

ОСНОВЫ БИОЛОГИИ

Репозиторий ВГУ

Витебск 2010

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»
Кафедра дошкольного и начального образования

ОСНОВЫ БИОЛОГИИ

Курс лекций

*Витебск
УО «ВГУ им. П.М. Машерова»
2010*

УДК 57 (075)
ББК 28.0я73
075

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 6 от 24.06.2009 г.

Автор-составитель: старший преподаватель кафедры дошкольного и начального образования УО «ВГУ им. П.М. Машерова» **А.И. Новицкая**

Рецензенты:

профессор кафедры дошкольного и начального образования УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидат педагогических наук *В.М. Минаева*; заведующий кафедрой ботаники УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидат биологических наук, доцент *Л.М. Мерзвинский*

075 **Основы биологии** : курс лекций / авт.-сост. А.И. Новицкая. – Витебск : УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2010. – 94 с.
ISBN 978-985-517-100-4.

Настоящее учебное издание предназначено для студентов небиологических специальностей, в том числе «Начальное образование. Дошкольное образование». В соответствии с программой учебной дисциплины «Основы биологии», предлагается интегрированный курс по основным вопросам общей биологии и ботаники. Наряду с освоением учебных знаний, содержание издания способствует подготовке студентов к преподаванию школьного предмета «Человек и мир», формированию научного мировоззрения, целостного взгляда на живую природу, основ экологического и природоохранительного воспитания.

УДК 57 (075)
ББК 28.0я73

ISBN 978-985-517-100-4

© УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ЛЕКЦИЯ 1. Клеточное строение живых организмов	6
ЛЕКЦИЯ 2. Наследственность и изменчивость	17
ЛЕКЦИЯ 3. Размножение и развитие организмов	21
ЛЕКЦИЯ 4. Понятие о виде. Таксономические категории	26
ЛЕКЦИЯ 5. Вирусы – virus	28
ЛЕКЦИЯ 6. Надцарство доядерные – прокариоты – prokaryota. Царство дрожанки – mychota. Подцарство настоящие бактерии – bacteria	29
ЛЕКЦИЯ 7. Надцарство эукариоты – eucariota. Царство грибы (mycophyta, или fungi) ...	32
ЛЕКЦИЯ 8. Царство растения – plantae. Низшие растения, или водоросли – algae. Отдел лишайники – lichenes	35
ЛЕКЦИЯ 9. Подцарство высшие растения – embryo-phyta. Высшие споровые растения	44
ЛЕКЦИЯ 10. Семенные растения	58
ЛЕКЦИЯ 11. Генеративные органы цветковых растений	71
ЛЕКЦИЯ 12. Рост и развитие цветковых растений ..	91
ЛИТЕРАТУРА	93

ВВЕДЕНИЕ

Биология – наука о жизни. Название ее образовано путем сочетания двух греческих слов: «биос» – жизнь и «логос» – слово, учение. Биология изучает проявления жизнедеятельности всех живых организмов – бактерий, грибов, растений и животных.

В зависимости от предмета изучения биологию подразделяют на отдельные науки. Мир бактерий изучает микробиология, строение и жизнедеятельность растений служат предметом ботаники, сведения о животных собирает и систематизирует зоология. К числу общих направлений в биологии относится генетика – наука о таких важнейших свойствах живой материи, как наследственность и изменчивость. По уровню изучения живой материи различают молекулярную биологию, учение о клетке, или цитологию (от греч. «цитос» – клетка), учение о тканях, или гистологию (от греч. «гистос» – ткань), науку об органах – анатомию и, наконец, биологию групп организмов – популяций, видов и т.д.

Достижения биологии последнего времени привели к возникновению принципиально новых направлений в науке, ставших самостоятельными разделами в комплексе биологических дисциплин. Так, раскрытие молекулярного строения структурных единиц наследственности – генов – послужило основой для возникновения генной инженерии – комплекса приемов, с помощью которых можно создать организмы с новыми, в том числе и не встречающимися в природе, комбинациями наследственных признаков и свойств.

Практическое применение достижений современной биологии позволяет получать промышленным путем нужные человеку биологически активные вещества (антибиотики, гормон поджелудочной железы инсулин, применяемый для лечения сахарного диабета, интерферон, обладающий противовирусной активностью, и многое другое). Еще больших результатов можно ожидать в будущем. Использование законов наследственности и изменчивости лежит в основе создания новых высокопродуктивных пород домашних животных и сортов культурных растений. Ученые нашей страны вывели сотни сортов зерновых, бобовых, масличных и других культур, отличающихся от своих предшественников более высокой продуктивностью, устойчивостью к вредителям и другими полезными качествами. На основе этих знаний проводится селекция микроорганизмов, продуцирующих антибиотики. Учеными получены штаммы микроорганизмов, дающие выход медицинских препаратов в сотни раз больший, чем исходные формы.

Практическое значение биологии в жизни человека постоянно возрастает. Это связано с быстрыми темпами роста населения планеты, а также с постоянно увеличивающейся численностью городского насе-

ления, непосредственно не участвующего в сельскохозяйственном производстве, стремительно возрастающими проблемами рационального взаимодействия человека, общества и природы. Не случайно знания общей биологии являются неотъемлемой составляющей непрерывного образования человека на всех ступенях его осуществления.

«Основы биологии» являются учебной дисциплиной в обучении студентов небологических специальностей. В соответствии с программой она представляет интегрированный курс по основным вопросам общей биологии, ботаники и зоологии.

Настоящее учебное издание предназначено для студентов специальности «Начальное образование. Дошкольное образование». Цель его – сформировать основополагающие представления о живой природе, закономерностях возникновения и устойчивости природных сообществ, их связей между собой и с неживой природой.

Курс лекций раскрывает основные вопросы учебной программы по «Основам биологии», способствует подготовке студентов к преподаванию школьного предмета «Человек и мир», формирует научное мировоззрение и целостный взгляд на живую природу, закладывает основы экологического и природоохранительного воспитания. Его материал направлен на изучение бактерий и вирусов, основных отделов грибов и растений, типов животных, представители которых широко распространены по земному шару и встречаются на территории нашей страны. Параллельно рассматриваются вопросы исторического развития органического мира, клеточного строения и свойств живых систем, их функционирования, наследственности, изменчивости, размножения и развития живых организмов как общих свойств жизни, обеспечивающих преемственность поколений, сохранение и развитие жизни на Земле. Изложение материала дается по классической схеме: сначала приводятся наиболее общие признаки группы живых организмов, а затем рассматриваются конкретные представители, их распространение, экология, роль в природе и жизни человека. Большое внимание уделяется взаимосвязям живых организмов, закономерностям развития и существования сообществ, что обеспечивает формирование целостного взгляда на природу.

КЛЕТОЧНОЕ СТРОЕНИЕ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

1. *Клеточная теория.*
2. *Строение и функции клетки.*
3. *Отличия растительной и животной клетки.*
4. *Жизненный цикл клетки.*

1. Клеточная теория строения организмов сформулирована в 1838 г. немецким ученым Т. Шванном. Обобщив имевшиеся в то время данные о строении животных и растений, Шванн пришел к заключению, что клетка представляет собой элементарную единицу строения и развития всех живых организмов. Клеточная теория сыграла огромную роль в развитии биологии. Исчезла казавшаяся непроходимой пропасть между царством растений и царством животных. Провозглашая единство живого мира, клеточная теория послужила одной из предпосылок возникновения теории эволюции Дарвина. В дальнейшем в развитие клеточной теории был сделан существенный вклад многими учеными.

В настоящее время основные положения клеточной теории формулируются следующим образом: 1) клетка является структурно-функциональной единицей, а также единицей развития всех живых организмов; 2) клеткам присуще мембранное строение; 3) ядро – главная составная часть клетки; 4) клетки размножаются только делением; 5) клеточное строение организмов свидетельство того, что растения и животные имеют единое происхождение.

2. Клетка представляет собой элементарную целостную систему, это наименьшая жизнеспособная единица живого. Организмы имеют клеточное строение. Исключением являются вирусы. Вирусы – неклеточные частицы, не способные размножаться и проявлять другие признаки жизнедеятельности вне клетки; это паразиты на генетическом уровне.

Все многочисленные функции клетки и происходящие в них биохимические превращения связаны с определенными структурами. Такие структуры получили название органоидов, или органелл, так как, подобно органам целого организма, выполняют специфические функции.

Прокариотические клетки – это наиболее примитивные, очень просто устроенные, сохраняющие черты глубокой древности организмы. Такие клетки, сохранившиеся до наших дней, существовали на ранних этапах развития жизни на Земле. К прокариотам относятся

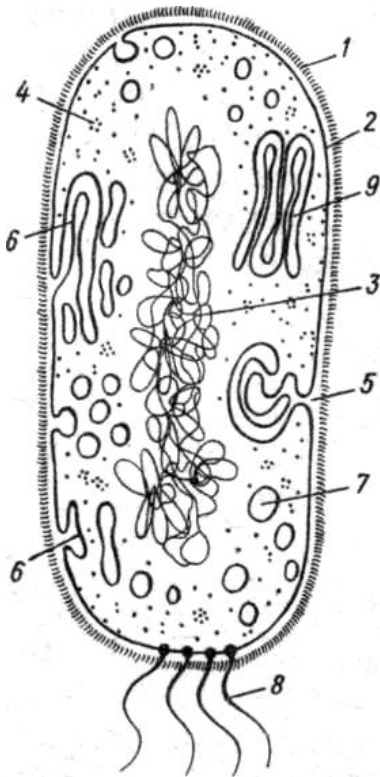


Рис. 1. Схема строения прокариотической клетки:

1 – клеточная стенка, 2 – наружная цитоплазматическая мембрана, 3 – хромосома (кольцевая молекула ДНК), 4 – рибосома, 5 – мезосома (плотно упакованные складки наружной цитоплазматической мембраны); 6 – впячивание наружной цитоплазматической мембраны, 7 – вакуоли, 8 – жгутики, 9 – стопки мембран, в которых осуществляется фотосинтез.

бактерии и сине-зеленые водоросли (цианобактерии). На основании общности строения и резких отличий от других клеток их выделяют в самостоятельное царство – дробянки.

Рассмотрим строение прокариотических организмов на примере бактерий. Бактерии представляют собой типичные прокариотические клетки (рис. 1).

Генетический аппарат бактерий представлен хромосомой, состоящей из двухспиральной молекулы ДНК, имеющей кольцевидную форму и погруженной в цитоплазму. ДНК у бактерий не образует комплексов с белками и поэтому все гены, входящие в состав хромосомы, «работают», т. е. с них непрерывно считывается информация. Бактериальная клетка окружена мембраной, отделяющей цитоплазму от клеточной стенки, образованной из сложного, высокополимерного вещества.

Цитоплазма пронизана мембранами, образующими эндоплазматическую сеть, в ней находятся рибосомы, осуществляющие синтез белков.

У многих бактерий внутри клетки откладываются запасные вещества: полисахариды, жиры, полифосфаты. Резервные вещества, включаясь в обмен веществ, могут продлевать жизнь клетки в отсутствие внешних источников энергии.

Как правило, бактерии размножаются делением клетки пополам.

Для бактерий характерно спорообразование. Оно начинается с отшнуровывания части цитоплазмы от материнской клетки. Отшнуровавшаяся часть содержит один ген и окружена цитоплазматической мембраной. Затем вокруг споры вырастает клеточная стенка, нередко многослойная.

У бактерий наблюдается также половой процесс в форме обмена генетической информацией между двумя клетками. Половой процесс повышает наследственную изменчивость микроорганизмов.

Клетки бактерий и других прокариот устроены сравнительно просто и несут ряд примитивных черт, унаследованных от первых живых организмов на Земле. **Эукариотические клетки** – от простейших до клеток высших растений и млекопитающих – отличаются и сложностью, и разнообразием структуры. Типичной клетки не существует, но из тысяч типов клеток можно выделить общие черты (рис. 2, 3).

