phyton) – растение) – растения, адаптированные к существованию в засушливых условиях без запаса больших объемов воды. Засухоустойчивые растения (ксерофиты), обладающие жёсткими побегами.

Сложный лист – лист, на одном черешке которого расположены две и более листовых пластины.

Соплодие – совокупность плодов, развившихся из цветков целого соцветия и сросшихся как бы в один плод. Соплодия образуются у инжира, ананаса, шелковицы и др.

Сорус (от греч. soros – куча) – группа скученно расположенных органов размножения, чаще всего с нижней стороны листа – спорангиев (например, у папоротников, зооспорангиев – у бурой водоросли ламинарии), оогониев (например, у бурой водоросли диктиоты).

Соцветие (лат. inflorescentia) – часть системы побегов покрытосеменного растения, несущая цветки и в связи с этим разнообразно видоизменённая.

Сперматозоид (от др.-греч. σπέρμα (род. п. σπέρματος) – семя, ζωή – «жизнь» и εἶδος – «вид») – подвижная мужская половая клетка, мужская гамета, которая служит для оплодотворения женской гаметы, яйцеклетки.

Спорангий – орган, производящий споры у водорослей, растений, грибов и многоклеточных споровиков, возникающих на специализированных гифах – спорангиеносцах.

Спорофилл, спороносный лист, споролистик – боковой орган побега спорофита сосудистых растений, более или менее видоизменённый лист, на котором располагается один или несколько спорангиев.

Спорофит – диплоидная многоклеточная фаза в жизненном цикле растений и водорослей, развивающаяся из оплодотворенной яйцеклетки или зиготы и производящая споры.

Спóры (греч. σπόρα, σπόρος – сеяние, посев, семя) – особый тип клеток с плотной оболочкой.

Стагнация – временное прекращение роста в неблагоприятных условиях.

Ствол – главный, обычно вертикальный, стебель древесных или древовидных (напр. пальмы) растений.

Стéбель – удлинённый побег высших растений, служащий механической осью, также выполняет роль производящей и опорной базы для листьев, почек, цветков.

Столон (от лат. stolo, родительный падеж stolonis – корневой побег) у растений – боковой побег с тонкими длинными междоузлиями и недоразвитыми листьями; служит для вегетативного размножения. От корневища отличается недолговечностью: отмирает обычно в год образования или после первой перезимовки. На концах С. развиваются молодые розеточные побеги (земляника, лапчатка, камнеломка, молодило и др.), клубни (картофель) или чешуйчатые клубеньки (седмичник), луковички (некоторые виды тюльпанов). С. могут быть подземными и надземными; в последнем случае их называют усами.

Стручóк (лат. silíqua) – сухой многосемянный паракарпный плод (коробочка), вскрывающийся двумя створками.

Стручóчек (лат. silícula) – плод некоторых растений семейства Капустные.

Суккуленты (от лат. Succulentus – сочный, мясистый) – группа видов многолетних ксерофитных растений, адаптированных к существованию в засушливых условиях благодаря способности накапливать воду в сильно

развитой специализированной ткани – водоносной паренхиме (до 2-3 тонн!) и имеющих ряд морфологических и физиологических приспособлений для ее экономного использования в засушливый период.

Таллом – это структура, образованная неспециализированными клетками. Они соединены лишь анатомически, но каждая функционирует как отдельное образование. При этом не формируются ткани, значит, и органы. Нет у талломов и корня. Его функции выполняют ризоиды, которые прикрепляют организм к субстрату. К талломным относятся водоросли, грибы, лишайники, а также антоцеротовые и некоторые печёночные мхи.

Тенелюбивые растения, сциофиты (от др.-греч. σκιά (skiá) – тень и φυτόν (phyton) – растение), гелиофобы (от др.-греч. ἥλιος (Helios) – солнце и φόβος (phóbos) – страх, боязнь) – растения, обитающие исключительно в затемнённых условиях, предпочитающие рассеянный свет.

Транспирация (от транс: и лат. spiro – дышу, выдыхаю) – испарение воды растением. Основной орган транспирации – лист, клетки мезофилла которого постоянно выделяют в межклетники водяной пар, проникающий затем в окружающую атмосферу через устьица (устьичная транспирация). Благодаря транспирации в растении возникает ток воды и растворённых в ней минеральных солей от корней к листьям.

Тургор (позднелат. Turgor – вздутие, наполнение, от лат. turgere – быть набухшим, наполненным) – характеристика кактуса, отражающая степень насыщения стебля влагой.