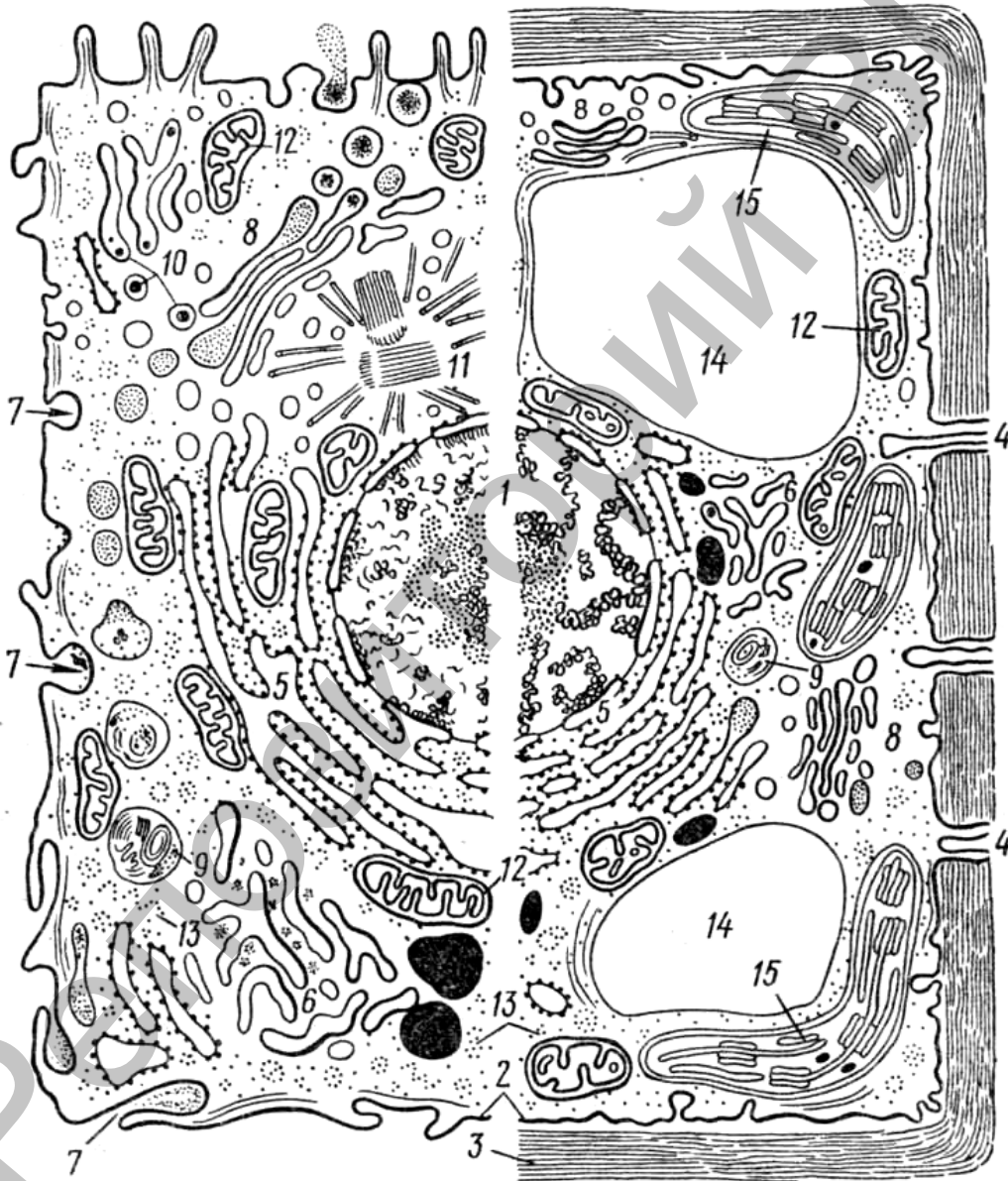


Рис. 2. Комбинированная схема строения эукариотической клетки.

1 – ядро, 2 – наружная цитоплазматическая мембрана, 3 – клеточная стенка, 4 – плазмодесма, 5 – шероховатая эндоплазматическая сеть, 6 – гладкая эндоплазматическая сеть, 7 – пиноцитозная вакуоль, 8 – аппарат Гольджи, 9 – лизосома, 10 – жировые включения, 11 – центриоль, 12 – митохондрия, 13 – полирибосомы, 14 – вакуоль, 15 – хлоропласт.

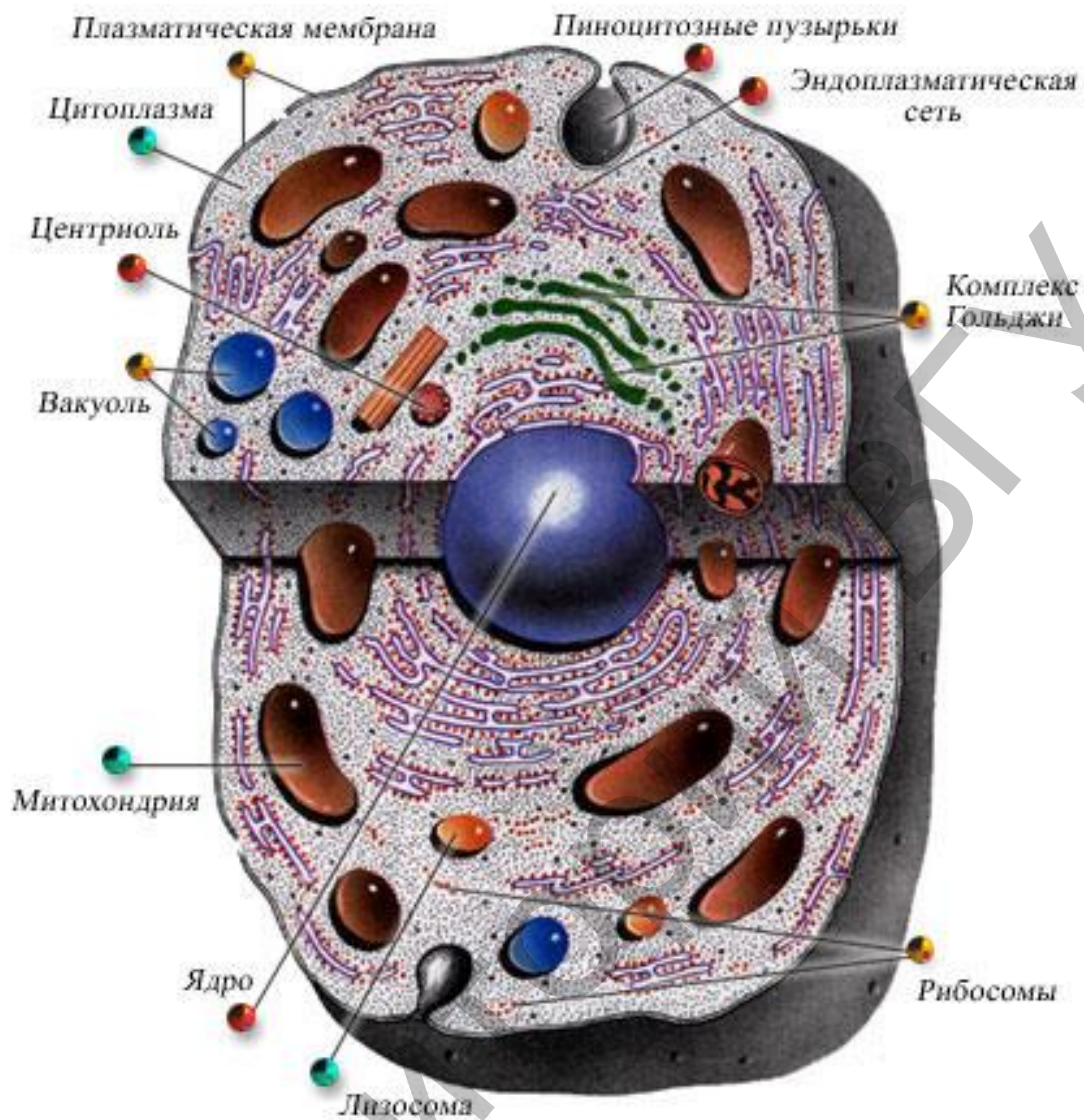


Рис. 3. Клетка – элементарная целостная живая система, основа строения и жизнедеятельности всех животных и растений.

Каждая клетка состоит из двух важнейших, неразрывно связанных между собой частей – цитоплазмы и ядра.

В **цитоплазме** находится целый ряд оформленных структур, имеющих закономерные особенности строения и поведения в разные периоды жизнедеятельности клетки. Каждая из этих структур несет определенную функцию. Отсюда возникло сопоставление их с органами целого организма, в связи с чем они получили название органоиды, или органеллы. Есть органоиды, свойственные всем клеткам, – это митохондрии, клеточный центр, аппарат Гольджи, рибосомы, эндоплазматическая сеть, лизосомы, и есть органоиды, свойственные только определенным типам клеток: миофибриллы, реснички и ряд других. Органоиды – жизненно важные составные части клетки, постоянно присутствующие в ней.

В цитоплазме откладываются различные вещества – включения. Включениями называют непостоянные структуры в цитоплазме (а иногда и в ядрах). К ним относятся продукты обмена веществ (пигменты, белковые гранулы в секреторных клетках) или запасные питательные вещества (гликоген, капли жира).

Цитоплазматическая мембрана есть у всех клеток, она отграничивает содержимое цитоплазмы от внешней среды. Имеет трехслойное строение. Толщина ее примерно 7,5 нм. Наружный и внутренний слои мембраны состоят из белковых молекул, между ними находятся два слоя липидов. Наружная клеточная мембрана образует подвижную поверхность клетки, которая может иметь выросты и впячивания, совершает волнообразные колебательные движения, в ней постоянно перемещаются макромолекулы. Клеточная поверхность неоднородна: структура ее в разных участках неодинакова, неодинаковы и физиологические свойства этих участков. Поверхность клетки обладает высокой прочностью и эластичностью, легко и быстро восстанавливается после небольших повреждений.

В цитоплазматической мембране имеются многочисленные мельчайшие отверстия – поры, через которые внутрь клетки могут проникать ионы и молекулы. Транспорт веществ носит избирательный характер. Клеточная мембрана легко проницаема для одних веществ и непроницаема для других. Так, концентрация ионов калия в клетке всегда выше, чем в окружающей среде, а натрия всегда больше в межклеточной жидкости, чем в клетке. Избирательная проницаемость клеточной мембраны носит название полупроницаемости. Помимо указанных двух способов, химические соединения и твердые частицы могут проникать в клетку путем пиноцитоза и фагоцитоза благодаря способности мембраны клеток образовывать выпячивания.

Пиноцитоз – один из основных механизмов проникновения в клетку высокомолекулярных соединений.

Цитоплазматическая мембрана выполняет еще одну функцию: она обеспечивает связь между клетками в тканях многоклеточных организмов как путем образования многочисленных складок и выростов, так и благодаря выделению плотного цементирующего вещества, заполняющего межклеточное пространство.

Цитоплазма клетки пронизана мембранами эндоплазматической сети. Эндоплазматическая сеть – это разветвленная сеть каналов и полостей в цитоплазме клетки, образованная мембранами. Особенно много каналов эндоплазматической сети в клетках с интенсивным обменом веществ. На мембранах этих каналов находятся многочисленные ферменты, обеспечивающие жизнедеятельность клетки. В среднем объем эндоплазматической сети составляет от 30 до 50% общего обмена клетки. Различают два вида мембран эндоплазматической сети –

гладкие и шероховатые (гранулярные). На мембранах гладкой эндоплазматической сети находятся ферментные системы, участвующие в жировом и углеводном обмене. Мембраны гладкой разновидности сети преобладают в клетках сальных желез, клетках печени (синтез гликогена), клетках, богатых запасными питательными веществами (семена растений).

Основная функция шероховатой (гранулярной) эндоплазматической сети – синтез белков, который осуществляется в рибосомах, прикрепленных к мембранам. Особенно много шероховатых мембран в клетках желез и нервных.

По каналам сети перемещаются вещества, в том числе синтезированные на мембранах. Мембраны эндоплазматической сети выполняют еще одну функцию – пространственного разделения ферментных систем, что необходимо для их последовательного вступления в биохимические реакции.

Таким образом, эндоплазматическая сеть – общая внутриклеточная циркуляционная система, по каналам которой транспортируются вещества внутри клетки и из клетки в клетку.

Функцию синтеза белков осуществляют рибосомы. Они представляют собой сферические частицы диаметром 15–35 нм, состоящие из двух субъединиц неравных размеров и содержащие примерно равное количество белков и РНК. Рибосомальная РНК (р-РНК) синтезируется в ядре на молекуле ДНК одной из хромосом. Так же формируются рибосомы, которые затем покидают ядро. Рибосомы в цитоплазме располагаются свободно или прикрепляются к наружной поверхности мембран эндоплазматической сети. Рибосомы имеются во всех типах клеток.

Основным структурным элементом комплекса Гольджи является гладкая мембрана, которая образует пакеты уплощенных цистерн, или крупные вакуоли, или мелкие пузырьки. Этот комплекс особенно развит в клетках, вырабатывающих белковый секрет, а также в нейронах, овоцитах. 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 выведению, либо используются в самой клетке в процессе ее жизнедеятельности.

Митохондрии присутствуют практически во всех типах клеток одно- и многоклеточных организмов. Всеобщее распространение митохондрий в животном и растительном мире указывает на важную роль, которую они играют в клетке.

Митохондрии имеют форму сферических, овальных и цилиндрических телец, могут быть нитевидной формы.

Митохондрии тесно связаны с мембранами эндоплазматической сети, каналы которой часто открываются прямо в митохондрии. Стенка митохондрий состоит из двух мембран – наружной и внутренней. Наружная мембрана гладкая, а от внутренней внутрь органоида отходят перегородки – гребни, или кристы. На мембранах крист находятся многочисленные ферменты, участвующие в энергетическом обмене. Основная функция митохондрий – синтез универсального источника энергии – АТФ. При распаде АТФ выделяется большое количество энергии, которая используется клетками при синтезе различных веществ, при выработке тепла, необходимого для поддержания температуры тела, при движении и других физиологических процессах.

Лизосомы – это 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 другие вещества. Расщепление веществ с помощью ферментов называется лизисом, поэтому и органоид назван лизосомой. Лизосомы образуются из структур комплекса Гольджи либо непосредственно из эндоплазматической сети. Лизосомы приближаются к пиноцитозным или фагоцитозным вакуолям и изливают в их полость свое содержимое. Таким образом, одна из основных функций лизосом – участие во внутриклеточном переваривании пищевых веществ. Кроме того, лизосомы могут разрушать структуры самой клетки при ее отмирании в ходе эмбрионального развития, когда происходит замена зародышевых тканей на постоянные, и в ряде других случаев.

Клеточный центр состоит из двух очень маленьких телец цилиндрической формы, расположенных под прямым углом друг к другу. Эти тельца называют центриолями. Стенка центриоли состоит из девяти пар микротрубочек. Центриоли способны к самосборке и относятся к самовоспроизводящимся органоидам цитоплазмы. Центриоли играют важную роль в клеточном делении: от них начинается рост микротрубочек, образующих веретено деления.

Ядро – важнейшая составная часть клетки. Оно содержит молекулы ДНК, т.е. гены, и соответственно этому выполняет две главные функции: 1) хранения и воспроизведения генетической информации и 2) регуляции процессов обмена веществ, протекающих в клетке. Клетка, утратившая ядро, не может дальше существовать. Ядро также неспособно к самостоятельному существованию, поэтому можно сказать, что ядро и цитоплазма образуют взаимозависимую систему.

Большинство клеток имеет одно ядро. Но нередко можно наблюдать 2–3 ядра в одной клетке, например, в клетках печени. Известны и многоядерные клетки, причем число ядер может достигать нескольких десятков. Форма ядер зависит большей частью от формы клетки, которая может быть и совершенно неправильной. Ядра быва-

ют шаровидные, многолопастные. Выпячивания и выросты ядерной оболочки значительно увеличивают поверхность ядра, тем самым усиливая связь ядерных и цитоплазматических структур и веществ.

Ядро окружено оболочкой, которая состоит из двух мембран, имеющих обычное трехслойное строение. Наружная ядерная мембрана покрыта рибосомами, внутренняя мембрана гладкая. Ядерная оболочка – часть мембранной системы клетки. Выросты наружной ядерной мембраны соединяются с каналами эндоплазматической сети, образуя единую систему сообщающихся каналов. Ядерная оболочка пронизана многочисленными порами. Через эти отверстия происходит обмен молекулами между ядром и цитоплазмой. Несмотря на активный обмен веществ между ядром и цитоплазмой, ядерная оболочка отграничивает ядерное содержимое от цитоплазмы, делая возможным существование особой внутриядерной среды, отличной от окружающей цитоплазмы.

Содержимое ядра включает ядерный сок, или кариоплазму, хроматин и ядрышко. В живой клетке ядерный сок выглядит однородной массой, заполняющей промежутки между структурами ядра. В состав ядерного сока входят различные белки, в том числе большинство ферментов ядра. В ядерном соке находятся также свободные нуклеотиды, аминокислоты, а также продукты деятельности ядрышка и хроматина, перемещающиеся из ядра в цитоплазму.

Хроматин содержит ДНК и белки и представляет собой спирализованные и уплотненные участки хромосом. Спирализованные участки хромосом в генетическом отношении инертны. Передачу генетической информации осуществляют деспирализованные участки хромосом, которые в силу своей малой толщины не видны в световой микроскоп. В делящихся клетках все хромосомы сильно спирализуются, укорачиваются и приобретают компактные размеры и форму. После завершения деления клетки хромосомы деспирализуются.

Третья характерная структура для ядра клетки – ядрышко. Оно представляет собой плотное округлое тельце, располагающееся в ядерном соке. В ядрах разных клеток и в ядре одной и той же клетки в зависимости от ее функционального состояния 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. Этот участок носит название ядрышкового организатора; на нем синтезируется р-РНК. Кроме накопления р-РНК в ядрышке, формируются рибосомы, которые затем перемещаются в цитоплазму.

Таким образом, ядрышко – это скопление р-РНК и рибосом на разных этапах формирования.

3. В растительной клетке есть все органоиды, свойственные и животной клетке: ядро, эндоплазматическая сеть, рибосомы, митохондрии, аппарат Гольджи. Вместе с тем она имеет существенные особенности строения. Растительная клетка отличается от животной следующими признаками:

- 1) прочной клеточной оболочкой значительной толщины;
- 2) особыми органоидами – пластидами, в которых происходит первичный синтез органических веществ из минеральных за счет энергии света.

Различают три вида пластид: 1 лейкопласты – бесцветные пластиды, в которых происходит синтез крахмала из моносахаридов и дисахаридов (есть лейкопласты, запасющие белки и жиры); 2 хлоропласты, включающие пигмент хлорофилл, где осуществляется фотосинтез; 3 хромопласты, содержащие различные пигменты, обуславливающие яркую окраску цветков и плодов. Пластиды могут переходить друг в друга;

- 3) развитой сетью вакуолей, в значительной мере обуславливающих осмотические свойства клеток.

Вакуоли развиваются из цистерн эндоплазматической сети, содержат в растворенном виде белки, углеводы, низкомолекулярные продукты синтеза, витамины, различные соли и окружены мембраной. Осмотическое давление, создаваемое растворенными в вакуолярном соке веществами, приводит к тому, что в клетку поступает вода и создается тургор – напряжение клеточной стенки. Тургор и толстые упругие оболочки клеток обуславливают прочность растений к статическим и динамическим нагрузкам.

4. В многоклеточном организме клетки специализированы, т.е. имеют строго определенное строение и функции. В соответствии со специализацией клетки имеют разную продолжительность жизни. Например, нервные и мышечные клетки после завершения эмбрионального периода развития перестают делиться и функционируют на протяжении всей жизни организма. Другие клетки – костного мозга, эпидермиса, эпителия тонкого кишечника – в процессе своей специфической функции быстро погибают, поэтому в этих тканях происходит непрерывное клеточное размножение.

Совокупность последовательных и взаимосвязанных процессов в период подготовки клетки к делению, а также на протяжении самого митоза называется митотическим циклом, который составляет часть жизненного цикла.

Митоз (рис. 4) состоит из четырех фаз: профазы, метафазы, анафазы, телофазы. В профазе увеличивается объем ядра, хромосомы

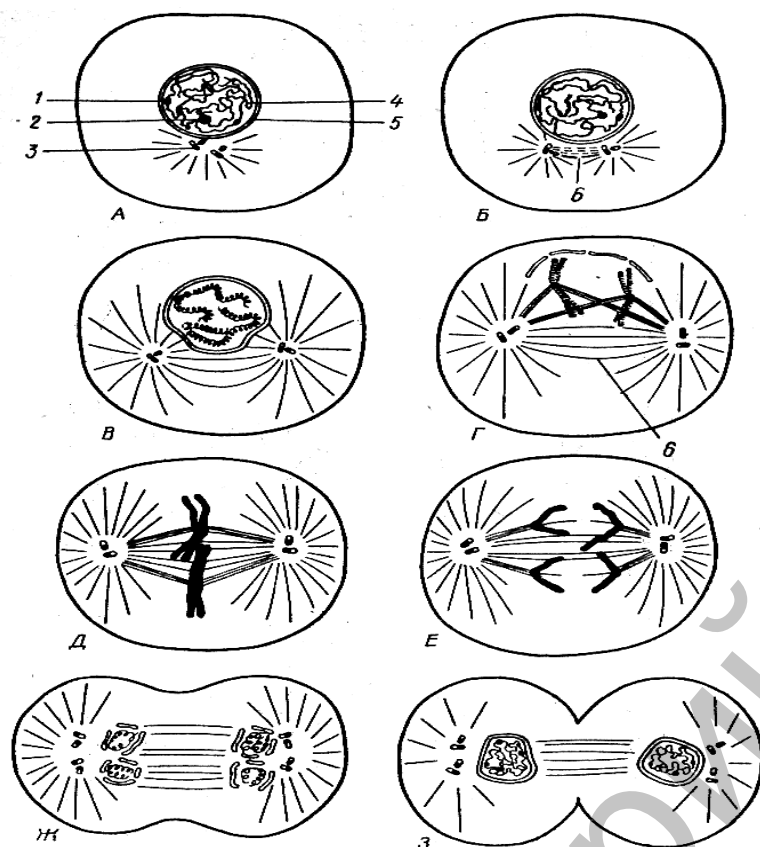


Рис. 4. Схема митоза:

А, Б – интерфаза; В, Г – профаза; Д – метафаза; Е – анафаза; Ж, З – телофаза: 1 – центромера, 2 – ядрышко, 3 – центриоль, 4 – хромосома, 5 – ядерная оболочка, 6 – веретено.

становятся видимыми вследствие спирализации, по две центриоли расходятся к полюсам клетки. Вследствие спирализации хромосом становится невозможным считывание генетической информации с ДНК и прекращается синтез РНК. Между полюсами протягиваются нити ахроматинового веретена – формируется аппарат, обеспечивающий расхождение хромосом к полюсам клетки. В конце профазы ядерная оболочка распадается на отдельные фрагменты, края которых смыкаются. Образуются мелкие пузырьки, сходные с эндоплазматической сетью. На протяжении профазы продолжается спирализация хромосом, которые становятся толстыми и короткими. После распада ядерной оболочки хромосомы свободно и беспорядочно лежат в цитоплазме.

В метафазе спирализация хромосом становится максимальной и укороченные хромосомы устремляются к экватору клетки, располагаясь на равном расстоянии от полюсов. Центромерные участки хромосом находятся строго в одной плоскости, а сестринские центромеры и хроматиды обращены к противоположным полюсам. Митотическое веретено уже полностью сформировано и состоит из нитей, соединяющих полюса с центромерами хромосом. В метафазе отчетливо видно, что хромосома состоит из двух хроматид, соединенных только в области центромеры.

В анафазе центромеры разъединяются, и с этого момента хроматиды становятся самостоятельными хромосомами. Нити веретена, прикрепленные к центромерам, тянут хромосомы к полюсам клетки, а плечи хромосом при этом пассивно следуют за центромерой. Таким

становятся видимыми вследствие спирализации, по две центриоли расходятся к полюсам клетки. Вследствие спирализации хромосом становится невозможным считывание генетической информации с ДНК и прекращается синтез РНК. Между полюсами протягиваются нити ахроматинового веретена – формируется аппарат, обеспечивающий расхождение хромосом к полюсам клетки. В конце профазы ядерная оболочка распадается на от-

образом, в анафазе хроматиды удвоенных еще в интерфазе хромосом точно расходятся к полюсам клетки. В этот момент в клетке находятся два диплоидных набора хромосом.

Завершается митоз телофазой. Хромосомы, собравшиеся у полюсов, деспирализуются и становятся плохо видимыми. Из мембранных структур цитоплазмы образуется ядерная оболочка. В клетках животных цитоплазма делится путем перетяжки тела клетки на две меньших размеров, каждая из которых содержит один диплоидный набор хромосом. В клетках растений цитоплазматическая мембрана возникает в середине клетки и распространяется к периферии, разделяя клетку пополам. После образования поперечной цитоплазматической мембраны у растительных клеток появляется целлюлозная стенка.

В жизненном цикле клетки митоз – относительно короткая стадия, обычно продолжающаяся от 0,5 до 3 ч. Начиная с первого митотического деления зиготы, все дочерние клетки, образовавшиеся в результате митоза, содержат одинаковый набор хромосом и одни и те же гены. Следовательно, митоз – это способ деления клеток, заключающийся в точном распределении генетического материала между дочерними клетками. В результате митоза обе дочерние клетки получают диплоидный набор хромосом.

Биологическое значение митоза огромно. Постоянство строения и правильность функционирования органов и тканей многоклеточного организма было бы невозможным без сохранения идентичного набора генетического материала в бесчисленных клеточных поколениях. Митоз обеспечивает такие важные явления жизнедеятельности, как эмбриональное развитие, рост, восстановление органов и тканей после повреждения, поддержание структурной целостности тканей при постоянной утрате клеток в процессе их функционирования (замещение погибших эритроцитов, слущившихся клеток кожи, эпителия кишечника и пр.).

НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ

1. *Изменчивость.*
2. *Наследственность.*

1. Изменчивость – это процесс, отражающий взаимосвязь организма с внешней средой. Различают наследственную (генотипическую) и ненаследственную (модификационную) изменчивость.