Тыквина – плоды растений сем. тыквенных; собственно ягода, иногда довольно больших размеров, иногда сплошь мясистая (огурец, дыня), иногда с наружным более твердым и даже деревянистым слоем (напр. арбуз, тыква, травянка и др.)

Узел (лат. nodus) – участок оси побега растений (стебля), на котором образуются боковые органы (ветви, листья, почки, придаточные корни и другие).

Устьице (лат. stoma, от греч. στόμα – «рот, уста») – πόра, находящаяся на нижнем или верхнем слое эпидермиса листа растения, через которую происходит испарение воды и газообмен с окружающей средой.

Феллодерма (от др.-греч. φελλός – «пробка» и δέρμα – «кожа») – внутренний слой перидермы растений, возникающий в результате деления клеток феллогена в тангентальном (параллельном поверхности органа) направлении.

Ферменты (греч. ζύμη, ἔνζυμον – закваска) – обычно белковые молекулы или молекулы РНК (рибозимы) или их комплексы, ускоряющие (катализирующие) химические реакции в живых системах.

Филогенез (др.-греч. φύλον, phylon – племя, раса и др.-греч. γενετικός, genetikos – имеющий отношение к рождению) – историческое развитие организмов.

Флора (в ботанике, лат. flora) – исторически сложившаяся совокупность видов растений, распространённых на конкретной территории или на территории с определёнными условиями («флора болот») в настоящее время или в прошедшие геологические эпохи.

Флоэма (от греч. φλοῦς – кора) – то же, что и луб – проводящая ткань сосудистых растений, по которой происходит транспорт продуктов фотосинтеза к частям растения, где происходит их использование (подземные части, конусы нарастания) или накопление (зреющие семена, плоды). Вместе с ксилемой (древесиной), обеспечивающей транспорт воды и минеральных солей, образует проводящие пучки.

Фотосинтез (от др.-греч. φῶς – свет и σύνθεσις – соединение, складывание, связывание, синтез) – процесс образования органических веществ из

углекислого газа и воды на свету при участии фотосинтетических пигментов (хлорофилл у растений, бактериохлорофилл и бактериородопсин у бактерий).

Фототропизм (от фото... и греч. tropos – поворот), изменение направления роста органов растений под влиянием односторонне падающего света.

Хвóйные (лат. Pinóphyta или Coníferae) – один из 13-14 отделов царства растений, к которому относятся сосудистые растения, семена которых развиваются в шишках.

Хвош (лат. Equisétum) – род сосудистых растений, в силу своей уникальности в современной флоре выделенный в особый отдел Хвошчевидные.

Хлороз (от греч. chloros – бледно-зеленый) – заболевание растений, связанное с недостаточным образованием хлорофилла в листьях. Хлороз выражается в побледнении или пожелтении растения.

Хлоропла́сты (от греч. Χλωρός – «зелёный» и от πλαστός – вылепленный) – зелёные пластиды, которые встречаются в клетках фотосинтезирующих эукариот.

Хлорофилл (от греч. χλωρός, «зелёный» и φύλλον, «лист») – зеленый пигмент растений, содержащийся в хлоропластах. В процессе фотосинтеза хлорофилл поглощает световую энергию и превращает ее в энергию химических связей органических соединений.

Хромопла́ст (окрашенные пласты) – окрашенные незелёные тела, заключающиеся в телах высших растений, в отличие от зелёных тел (хлоропластов).

Хромосо́мы (др.-греч. χρῶμα – цвет и σῶμα – тело) – нуклеопротеидные структуры в ядре эукариотической клетки, которые становятся легко

заметными в определённых фазах клеточного цикла (во время митоза или мейоза).

Хроматин (греч. Chroma – цвет, краска и греч. Nitos – нить) – это вещество хромосом – комплекс ДНК, РНК и белков.

Цветок – укороченный и ограниченный в росте репродуктивный побег, выполняющий функции микро- и мегаспорогенеза, опыления (осуществляемого при содействии агентов переноса пыльцы), оплодотворения, развития зародыша и образования плода.

Цветоло́же (лат. receptáculum) – верхняя расширенная часть цветоножки, на которой располагаются все органы цветка.

Цветоно́жка (лат. Pedicéllus) – разветвление стебля или боковой побег (развивающийся в пазухе кроющего листа цветка), несущие на своей вершине цветок; стеблевая часть цветка.

Целлюло́за (фр. cellulose от лат. cellula – «клетка, клетушка») – полисахарид, главная составная часть клеточных оболочек всех высших растений.