К наследственной изменчивости относят изменения признаков организма, которые определяются генотипом и сохраняются в ряду поколений. Иногда это крупные изменения, например коротконогость, отсутствие рогов у домашнего скота, отсутствие пигмента (альбинизм) или оперения. В результате таких изменений возникли также карликовый рост душистого горошка, красная береза, растения, дающие махровые цветки, но чаще это мелкие, едва заметные отклонения от нормы. Наследственные изменения называют мутациями. Дарвин называл наследственную изменчивость неопределенной, индивидуальной изменчивостью, подчеркивая тем самым ее случайный, ненаправленный характер и относительную редкость. Мутации возникают вследствие изменения структуры гена (т.е. последовательности нуклеотидов в ДНК) или хромосом и служат единственным источником генетического разнообразия внутри вида. Благодаря мутационному процессу появляются различные варианты генов, составляя резерв наследственной изменчивости. Однако бесконечное разнообразие генотипов живых организмов, уникальность каждого генотипа обусловлены комбинативной изменчивостью – рекомбинацией хромосом в процессе полового размножения и участков хромосом в процессе кроссинговера. При этом типе изменчивости сами гены не изменяются, изменяются их сочетания и характер взаимодействия в генотипе.

Мутации бывают доминантные и рецессивные. Большинство мутаций рецессивны и не проявляются у гетерозигот. Это очень важно для существования вида. Мутации в данных условиях оказываются, как правило, вредными, так как вносят нарушения в тонко сбалансированную систему биохимических реакций. При изменении условий внешней среды некоторые мутации могут оказываться полезными и носители таких мутаций получают преимущество в процессе естественного отбора.

В гомозиготном состоянии мутации нередко понижают жизнеспособность или плодовитость особи. Мутации, резко снижающие

жизнеспособность, частично или полностью останавливающие развитие, называются полуметальными или летальными. У человека к таким мутациям относятся ген гемофилии и ген серповидно-клеточной анемии, определяющий синтез аномального гемоглобина.

Если мутация возникает в половых клетках, то она обнаруживается только в следующем поколении. Такие мутации называют генеративными. Мутации могут происходить и в соматических клетках, проявляясь лишь у данного организма. Но при бесполом размножении они могут передаваться потомству.

Мутации, образующиеся в результате замены одного или нескольких нуклеотидов в пределах одного гена и приводящие к изменению строения белков, называются генными. Один ген может мутировать неоднократно. Так возникает серия аллельных генов.

Изменения структуры хромосом служат причиной хромосомных мутаций. Они возникают вследствие утраты части хромосомы. Если оторвавшийся участок может присоединиться к негомологичной хромосоме, то образуется новая комбинация генов. Довольно широко распространено удвоение участка хромосомы.

К мутациям относится также изменение числа хромосом. Вследствие нерасхождения какой-либо пары гомологичных хромосом в мейозе одна из образовавшихся гамет содержит на одну хромосому меньше, а другая – на одну хромосому больше, чем в нормальном гаплоидном наборе. При слиянии с другой гаметой возникает зигота с меньшим или большим числом хромосом по сравнению с диплоидным набором, характерным для вида.

У простейших и у растений часто наблюдается кратное увеличение числа хромосом. Такое изменение хромосомного набора носит название полиплоидии.

С увеличением числа хромосомных наборов в кариотипе возрастает надежность генетической системы, уменьшается вероятность снижения жизнеспособности в случае мутаций. Полиплоидия нередко влечет за собой повышение жизнеспособности, плодовитости и других жизненных свойств. В растениеводстве это свойство используют, искусственно получая полиплоидные сорта культурных растений, отличающиеся высокой продуктивностью. У высших животных полиплоидия не встречается.

Мутации обладают следующими свойствами: 1) они возникают внезапно, скачкообразно; 2) они наследуются, т.е. стойко передаются из поколения в поколение; 3) мутации не направлены: мутировать может любой локус, вызывая изменения как незначительных, так и жизненно важных признаков; 4) одни и те же мутации могут возникать повторно; 5) по своему проявлению они могут быть как полезными, так и вредными, как доминантными, так и рецессивными.

2. Наследственность – это свойство родителей передавать свои признаки и особенности развития следующему поколению. Каждый вид животных или растений сохраняет в ряду поколений характерные для него черты.

Обеспечение преемственности свойств – лишь одна из сторон наследственности; вторая сторона – обеспечение точной передачи специфического для каждого организма типа развития, становления в ходе онтогенеза определенных признаков и свойств, определенного типа обмена веществ. Клетки, через которые осуществляется преемственность поколений, – половые при половом размножении и соматические при бесполом – несут в себе только зачатки, возможности развития признаков и свойств. Эти зачатки получили название генов. Ген – это участок молекулы ДНК (или участок хромосомы), определяющий возможность развития отдельного элементарного признака.

Из этого определения следует, что при наличии в организме (генотипе) какого-либо гена признак, обусловленный этим геном, может и не проявиться. Возможность развития признаков в значительной степени зависит от условий внешней среды. Следовательно, генетика изучает и условия проявления действия генов. У всех организмов данного вида каждый ген располагается в одном и том же месте (или локусе) строго определенной хромосомы. В гаплоидном наборе хромосом имеется только один ген, определяющий развитие данного признака. В диплоидном наборе хромосом (в соматических клетках) – две гомологичные хромосомы и соответственно два гена определяют развитие одного какого-то признака. Гены, расположенные в одних и тех же локусах гомологичных хромосом и определяющие развитие одного какого-то признака, называются аллельными.

Мутация, вызывающая изменение структуры гена, т.е. появление варианта исходного гена, приводит к появлению варианта признака. Ген может мутировать неоднократно, в результате чего возникает серия аллельных генов. Появление нескольких вариантов одного признака вследствие неоднократного мутирования одного гена называется множественным аллелизмом (или множественным аллеломорфизмом).

Совокупность всех генов одного организма называется генотипом. Однако генотип – не механическая сумма генов. Возможность проявления гена и форма его проявления зависят от условий среды. В понятие среды входят не только условия, в которых живет данный организм, не только условия, окружающие клетку, но и другие гены. Гены взаимодействуют друг с другом и, оказавшись в одном генотипе, могут сильно влиять на проявление действия соседних генов. Для каждого отдельно взятого гена существует, таким образом, генотипическая среда. Поэтому известный советский генетик М.Е. Лобашев определил генотип как систему взаимодействующих генов.

В пределах одного вида организмы несходны между собой. Эта изменчивость хорошо прослеживается у вида *Homo sapiens*, каждый представитель которого обладает собственными индивидуальными особенностями. Подобная индивидуальная изменчивость существует и у организмов любого вида животных и растений. Таким образом, изменчивость – это свойство как бы противоположное наследственности. Изменчивость заключается в изменении наследственных задатков – генов и в изменении их проявления в процессе развития организмов. Существуют различные типы изменчивости. Исследование причин, форм изменчивости и ее значения для эволюции – предмет изучения генетики. При этом исследователи имеют дело не непосредственно с генами, а с результатами их проявления – признаками.

Закономерности наследственности и изменчивости изучают, наблюдая в ряду поколений за признаками организмов. Совокупность всех признаков организма называется фенотипом. К ним относятся не только внешние, видимые признаки (цвет глаз, волос, форма уха или носа, окраска цветков), но и биохимические (форма молекулы структурного белка или фермента, концентрация глюкозы или мочевины в крови и т.д.), гистологические (форма и размеры клеток, строение тканей и органов), анатомические и т.д. Другими словами, признак – это любое свойство организма, за исключением последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК. Следует, конечно, помнить, что подавляющее большинство «простых» признаков – не что иное, как условное обозначение свойств, по которым один организм отличается от другого (карие или голубые глаза, высокий или низкий рост, прямые или курчавые волосы и т.д.). Однако каждый признак, как бы внешне он ни казался простым, определяется многочисленными и сложными биохимическими процессами.

Закономерности наследственности и изменчивости изучает наука генетика.

РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМОВ

1. *Размножение организмов.*
2. *Развитие половых клеток (гаметогенез). Мейоз.*
3. *Индивидуальное развитие организмов (онтогенез).*

1. На любом уровне организации живая материя представлена элементарными структурными единицами. Каждый организм состоит из клеток. Развитие и существование организма обеспечиваются размножением клеток.

Животный мир и мир растений состоят из отдельных единиц – видов. Каждая особь данного вида смертна, и существование вида поддерживается размножением организмов. Размножение – это свойство организмов оставлять потомство.

Известны две основные формы размножения: половое и бесполое.

Половым размножением называется смена поколений и развитие организмов на основе слияния специализированных половых клеток и образования зиготы. При бесполом размножении новая особь появляется из неспециализированных клеток тела – соматических, неполовых.

Бесполое размножение. Некоторые простейшие делятся митозом. У споровых растений (водоросли, мхи, плауны, папоротники) и грибов широко распространено размножение путем **спорообразования**. В благоприятных условиях каждая спора дает одну особь. Часто споры покрыты плотной оболочкой, защищающей клетки от неблагоприятных внешних воздействий. Спорообразование встречается и у простейших (тип споровиков).

Почкование заключается в том, что на материнской клетке первоначально образуется небольшой бугорок, содержащий ядро. Почка растет, достигает размеров материнской и затем отделяется от нее (дрожжевые грибы, некоторые инфузории, гидры).

У растений бесполое размножение может происходить частями вегетативного тела – черенками, усами, клубнями, листьями и т.д. Такое размножение называется **вегетативным**.

При любых формах бесполого размножения все потомки имеют генотип, идентичный материнскому. Бесполое размножение приводит к увеличению численности особей данного вида, но не сопровождается повышением генетического разнообразия внутри вида. Новые признаки, которые могут оказаться полезными при изменении условий среды, появляются только в результате мутаций.

Половое размножение. Появление полового процесса дало колоссальные генетические преимущества по сравнению с бесполом

размножением. При половом процессе происходит комбинация генов, до этого принадлежавших обоим родителям.

Половое размножение в отличие от бесполого всегда происходит путем слияния двух специализированных половых клеток – яйцеклеток и сперматозоидов, образующихся в половых железах. Основное направление эволюции полового размножения – сингамия, т.е. оплодотворение, при котором обязательно слияние двух половых клеток, происходящих от разных особей. Такой тип полового размножения наилучшим образом обеспечивает генетическое разнообразие потомства. Сперматозоиды обычно подвижны и имеют небольшие размеры. Их функция – доставка хромосомного набора в яйцеклетку. Яйцеклетки, как правило, неподвижны и имеют значительно большие размеры, чем сперматозоиды.

2. Сперматозоиды развиваются в семенниках, яйцеклетки – в яичниках. Зрелые половые клетки несут одинарный (гаплоидный) набор хромосом. Число хромосом в гаплоидном наборе всегда в два раза меньше, чем в соматических (диплоидных) клетках. Число хромосом принято обозначать буквой n , количество ДНК в хромосомном наборе – буквой c . Следовательно, в соматических клетках хромосомный набор обозначается $2n2c$, в половых клетках – $1n1c$.

В развитии половых клеток выделяют ряд стадий. На первой стадии сперматогенеза – стадии размножения – первичные половые клетки делятся митозом. Затем некоторые из них после удвоения хромосом ($2n4c$) вступают в стадию роста. При образовании мужских половых клеток рост выражен слабо. После завершения этого периода клетки вступают в период созревания и называются сперматоцитами I порядка. В процессе созревания (мейоза) клетки двукратно делятся.

I деление созревания (или I мейотическое деление) протекает следующим образом. **Профаза** начинается спирализацией хромосом. Они видны в виде тонких слабо окрашивающихся нитей. Затем гомологичные хромосомы сближаются, и каждая точка одной хромосомы совмещается с соответствующей точкой другой гомологичной хромосомы. Процесс тесного и точного сближения гомологичных хромосом в мейозе называется конъюгацией.

В процессе конъюгации гомологичные хромосомы сближаются и удерживаются рядом благодаря образованию каждой хроматидой нитей толщиной 1,5–2,0 нм, растущих по направлению к одной из хроматид второй (гомологичной) хромосомы. Нити на конце утолщены.

Утолщение нитей двух противостоящих несестринских хроматид соединяются наподобие застёжки «молния». Благодаря образованию таких мостиков гомологичные хромосомы могут долго находиться в сближенном состоянии. Во время профазы между конъюгированными хромосомами может происходить обмен гомологичными участками –

кроссинговер. К концу профазы гомологичные хромосомы разъединяются в области центромер, оставаясь соединенными в области плеч.

В **метафазе I** деления созревания конъюгированные хромосомы располагаются по экватору клетки. В этот момент спирализация хромосом достигает максимума. Центромеры обращены к полюсам.

В **анафазе** гомологичные хромосомы расходятся к полюсам. Следовательно, из каждой пары гомологичных хромосом в дочернюю клетку попадает только одна. Число хромосом уменьшается в два раза, и образовавшиеся сперматоциты II порядка содержат одинарный, гаплоидный набор хромосом. Поэтому первое мейотическое деление носит название редукционного (от лат. «редукцио» – уменьшение). Следует помнить, что в период созревания вступают диплоидные клетки, удвоившие количество ДНК еще в периоде размножения. Их хромосомный набор можно обозначить как $2n4c$. После расхождения в анафазе I деления хромосомы остаются удвоенными. В результате редукционного деления клетки содержат гаплоидное число хромосом и двойное количество ДНК ($1n2c$), которое приводится в соответствие с хромосомным набором во время следующего, II мейотического деления. В анафазе этого деления к полюсам расходятся хроматиды и образующиеся клетки (сперматиды) получают хромосомный набор, равный $1n1c$. Последний период сперматогенеза – период формирования. Клетка приобретает вид, характерный для зрелого сперматозоида. В результате мейоза из одной первичной половой клетки образуются четыре сперматозоида с гаплоидным набором хромосом.

От митотического деления соматических клеток мейоз отличается рядом особенностей.

1. Профаза I мейотического деления занимает очень большой промежуток времени. Во время профазы гомологичные хромосомы конъюгируют и могут обмениваться участками (кроссинговер).

2. В метафазе I мейотического деления по экватору клетки располагаются не отдельные хромосомы, а пары конъюгированных хромосом.

3. В анафазе I мейотического деления к полюсам расходятся хромосомы, а не хроматиды, как в митозе.

4. Между I и II мейотическими делениями не синтезируется ДНК.

5. Силы отталкивания в мейозе проявляются в области центромер, в то время как в митозе вначале разъединяются плечи хроматид.

При овогенезе первичные половые клетки после удаления количества ДНК вступают в продолжительный период роста. В цитоплазме овоцита первого порядка накапливаются запасные питательные вещества – желток. Размеры клетки за этот период увеличиваются в сотни и тысячи раз. Выросшие овоциты приступают к созреванию. Во время I мейотического деления, как и сперматогенезе, образуются два гаплоидных набора хромосом ($1n2c$), но овоцит не делится на две равные клетки. Один хромосомный набор в составе так называемого на-

правительного тельца отделяется от оставшейся крупной клетки – овоцита второго порядка. Затем происходит второе деление созревания, при котором образуется второе направительное тельце (*1n1c*). Первое направительное тельце может разделиться, и образуются всего четыре клетки: три мелкие, вскоре погибающие, и одна крупная – яйцеклетка, в цитоплазме которой остается весь накопленный в период роста желток. Следовательно, биологический смысл формирования направительных телец заключается в необходимости сохранения в яйцеклетке максимального количества желтка, требующегося для развития будущего зародыша. Достигается это путем утраты полноценных с генетической точки зрения хромосомных наборов, входящих в состав направительных телец. Биологическая роль мейоза заключается в поддержании постоянства хромосомного набора, свойственного данному виду организмов. При оплодотворении – слиянии половых клеток – в зиготе восстанавливается диплоидный набор хромосом.

В результате сперматогенеза и овогенеза образуются половые клетки генетически равноценные и содержащие гаплоидный набор хромосом. Но они неравноценны с точки зрения вклада в обеспечение развития будущего организма. Функция сперматозоида – внесение генетической информации в яйцеклетку, активация ее развития. По своему строению сперматозоид специализирован для выполнения этой функции. В яйцеклетке же заложены все основные факторы, позволяющие организму развиваться, т.е. она специализирована для выполнения функции развития. Размеры яйца увеличиваются в основном за счет накопления желтка (желток – вся совокупность питательных веществ клетки: белков, жиров, углеводов), количество которого зависит от длительности эмбрионального периода развития.

Если вскоре после начала развития образуется личинка, способная питаться самостоятельно, желтка в яйце мало. Так, у ланцетника через 4–5 дней после образования зиготы из яйцевых оболочек выходит маленькая личинка. Напротив, у птиц с крупным яйцом и большим количеством желтка развитие продолжается три недели и из яйцевых оболочек выходит в основном сформированный организм. Еще более продолжительный эмбриональный период у млекопитающих, но в этом случае зародыш питается за счет материнского организма и поэтому желтка в яйцеклетке мало.

Но увеличение размеров яйцеклетки обусловлено не только желтком. Объем цитоплазмы также увеличивается по сравнению с цитоплазмой соматических клеток. В ней накапливается большое количество нуклеотидов, рибонуклеиновых кислот, белков. Резко возрастает объем ядра. В период роста в овоците образуется более тысячи ядрышек, содержащих в себе р-РНК.

У некоторых животных (черви, пчелы, осы, муравьи, тли, низшие ракообразные, индейка) яйцеклетка может развиваться без опло-

дотворения. Такое развитие называется партеногенезом или девственным развитием. При партеногенезе образуются особи только одного пола – мужского или женского. У пчел, у индеек из неоплодотворенных яиц развиваются самцы.

В результате партеногенетического развития соматические клетки потомства могут иметь либо гаплоидный набор хромосом (пчелы, осы), либо диплоидный (тли, ракообразные). В последнем случае в процессе мейоза первое направительное тельце втягивается обратно и соединяется с ядром яйца или не выделяется второе направительное тельце.

3. Онтогенез можно определить как процесс реализации генетической информации, полученной от родителей. Индивидуальное развитие начинается с момента слияния сперматозоида и яйцеклетки и образования зиготы и заканчивается смертью организма.

Онтогенез делится на два периода: 1) эмбриональный – с момента образования зиготы до рождения или же выхода из яйцеклетки оболочек; 2) постэмбриональный – от выхода из яйцевых оболочек или рождения до смерти организма.

Эмбриональное развитие состоит из следующих основных этапов: 1) дробление, в результате которого образуется многоклеточный зародыш; 2) гаструляции, в процессе которой возникают первые эмбриональные ткани – энтодерма и эктодерма, а зародыш становится двухслойным; 3) первичного органогенеза – образования комплекса осевых органов зародыша – нервной трубки, хорды, кишечной трубки.

В момент рождения или выхода организма из яйцевых оболочек заканчивается эмбриональный и начинается **постэмбриональный** период развития. Развитие может быть прямым или сопровождаться превращением (метаморфозом). При прямом развитии из яйцевых оболочек или из тела матери выходит организм небольших размеров, но в нем заложены все основные органы, свойственные взрослому животному (пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие). Постэмбриональное развитие сводится в основном к росту и половому созреванию.

При развитии с метаморфозом из яйца выходит личинка, обычно устроенная проще взрослого животного, со специальными личиночными органами, отсутствующими во взрослом состоянии. Личинка питается, растет, и со временем личиночные органы заменяются органами, свойственными взрослым животным. Следовательно, при метаморфозе разрушаются личиночные органы и возникают органы, свойственные взрослым животным.

Изучение эмбрионального и постэмбрионального развития животных позволило найти общие черты в этих процессах и сформулировать закон зародышевого сходства (К. Бэр) и биогенетический закон (Ф. Мюллер и Э. Геккель), имеющие огромное значение для понимания эволюции.

ПОНЯТИЕ О ВИДЕ. ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ

1. *Понятие о виде.*
2. *Таксономические категории.*

1. Со времени К. Линнея основными систематическими единицами (таксонами) в органическом мире считают род (*genus*) и вид (*species*).

Однако Линней, признавая виды неизменными и постоянными, не дал своего конкретного определения вида. Д. Рей, впервые давший определение вида, понимал его как совокупность особей, происшедших из семян какого-либо одного растения. Такой точки зрения на вид, по существу статической, держались исследователи до Дарвина. Ч. Дарвин понимал как явление историческое и динамическое: вид развивается, достигает полного развития, а затем клонится к упадку вследствие изменения жизни и борьбы с другими видами и исчезает; виды возникают из разновидностей (более мелких единиц, ниже вида); разновидности – это «зачинающиеся виды» (Ч. Дарвин).

В процессе развития биологии и отдельных ботанических и зоологических дисциплин после Дарвина понятие о виде совершенствовалось и уточнялось.

Между тем до сих пор в биологической науке не существует ясного определения понятия вида. «К сожалению, вид, как, впрочем, и все другие таксономические категории, с трудом поддается скольконибудь точному логическому определению (А.Л. Тахтаджян). Вместе с тем вид является основной единицей филогенетической классификации и представляет собой важнейшую таксономическую категорию не только для систематики, но и для биологии вообще. Из многочисленных определений, которые отдавались в последарвинский период, одно из наиболее распространенных принадлежит В.Л. Комарову: «...вид есть совокупность поколений, происходящих от общего предка и под влиянием среды и борьбы за существование обособленных отбором от остального мира живых существ; вместе с тем вид есть этап в процессе эволюции». Кроме того, вид обладает определенным и устойчивым географическим ареалом, территорией, за пределами которой его представители в природе не встречаются.

Таким образом, принадлежность какого-либо к тому или иному виду определяется несколькими основными факторами: 1) сходством

в существенных признаках; 2) сходством экологических условий; 3) общностью ареала.

Виды реально существуют в природе, где они представлены обособленной группой особей, клоном или популяцией, которые легко скрещиваются между собой, но ограничены от других видов барьером – трудной половой совместимостью.

2. Изучение растений в природе показало, что внутри вида могут быть выделены более дробные единицы (таксоны): подвиды, разновидности и формы или морфы.

Подвиды – это единицы внутри вида, менее резко отличные друг от друга, чем виды, но каждый подвид обладает своим ареалом, иногда лишь частично совпадающим у разных подвидов. Например, щавель обыкновенный чрезвычайно полиморфный вид, распространенный по всей Европе, представлен рядом подвидов, несколько отличающихся по внешнему облику друг от друга и имеющих четкое географическое расчленение.

Разновидности еще менее отличаются друг от друга по признакам, но, в отличие от подвидов, не имеют собственного ареала. Признаки подвидов и разновидностей вполне закреплены наследственно и сохраняются в половом потомстве.

Форма, морфа (*forma*, *morpha*) – единицы, имеющие еще более мелкие отличия от вида, которые возникают и легко изменяются под влиянием внешней среды и не ставшие еще наследственно закрепленными.

В растениеводстве широко распространенным является понятие о сорте (*cultivar*). Сорт – это группа особей в пределах вида, подвида или разновидности культурного растения, которая отличается от других особей того же вида, подвида или разновидности некоторыми мелкими, но наследственно стойкими признаками, имеющими важное хозяйственное значение.

В сельском хозяйстве имеют исключительно важное значение. Для яблони (*Malus domestica* Borkh), например, известно около 3000 сортов.

Близкие виды, имеющие общего предка, объединяются в роды (*genus*). По принципу общности происхождения роды объединяются в семейства (*familia*), семейства – в порядки (*ordo*), порядки – в классы (*classis*), классы – в отделы, или типы (*division*).

Систематические категории любого ранга обозначают термином «таксон».

В современной систематике растительный мир разделяют на два подцарства: низшие растения и высшие, или листостебельные. Высшей таксономической категорией является царство. Это название было дано Линнеем.

ВИРУСЫ – VIRUS

Вирусы (от лат. «virus» – яд) – это неклеточная форма жизни. Они являются облигатными паразитами, т. е. могут функционировать только внутри одно- или многоклеточного организма.

Первооткрыватель вирусов Д. И. Ивановский выявил у них два основных свойства: они столь малы, что проходят через фильтры, задерживающие бактерии, и их невозможно в отличие от клеток выращивать на искусственных питательных средах. Лишь с помощью электронного микроскопа удалось увидеть эти мельчайшие из живых существ (от 20 до 3000 нм) и оценить многообразие их форм.

Вирусы – инфекционные агенты. Попав в клетку, вирусные гены нарушают нормальные процессы в клетке, иногда приводят к гибели и заболеванию всего организма. Ни один из вирусов не способен к самостоятельному существованию.

Устроены вирусы очень просто. Они состоят из фрагментов генетического материала ДНК или РНК, которые составляют основу вируса, окруженных белковой оболочкой из одинаковых повторяющихся субъединиц – капсомеров.

Среди вирусов есть бактериофаги – наиболее сложно устроенные вирусы, паразитирующие на бактериях. Вирусы могут воспроизводить себя только внутри живой клетки, поэтому являются облигатными паразитами. Попав внутрь клетки хозяина и используя свою ДНК или РНК, они дают клетке команду синтезировать новые копии данного вируса.

Вирусы – возбудители заболеваний растений, животных и человека. Вирусные болезни животных – ящур крупного рогатого скота, чума птиц, рожистое воспаление свиней. У растений вирусы вызывают следующие заболевания: мозаика листьев (желтые пятна на листьях), карликовость или морщинистость листьев, карликовость и бронзовая окраска томатов. Среди заболеваний человека вирусную природу имеют грипп, оспа, свинка, корь, коревая краснуха, полиомиелит, желтая лихорадка и др.

**НАДЦАРСТВО ДОЯДЕРНЫЕ – ПРОКАРИОТЫ –
 PROCARYOTA. ЦАРСТВО ДРОБЯНКИ – МУСНОТА.
 ПОДЦАРСТВО НАСТОЯЩИЕ БАКТЕРИИ – BACTERIA**

1. Особенности строения, питания и размножения бактерий.
2. Роль бактерий в природе и жизни человека.

1. Бактерии – это мельчайшие обычно одноклеточные организмы размером от 0,1 до 10 мкм, видимые под микроскопом. Клетка бактерий имеет плотную стенку, состоящую из полисахаридов, соединенных с пептидами или липидами. Форма клеток разнообразна: округлые – кокки, палочковидные – бациллы; спиралевидные – спириллы; изогнутые в виде запятой – вибрионы.

Внутри клетки бактерии находится цитоплазма, мембрана которой образует впячивания – мезосомы, в которых у фотосинтезирующих бактерий находятся фотосинтезирующие пигменты. Бактерии не имеют компактного ядра. Генетический материал представлен одинокими молекулами ДНК. Белок в клетке бактерий синтезируется в рибосомах. Питание автотрофное, гетеротрофное и хемотрофное.