Цианобактерии (от греч. κυανός – сине-зелёный) – значительная группа крупных грамотрицательных бактерий, способных к фотосинтезу, сопровождающемуся выделением кислорода.

Цитопла́зма (от греч. κύτος «клетка» и πλάσμα зд. «содержимое») – внутренняя среда живой или умершей клетки, кроме ядра и вакуоли, ограниченная плазматической мембраной.

Чашелистик – листочек чашечки, обычно имеет сравнительно небольшие размеры и зеленую окраску.

Чашечка цветка – наружный круг двойного околоцветника, образованный чашелистиками, окрашенными большей частью в зеленый цвет. Эволюционно чашелистики произошли от листьев и обычно служат для защиты цветка, особенно до его распускания (в бутоне).

Черешок (petiulus) – узкая стеблевидная часть листа между листовой пластинкой и узлом побега. Может быть разной длины. Листья без черешка называются сидячими.

Чечевичка – участок перидермы с рыхло расположенными клетками, через который осуществляется газообмен.

Шишка (лат. strobilus) – видоизменённый побег, развивающийся на концах веток хвойных и некоторых других растений в виде маленьких образований, покрытых чешуйками.

Штамм (от нем. Stamm, буквально – «ствол», «основа») – чистая культура вирусов, бактерий, других микроорганизмов или культура клеток, изолированная в определённое время и в определённом месте.

Эксплеренты – обширная группа, к которой относятся неконкурентоспособные растения, захватывающие сообщества при сильных нарушениях местообитаний или использующие ресурсы в стабильных местообитаниях, но в период, когда они оказываются невостребованными доминантами (например, весенние эфемероиды в лесах средней полосы России). Кроме того, сюда относятся все рудеральные и культурные растения, а также полевые сорняки.

Эндемик (от греч. endemos – местный) – таксон (вид, род, семейство...), встречающийся лишь в одной сравнительно небольшой географической области.

Эндосперм (от греч. endon – внутри и sperma – семя) – питательная ткань, развивающаяся в семени. У кактусов поглощается зародышем уже на ранней стадии развития и в семени остаточен лишь тонкой пленкой (не путать с интегументами!).

Эпидермис, эпидерма (от греч. epi – на, над, сверх, и derma – кожа) – самая наружная, первичная по происхождению покровная ткань листьев, стеблей, т. е. кожица растения.

Эпифиты – растения, живущие на деревьях или кустарниках и использующие их только для опоры, но не паразитирующие на них.

Эукариоты (от греч. εὖ – хорошо и κάρυον – ядро) – надцарство живых организмов, клетки которых содержат ядра.

Ювенильная форма – особенности строения молодого растения, отличающие его от взрослого.

Яблоко (лат. pomum) – многосемянный нераскрывающийся плод, характерный для растений подсемейства Яблоневые семейства Розовые.

Ягода (лат. b́acca, úva) – многосемянный плод с тонким кожистым внеплодником, сочным межплодником и твёрдым внутриплодником, который образует твёрдую спермодерму (семенную кожуру). Плод ценокарпный, то есть образуемый из сrostнолистного гинецея. Ягода развивается как из верхней завязи, так и из нижней; в последнем случае она несёт на своей верхушке высохший околоцветник, например, у крыжовника, смородины. Если завязь многогнёздная, то и ягода многогнёздная, например, двухгнёздная ягода – у картофеля, трёхгнёздная – у спаржи, четырёхгнёздная – у вороньего глаза, пятигнёздная – у брусники или маньчжурской смородины и т. п. Данный тип плода характерен для растений очень многих семейств. Если в развитии плода, аналогичного ягоде по структуре, принимает участие не только завязь, но и другие части цветка (например, цветоложе, как у клубники, земляники и шиповника), то такое образование называется ложной ягодой. Истинные плоды (орешки) могут находиться как на поверхности ложной ягоды (у земляники и клубники), так и внутри неё (у шиповника); сам же плод этих растений правильнее называть «многоорешек».

Яйцеклетка (науч. ооцит, реже. овоцит) – женская гамета животных, высших растений, а также многих водорослей и других протистов, которым свойственна оогамия.

Учебное издание

Хренова Татьяна Константиновна

Косовская Мария Алексеевна

Лямина Наталья Викторовна

БИОЛОГИЯ
С ОСНОВАМИ ЭКОЛОГИИ:
ПРАКТИКУМ

Учебное пособие

Редактор – О.В. Дмитриева

Изд. № 10/19. Объем 13,75 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»