В природе органическое вещество создают не только растения, но и бактерии, не содержащие хлорофилла. Этот автотрофный процесс называется хемосинтезом, потому что осуществляется благодаря энергии, выделяющейся при химических реакциях окисления различных неорганических соединений: водорода, сероводорода, аммиака, оксида железа (II) и др. Энергия, получаемая при окислении, запасается в организме в форме АТФ. Хемосинтез открыл (1889–1890) русский микробиолог С.Н. Виноградский.

В водоемах с сероводородом живут серобактерии. Энергию, необходимую для синтеза органических соединений из диоксида углерода, они получают, окисляя сероводород. Выделяющаяся в результате свободная сера накапливается в их клетках в виде множества крупинок. Образовавшаяся в результате энергия также используется на синтез органического вещества из диоксида углерода. Колоссальное количество серобактерий обитает в Черном море, в котором глубже 200 м вода насыщена сероводородом.

Чрезвычайно широко распространены в почве и различных водоемах нитрифицирующие бактерии, которые играют очень важную

роль в круговороте азота в природе. Процесс нитрификации происходит в почве в огромных масштабах и служит источником нитратов. Жизнедеятельность бактерий – один из важнейших факторов плодородия почв.

Запасные питательные вещества у бактерий – крахмал, гликоген, волютин, капельки жира, а у серобактерий – капельки серы. По типу дыхания бактерии делят на аэробные и анаэробные (рис. 5).

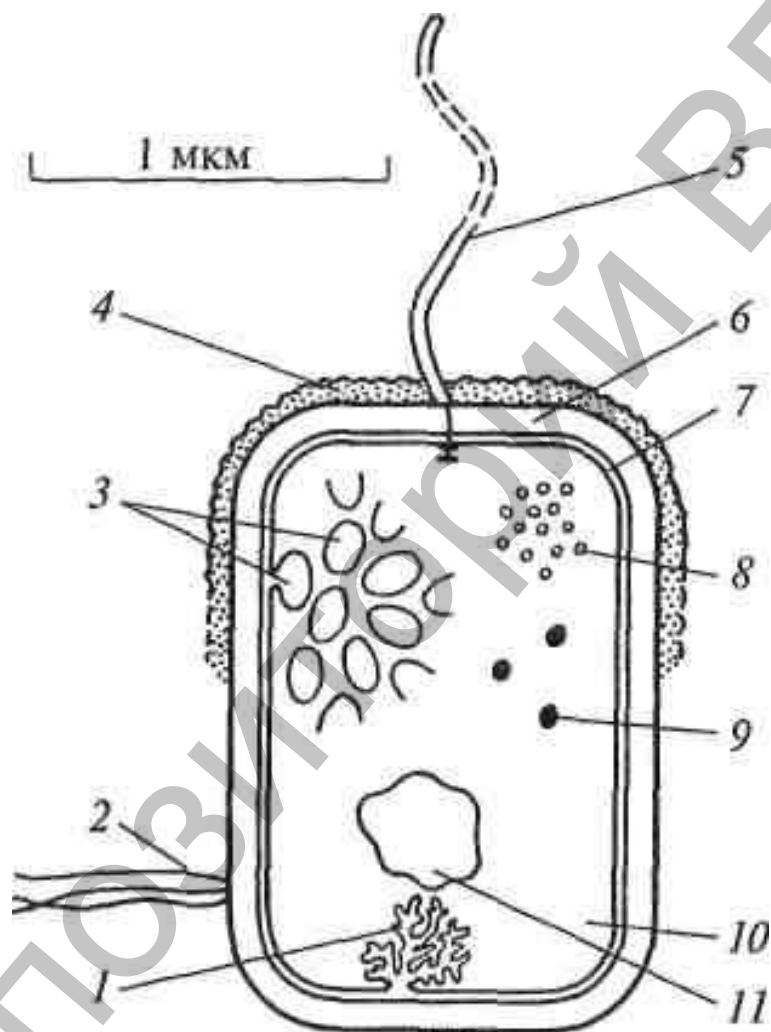


Рис. 5. Схема строения клетки палочковидной бактерии:

1 – мезосома; 2 – пили (нитевидные придатки); 3 – фотосинтетические мембраны; 4 – капсула; 5 – жгутик; 6- клеточная стенка; 7 – плазматическая мембрана; 8 – рибосомы; 9 – запасные питательные вещества; 10 – цитоплазма; 11– кольцевая молекула ДНК.

Анаэробные бактерии живут без доступа кислорода. Энергия, необходимая для жизнедеятельности, добывается за счет брожения. Различают спиртовое, молочнокислое и масляно-кислое брожение.

Для бактерий характерны быстрый рост и бесполое размножение (деление клеток). Половой процесс примитивный: гаметы не образуются, а происходит обмен генетическим материалом. Росту бактерий способствуют температура и рН среды. Ультрафиолетовое из-

лучение тормозит рост и деление клеток бактерий. Некоторые бактерии способны образовывать эндоспоры – споры внутри клетки. Это толстостенные долгоживущие образования, устойчивые к нагреванию.

2. Бактерии распространены повсюду: в чистой воде, почве, воздухе, пустынях, на дне океанов, в горячих источниках с температурой более 88°C. Они играют важную роль в природе, народном хозяйстве и быту человека. Участвуют в почвообразовании, образовании гумуса почв, минерализуя органические вещества, в круговороте азота, серы, фосфора в природе. Бактерии находят применение в очистных сооружениях для очистки сточных вод. Многие полезные продукты питания получаются в результате брожения (молочнокислые продукты, квашеные продукты, спирт). Бактерии используют для получения силоса. В медицине – для синтеза антибиотиков. Они обитают и в организме человека. В кишечнике живет *E. coli*, которая синтезирует витамины группы В и витамин К. Среди бактерий немало патогенных. Они вызывают такие заболевания, как дифтерия, туберкулез, коклюш, гонорея, сифилис, тиф, столбняк, холера, брюшной тиф и др.

НАДЦАРСТВО ЭУКАРИОТЫ – EUCARIOTA. ЦАРСТВО ГРИБЫ (МУСОРНУТА, ИЛИ FUNGI)

1. Особенности организации грибов.
2. Значение грибов в природе и жизни человека.

1. Грибы – это гетеротрофные организмы, лишенные хлорофилла. Это самый многочисленный отдел низших растений, насчитывающий около 100 тыс. видов. Вегетативное тело большинства грибов называется мицелий и представляет собой систему тонких бесцветных нитей, или гиф. По строению мицелия, или грибницы грибы делятся на две большие группы: низшие и высшие. Низшие грибы имеют неклеточный, или несептированный, многоядерный мицелий. У самых примитивных форм мицелия может не быть, а вегетативное тело гриба может быть представлено плазменной массой, лишенной твердой оболочки (класс хитридиомицеты – Chytridiomycetes). У других низших грибов могут быть развиты лишь зачатки мицелия в виде тонких безъядерных нитей, так называемый ризомицелий. У высших грибов развивается многоклеточный, септированный мицелий, в клетках которого находится одно, два или несколько гаплоидных ядер, а в поперечных перегородках между клетками остается маленькое сквозное отверстие.

Клеточные оболочки грибов состоят из целлюлозы и ряда других полисахаридов. У большинства грибов в оболочках присутствует также хитин, сходный по химическому составу с хитином насекомых и не известный ни для одной другой группы растительных организмов. Важнейшими органоидами грибной клетки являются ядра, митохондрии и эндоплазматическая сеть (субмикроскопическое строение). Пластиды отсутствуют. Запасными веществами являются жиры, волютин, гликоген; крахмала в клетках не образуется.

Размножение грибов чрезвычайно разнообразно. Вегетативное размножение происходит обрывками мицелия или распадом мицелия на отдельные клетки. Подобные клетки, покрытые толстой буроватой оболочкой, называют хламидоспоры. Клетки с тонкими оболочками, начинающие отчленяться с кончика гифы, называются артроспорами. Встречается также почкование клеток (дрожжи). Бесполое размножение у грибов осуществляется посредством эндогенных или экзогенных спор. Эндогенные споры характерны для большинства низших

грибов. Это могут быть подвижные клетки со жгутиками – зооспоры или неподвижные – спорангиоспоры. Те и другие развиваются внутри специализированных клеток, отделяющихся перегородкой от кончика гифы. Так, зооспоры развиваются внутри зооспорангиев, а неподвижные спорангиоспоры – внутри спорангиев. Экзогенные споры, или конидии, образуются открыто на концах особых выростов мицелия, называемых конидиеносцами. Формы конидиального спороношения очень разнообразны и характерны для высших грибов.

Половое размножение у грибов особенно многообразно. У низших грибов (классы хитридиомицеты, оомицеты и зигомицеты) оно может проходить в форме хологамии, изогамии, гетерогамии, оогамии и особой формы полового процесса – зигогамии (называемой также гаметангиогамией), напоминающей конъюгацию водорослей. Зигота почти во всех перечисленных случаях некоторое время покоится, а затем делится редукционно и прорастает. Таким образом, у большинства примитивных грибов вся жизнь проходит в гаплоидной стадии, и многочисленные ядра неклочного мицелия гаплоидны.

У высших грибов при половом процессе происходит объединение содержимого половых органов (класс сумчатые грибы), не дифференцированного на гаметы, или слияние вегетативных клеток мицелия – соматогамия (класс базидиальные грибы). В том и другом случае вначале сливаются цитоплазмы (плазмोगамия), тогда как ядра, мужские и женские, лишь сближаются попарно, образуя дикарионы. Дикарионтическая стадия в цикле развития различных грибов может быть кратковременной или длительной. Независимо от этого впоследствии происходит слияние ядер (кариогамия). Образующееся диплоидное ядро без периода покоя приступает к редукционному делению и образует гаплоидные споры. Половое спороношение у грибов бывает в виде сумкоспор, или аскоспор, и базидиоспор. Аскоспоры образуются почти всегда в числе 8 эндогенно внутри специализированных клеток, называемых сумками, или асками. Базидиоспоры – это Экзогенные споры, развивающиеся обычно по 4 экзогенно на базидиях.

Сумки и базидии могут развиваться либо непосредственно на мицелии, либо внутри или на поверхности особых плодовых тел, представляющих собой переплетение гиф мицелия. Сплетающиеся гифы мицелия у грибов могут образовывать мицелиальные тяжи, иногда довольно толстые, до нескольких миллиметров толщиной. В плодовых телах переплетение гиф образует нечто вроде паренхимной ткани, называемой псевдопаренхимой или плектенхимой.

При гетеротрофном способе питания грибы делятся на две большие группы: сапрофиты и паразиты. Те и другие чаще используют растительные субстраты и реже животные. Последнее связано с тем, что грибы обладают ферментами, способными расщеплять клеточные оболочки и углеводы растений. Кроме того, для грибов неблагоприятна та щелочная среда, которую обычно создают бактерии, преобладающие на субстратах животного происхождения, богатых белками.

2. Значение грибов в природе и жизни человека разнообразно. Благодаря большому количеству ферментов в клетках грибы распространены во многих субстратах.

Почвенные грибы участвуют в минерализации органических веществ и образовании гумуса. Многие из них образуют симбиоз с корнями растений.

Другая группа живет на древесине. Многие грибы – паразиты животных и растений. Патогенные грибы вызывают у растений ряд заболеваний: мучнистую росу, фитофтору томатов, картофеля, головню и спорынью злаковых растений.

Некоторые грибы живут на промышленных материалах: металле, книгах, вызывая их разрушение.

Грибы также используют в промышленности для осветления соков, переработки сырья, грубых кормов, получения антибиотиков, гормонов роста.

**ЦАРСТВО РАСТЕНИЯ – PLANTAE.
НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ, ИЛИ ВОДРОСЛИ – ALGAE.
ОТДЕЛ ЛИШАЙНИКИ – LICHENES**

1. *Общая характеристика низших растений.*
2. *Водоросли, особенности организации.*
3. *Экологические группы, распространение водорослей.*
4. *Значение водорослей.*
5. *Лишайники – симбиотические организмы.*
6. *Общая характеристика, строение, распространение и значение лишайников.*

1. К низшим растениям относятся наиболее просто устроенные представители растительного мира. Само название «низшие» указывает на древность этой группы и на простоту их морфологической организации. Вегетативное тело низших растений не имеет расчленения на органы (стебель, лист) и представлено талломом или слоевищем. В этой связи низшие растения называют талломными в противоположность высшим листостебельным растениям, или кормофитным. Для низших растений характерно отсутствие сложной внутренней дифференцировки, у них нет анатомо-физиологической системы тканей, как у высших растений. Наконец, органы полового размножения низших, как правило, одноклеточные (за исключением хоровых и некоторых бурых водорослей), тогда как большинство высших растений имеют преимущественно многоклеточные архегонии и антеридии.

К низшим растениям относятся водоросли и лишайники.

2. Водоросли объединяют большую группу низших растений, характеризующихся наличием хлорофилла, а также других пигментов, способных вследствие этого к фотосинтезу и живущих преимущественно в воде.

Вегетативное тело водорослей может иметь различную организацию. Различают несколько ступеней морфологической дифференциации таллома, отражающих основные этапы эволюции морфологической структуры. Простейшая организация у водорослей представлена амeboидной структурой. Это одноклеточные организмы, лишенные твердой клеточной оболочки и способные передвигаться, как амобы, выпуская псевдоподии разной формы. Амeboидную структуру имеют

немногие водоросли, например, отдельные представители пиррофитовых, золотистых и желто-зеленых водорослей.

Монадная структура характерна для одноклеточных или колониальных организмов, но всегда снабженных жгутиками и подвижных в вегетативном состоянии. Кроме того, у водорослей с более сложной организацией структуры талломов монадная структура сохраняется у клеток, служащих половому (гаметы) или бесполому (зооспоры) размножению. Коккоидная структура характеризуется неподвижными клетками, одиночными или объединенными в колонии. Пальмеллоидная структура представляет собой соединение нескольких неподвижных клеток, погруженных в общую слизь. Эта структура чаще всего бывает временной при переживании неблагоприятных условий. Нитчатая структура образована клетками, соединенными в нити, простые или разветвленные. Разнонитчатая, или гетеротрихальная, структура является усложненной нитчатой структурой, состоящей из нитей горизонтальных, стелющихся по субстрату, и отходящих от них вертикальных нитей. Пластинчатая структура представлена пластинчатыми талломами, одно-, двух- или многослойными. При делении клеток во многих направлениях могут возникать паренхиматические структуры. Сифональная, или неклеточная, структура характеризуется отсутствием клеточных перегородок в талломе водоросли при наличии большого числа ядер. Водоросли, имеющие сифональную структуру, встречаются в отделах желто-зеленых (например, пресноводная водоросль вошерия – *Vaucheria*) и зеленых водорослей (например, порядок сифоновые – *Siphonales*). Большинство сифоновых водорослей – это морские организмы, имеющие нередко довольно большие размеры и сложное внешнее расчленение, подобно делению на стебли, листья и корни. Пресноводные водоросли сифональной структуры имеют вид слабоветвящихся нитей (вошерия) или шаровидных телец размерами от 1 мм до нескольких сантиметров.

Харофитная структура свойственна только харовым водорослям (отдел Charophyta), обитающим в пресных водоемах. Она представлена крупными многоклеточными слоевищами, состоящими из центральной осевой нити – главного «побега» и сидящих мутовками боковых «побегов». Весь таллом имеет, таким образом, членистое строение с чередованием узлов и междоузлий и достигает размеров до 20–50 см. Пути возникновения этой структуры водорослей неясны.

Клетки водорослей одеты клеточной оболочкой, состоящей из целлюлозы и пектиновых веществ. У многих водорослей в оболочках присутствуют другие компоненты: углекислая известь, железо (у красных водорослей), альгиновая кислота (бурые водоросли) и др. Клеточные оболочки водорослей могут ослизняться. Монадные клетки примитивных водорослей, а также зооспоры и гаметы могут не

иметь обособленной клеточной оболочки; функцию ее у таких клеток выполняет самый наружный слой цитоплазмы – цитоплазматическая мембрана – плазмалемма. Цитоплазма может занимать всю клетку водорослей или располагаться постенно. Ядер в клетке может быть много или одно. У сине-зеленых водорослей в клетках отсутствуют обособленные ядра, отделенные от цитоплазмы оболочкой.

Пластиды водорослей называют хроматофорами, а в последнее время – хлоропластами, как у высших растений. Они отличаются от пластид высших растений огромным разнообразием по форме, числу (от 1 до нескольких десятков или сотен), месторасположению в клетке, а также набором пигментов.

Вследствие наличия пигментов основным способом питания водорослей является автотрофный способ питания с помощью фотосинтеза.

Однако многие водоросли обладают способностью ассимилировать готовые органические соединения и осуществлять гетеротрофный способ питания.

Наконец, некоторые сочетают оба названных способа, питаясь миксотрофно, или смешанно. Таковыми, например, являются многие сине-зеленые водоросли, хлорококковые из отдела зеленых водорослей и др.

Размножение у водорослей существует вегетативное, половое и бесполое. Вегетативное размножение происходит делением клеток, распадом нитей или колоний, фрагментацией талломов. Реже происходит специализированное вегетативное размножение (клубеньки у харовых водорослей). Бесполое размножение осуществляется подвижными зооспорами или неподвижными аплано- или автоспорами (хлорелла), тетра- или моноспорами (красные водоросли). Зооспоры разных групп водорослей могут отличаться числом и характером жгутиков, а также способом их прикрепления к клетке (к переднему концу клетки – у зеленых, сбоку – у бурых водорослей). Зооспора после непродолжительного движения сбрасывает жгутики, одевается оболочкой и прорастает в новую водоросль.

Половой процесс у водорослей состоит в слиянии двух специализированных половых клеток, называемых гаметами. Гаметы всегда гаплоидны, после их слияния образуется новая диплоидная клетка, называемая зиготой. Зигота прорастает в новую взрослую особь. Прорастание зиготы может происходить с редукционным делением (в этом случае развивается гаплоидное растение), как у большинства зеленых водорослей, или без него, как у большинства бурых водорослей, когда из зиготы развивается диплоидная особь.

У водорослей различают разные формы полового процесса. Если сливающиеся гаметы обе подвижны и одинаковы по величине, происходит изогамия. Копуляцию крупной подвижной гаметы и такой же подвижной маленькой называют гетерогамией.

Оогамией называют такой половой процесс, при котором крупная неподвижная женская гамета – яйцеклетка – оплодотворяется маленькой подвижной мужской – сперматозоидом. При оогамии яйцеклетка развивается в специальной клетке – оогонии, а сперматозоиды – в антеридии. Клетки, в которых образуются изо- и гетерогаметы, называют гаметангиями. У примитивных водорослей монадной структуры при половом размножении могут копулировать не гаметы, а две взрослые особи. Такой тип полового процесса называют хологамией. Наконец, существует так называемая конъюгация у водорослей. При этой форме полового процесса сливаются протопласты вегетативных клеток, соединенных поперечными выростами. При половом размножении могут сливаться гаметы, образовавшиеся на разных особях (гетероталлизм) либо развившиеся на одном и том же талломе (гомоталлизм).

3. Подавляющее большинство водорослей, как уже указывалось, обитает в воде. Мелкие, преимущественно микроскопические, водоросли, свободноплавающие в толще воды, образуют фитопланктон пресных и морских водоемов. Планктонный образ жизни ведут все водоросли, обладающие в вегетативном состоянии жгутиками (вольвоксовые), многие представители диатомовых, сине-зеленых и зеленых водорослей.

Водоросли, растущие на дне или эпифитно на других водных растениях, входят в состав бентоса. Фитобентос морей и океанов состоит в основном из бурых и красных водорослей. Бентосными морскими формами могут быть также сифоновые, ульвовые; бентосными пресноводными – диатомовые и разнообразные зеленые водоросли (улотриксковые, конъюгаты, харовые и др.).

Однако водоросли живут не только в водоемах. Обширную экологическую группировку составляют наземные, или воздушные, водоросли. Они образуют налеты на сырой земле, на коре деревьев, на поверхности влажных скал и камней. Большинство из них образуют зооспоры. Гаплоидные зооспоры прорастают в гаплоидные растения – гаметофиты. Гаметофит является половым поколением, на нем образуются гаметы, после копуляции которых развивается зигота. Зигота без редукционного деления прорастает в диплоидный спорофит.

Растение-гаметофит и растение-спорофит могут быть внешне одинаковыми, в этом случае смену поколений называют изоморфной. Если гаметофит и спорофит отличаются друг от друга, например, формой, размерами, продолжительностью жизни, то чередование поколений будет гетероморфным.

Водоросли могут жить в толще почвы (почвенные водоросли), развиваться в водах горячих источников, в сильно засоленных водоемах, могут поселяться на поверхности снега или льда (например,

хламидомонада снежная – *Chlamydomonas nivalis*). Водоросли – одни из древнейших организмов, населяющих нашу планету, приспособленные к жизни в самых разнообразных внешних условиях.

4. Значение водорослей в природе и жизни человека имеет большое значение. В водоемах, особенно морских, они являются основными создателями органического вещества. В процессе фотосинтеза они выделяют свободный кислород, необходимый для дыхания водных организмов, как животных, так и растительных. Велика их роль в биологическом круговороте веществ в природе, в создании и накоплении органического вещества (биомассы) на Земле.

Многие водоросли (вольвоксовые, эвгленовые, желто-зеленые, пирофитовые, диатомеи) вместе с гетеротрофными организмами представляют собой биофильтры, очищающие сточные и загрязненные воды. Многие виды служат индикаторами биологического загрязнения и засоления.

Не все водоросли становятся пищей гетеротрофных организмов, часть их отмирает и выпадает в осадок, входит в состав детрита, который служит пищей для бактерий, грибов, актиномицетов, которые окончательно разрушают органическое вещество. Диатомовому планктону принадлежит основная роль в осадконакоплении. Диатомовые, зеленые, золотистые водоросли формируют илы, сапропели и некоторые осадочные горные породы (например, диатомит).

Почвенные водоросли (особенно азотофиксирующие) повышают плодородие почв. Многие водоросли осваивают скалы, песчаники, участвуют в создании первичного гумуса, на котором могут поселяться другие растительные организмы. Вместе с грибами и лишайниками водоросли – пионеры растительности.

Кроме того, водоросли являются биоиндикаторами терриконов и других свежееобнаженных грунтов, их токсичности.

Значение водорослей связано с использованием их в качестве сырья для ряда отраслей промышленности. Они служат непосредственно и как продукт питания. Красные и бурые водоросли представляют пищевую и сельскохозяйственную ценность. Водоросли, используемые в пищу, не только питательны, они богаты витаминами и солями йода, брома. Так, ламинарию сахарную и другие ее виды назначают при склерозе, расстройстве деятельности щитовидной железы и как слабое слабительное средство. Ламинария обладает также антисептическими свойствами: тампоны из черешков ламинарии успешно используют при лечении ран, ее также применяют в гинекологической практике. Среди пресноводных водорослей в пищу используют сине-зеленую водоросль спирулину – *Spirulina platensis*, нити которой скручены в правильную спираль и др. Виды спирулины, например

S. maxima, содержат много протеинов (60–70% от сухой массы), и в настоящее время эту водоросль культивируют и используют в качестве лечебной пищевой добавки. В приморских странах создаются акватории для культивирования ценных водорослей.

Морские водоросли служат сырьем для получения различных веществ. Так, при переработке красных и бурых водорослей получают агар-агар и альгин, используемые в микробиологической, фармацевтической, пищевой, бумажной и текстильной промышленности. Агар получают из красной водоросли анфельции; альгин и альгинаты извлекают из бурых водорослей. Альгин и альгинаты обладают клеящими свойствами, их добавляют в пищевые продукты, при изготовлении таблеток, используют при выделке кож, при производстве бумаги и тканей, синтетических волокон, пластмасс, строительных материалов, из альгинатов делают растворимые нити, применяющиеся в хирургии.

Морские водоросли употребляют в качестве удобрений и на корм скоту. Так, во Франции еще в 70-е годы XX в. фермеры приморских местностей использовали бурые водоросли на корм скоту и пришли к выводу, что удои молока у опытных животных увеличивались на 40%.

Не забыты и микроскопические водоросли. Биомасса многих из них применяется как дополнительный источник белка и витаминов, для очищения воздуха в закрытых экосистемах (космических кораблях и др.).

В последние годы широко развивается искусственное культивирование водорослей (например, хлореллы) в производственных целях. Водоросли сыграли огромную роль в истории Земли. Древние водоросли способствовали обогащению атмосферы кислородом, что повлияло на развитие животного и растительного мира нашей планеты. Они участвовали в образовании горных пород, явились родоначальниками растений, заселивших сушу. Водоросли подразделяются на отделы, отличающиеся друг от друга характером окраски и рядом перечисленных выше признаков:

Отдел Сине-зеленые водоросли; Отдел Эвгленовые водоросли; Отдел Зеленые водоросли; Отдел Харовые водоросли; Отдел Пирофитовые водоросли; Отдел Золотистые водоросли; Отдел Желто-зеленые водоросли; Отдел Диатомовые водоросли; Отдел Бурые водоросли; Отдел Красные водоросли.

5. Лишайники – своеобразная группа симбиотических организмов, в теле которых сосуществуют два организма: водоросль (автотрофный фикобионт) и гриб (гетеротрофный микобионт). Этот единый симбиотический организм имеет свои морфолого-анатомические, физиолого-биохимические и экологические особенности.

6. Вегетативное тело лишайников, как и водорослей, называют слоевищем, или талломом, окраска которого зависит от тех или иных пигментов. Оно представлено разветвленным и разделенным на клетки гаплоидным мицелием.

Наука, изучающая лишайники, называется лихенологией. Существует примерно 18 тыс. видов лишайников. Лишайники широко распространены в природе. Семь видов найдено в Антарктиде. Они живут на самых разнообразных субстратах: на голых скалах, на голой почве, на стволах деревьев, на листьях высших растений, являясь пионерами-почвообразователями. Размеры их – от микроскопических («манна небесная») до десятков сантиметров («бородач» уснея – *Usnea*, рис. 6).

Грибы, входящие в состав лишайников, как правило, относятся к классу аскомицетов, или сумчатых грибов, – *Ascomycetes*. В классе насчитывается более 30 тыс. видов. Среди аскомицетов имеются одноклеточные (дрожжи – роды *Saccharomyces*, *Candida* и др.) и многоклеточные виды (сморчки, строчки, трюфели и др.). Они широко распространены во всех природных зонах. По способу питания это чаще всего сапрофиты.

Грибы в лишайниках представлены тонкими простыми или ветвящимися гифами с двухслойной клеточной стенкой. Некоторые гифы имеют толстую клеточную стенку, способную разбухать и задерживать воду. У лишайников есть специфические для них жировые клетки, или жировые гифы, в которых содержится жир в виде небольших капель. Переплетаясь, гифы гриба образуют ложную ткань – основу разнообразной дифференциации слоевища. Различают три типа слоевищ: накипной, листоватый и кустистый. Между типами существуют переходные формы. Наиболее просто устроены накипные лишайники. Они имеют вид налетов или корочек (например, графис – *Graphis scripta*, см. рис. 6, А), плотно срастающихся с субстратом. Листоватые лишайники имеют форму корочек, розеток, лопастных пластинок (ксантория – *Xanthoria*, см. рис. 6, Б). У кустистых слоевище разветвляется и срастается с субстратом только своим основанием (кладония – *Cladonia*, см. рис. 6, В, цетрария – *Cetraria*, уснея – *Usnea*, см. рис. 6, Г).

По анатомическому строению различают два вида слоевищ: гомеомерный и гетеромерный.

Гомеомерный тип строения слоевища более примитивный: клетки фикобионта (водоросли) распределены равномерно и грибные гифы проходят по всем направлениям, например у видов рода коллема (*Collema*). У слоевищ гетеромерных лишайников (ксантория настенная – *Xanthoria parietina* и гипогимния вздутая – *Hypogymnia physodes*) на поперечном срезе различимы несколько слоев: верхняя и нижняя кора (корковый слой), сформированные плотным сплетением гиф, слой водорослей, рыхло лежащих среди гиф, и далее, внутри, сердце-

вина, составленная из рыхло расположенных грибных гиф с большими пустотами, заполненными воздухом. Из сердцевины через нижнюю кору грибные гифы прикрепляют лишайник к субстрату. Такое строение имеют кустистые лишайники.

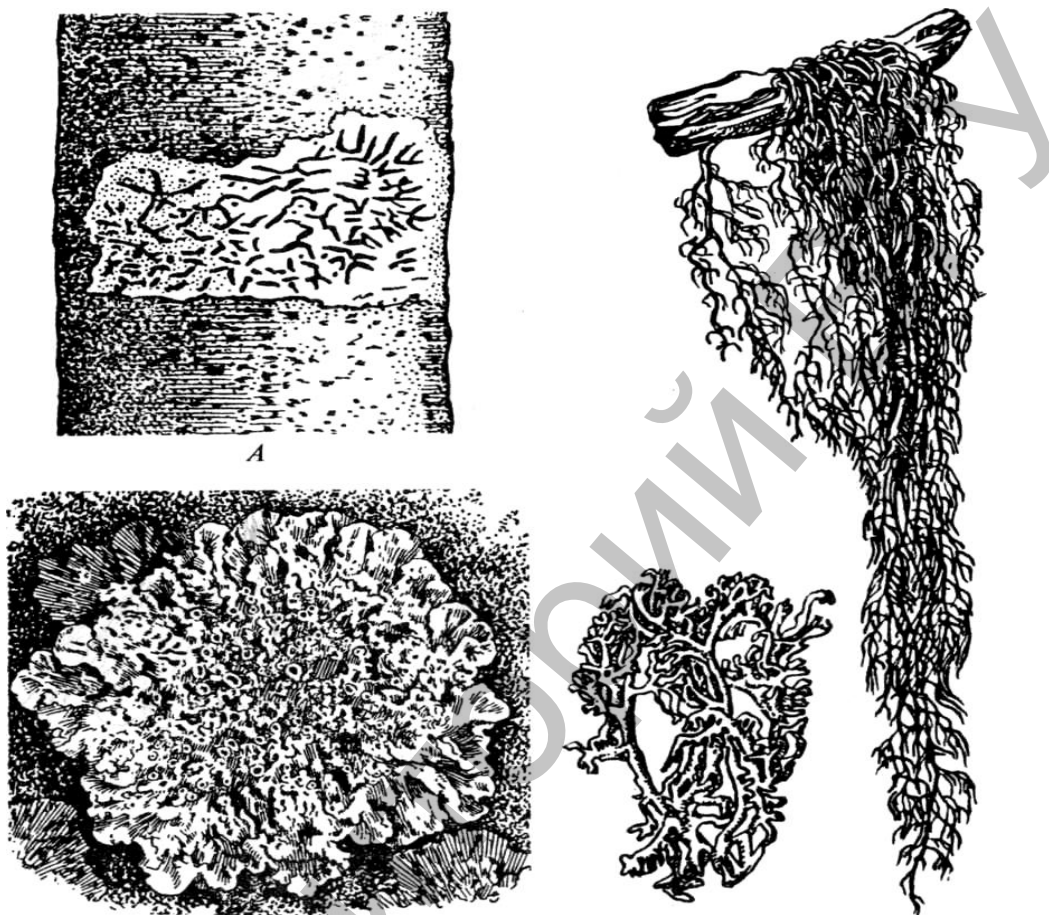


Рис. 6. Типы талломов лишайников:

А – корковый (графис – *Graphis scripta*); Б – листоватый (ксантория – *Xanthoria*); В – кустистый (кладония – *Cladonia*); Г – кустистый (уснея – *Usnea*).

Водоросли, входящие в состав лишайников, в основном из отдела Зеленые (роды требоксия – *Trebouxia*, псевдотребоксия – *Pseudotreboxia* и трентеполия – *Trentepohlid*), реже из отдела Синезеленые (носток – *Nostoc*, анабена – *Anabaena* и др.). Всего в лишайниках выявлено 26–28 родов водорослей. Водоросли, живущие с грибом, значительно отличаются от свободноживущих водорослей: увеличиваются размеры клеток, уменьшается количество отлагающихся запасных питательных веществ, колониальные и нитчатые водоросли часто распадаются на отдельные клетки.

О характере взаимоотношений водоросли и гриба в лишайнике нет единого мнения. Многие авторы, сторонники мутуалистического симбиоза, считают, что между ними существует гармония, приносящая взаимную выгоду. Другие полагают, что существует контроли-

руемый паразитизм гриба на водоросли. Тем не менее лишайник – это единый организм.

Лишайники чрезвычайно выносливы: большинство их выносит полное высыхание. В обезвоженном состоянии влажность слоевища составляет 2–10% от сухой массы. Фотосинтез и питание в это время у них прекращается. Лишайники могут очень быстро поглощать влагу, и их масса может увеличиться от 3 до 35 раз. Считают, что оптимальная для фотосинтеза влажность лишайников – 65–90%. Рост их также, по-видимому, зависит от влажности. Наиболее интенсивно лишайники растут на морских побережьях и в горах при обильных туманах. Они широко представлены в тундре.

Минеральное питание лишайников происходит не только через субстрат, но и из атмосферного воздуха, осадков, пыли.

У лишайников существуют три типа размножения: вегетативное, бесполое и половое. Наиболее часто наблюдается вегетативное размножение (регенерация из отдельных участков слоевища). Попадая в соответствующие условия, участки лишайников могут развить новое слоевище. Многие листоватые и кустистые лишайники размножаются соредиями и изидиями. Соредии состоят из одной или нескольких клеток, оплетенных гифами гриба. Каплями дождя или ветра эти образования уносятся от материнского организма и, попав в благоприятные условия, прорастают в новые слоевища. Изидии – это разнообразные выросты слоевища в виде бугорков, всегда покрытых корой; при отрывании они также уносятся и в благоприятных условиях прорастают в новое слоевище. При бесполом размножении у гриба образуются споры. Половой процесс сходен с половым процессом сумчатых грибов. Лишайники являются индикаторами чистоты воздуха. Они не выносят загрязненности атмосферы, особенно сернистые соединения. Кустистые лишайники наиболее требовательны к чистоте окружающей среды, листоватые могут переносить небольшие загрязнения, а накипные – самые выносливые к загрязнению, однако там, где они встречаются, относительно чистый воздух.

Используются лишайники в рационе человека. Некоторые лишайники применяются как ароматизаторы при выпечке хлеба. В качестве источника витамина С и противовоспалительного средства от пневмонии и других заболеваний дыхательной системы употребляют цетрарию – *Cetraria*. Во время Великой Отечественной войны в СССР разработали способ получения глюкозы из слоевищ лишайников.

Некоторые виды используются в качестве красителей и лакмуса в парфюмерной промышленности. Антибиотические вещества (усниновая кислота) некоторых лишайников используют в медицине. В археологии соредии и изидии лишайников служат индикаторами возраста горных пород.

ПОДЦАРСТВО ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ – ЕМБРИОФИТА. ВЫСШИЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ

1. *Общая характеристика высших растений. Классификация.*
2. *Высшие споровые растения.*
3. *Отдел Мохообразные – Bryophyta.*
4. *Отдел Плауновидные – Lycopodiophyta.*
5. *Отдел Хвощевидные – Equisetophyta.*
6. *Отдел Папоротникообразные – Pteridophyta.*

1. Высшие растения – наиболее дифференцированные автотрофные многоклеточные организмы, приспособленные главным образом к наземной среде.

Тело подавляющего большинства высших растений расчленено на побеги (стебли и листья) и корни. Высшие растения имеют ткани. Формирование тканей – неизбежный результат переселения растений из водной среды на сушу. Питательные вещества всасываются не всей поверхностью растения, как у водных, а специализированными проводящими клетками.

В подцарстве не менее 300 тыс. ныне существующих видов и огромное число вымерших. Известные виды высших растений делят на 9 отделов:

1. Риниевые – Rhyniophyta.
2. Зостерофилловые – Zosterophyllophyta.
3. Моховидные – Bryophyta.
4. Плауновидные – Lycopodiophyta.
5. Псилотовидные – Psilotophyta.
6. Хвощевидные – Equisetophyta.
7. Папоротниковидные – Polypodiophyta.
8. Голосеменные – Gymnospermae, или Pinophyta.
9. Покрытосеменные, или Цветковые, – Angiospermae, или Magnoliophyta.

Риниевые и зостерофилловые полностью вымерли. В остальных отделах есть как вымершие, так и ныне существующие виды. Среди высших растений (за исключением моховидных) спорофит преобладает над гаметофитом. В органах спорофита есть сосуды и трахеиды, поэтому их еще называют сосудистыми растениями (Tracheophyta).

Высшие растения делят на две очень неравные по значению и количеству видов группы – высшие споровые и семенные растения. У выс-

ших споровых гаметофиты и спорофиты – самостоятельные растения (за исключением моховидных, у которых спорофит развивается на гаметофите). Размножаются споровые растения спорами. К споровым относятся все отделы, кроме голосеменных и покрытосеменных растений.

Голосеменные и покрытосеменные – семенные растения, размножающиеся семенами. У семенных растений спорогенез и гаметогенез тесно связаны между собой. В процессе эволюции произошла сильная редукция женского и мужского гаметофита, поэтому редуцированный женский гаметофит (зародышевый мешок) развивается на спорофите, а мужской гаметофит (пылинка) переносится к яйцеклетке целиком. В результате оплодотворения яйцеклетки образуется диплоидная зигота, из которой развивается зародыш, окруженный специальными оболочками, или покровами. Зародыш с покровами образует семя. У голосеменных семена на семенных чешуях лежат открыто, а у покрытосеменных они находятся внутри завязи пестика, образованного одним или несколькими плодолистиками.

Считают, что высшие растения произошли от низших – обитателей водной среды, непосредственно из зеленых и бурых водорослей.

Высшие споровые растения

2. Считают, что высшие споровые растения появились около 415–430 млн лет назад. Существование растений на суше резко отличается от существования в водной среде. Вышедшие на сушу растения оказались в двух средах: воздушной и почвенной. В воздушной среде гораздо больше кислорода, растениям необходимо поддерживать стебель в вертикальном положении, поэтому сначала это были небольшие растения. Почвенная среда отличается иными условиями минерального питания и водоснабжения, и растениям необходимо было выработать специальные приспособления к жизни на суше, особенно для водоснабжения и транспорта питательных веществ, для защиты от высыхания и обеспечения полового процесса.

Первые примитивные высшие растения были дифференцированы на элементарные органы. Растения представляли собой дихотомически разветвленную ось, вверху заканчивающуюся органами спороношения, а снизу – корневищеподобными выростами – ризоидами (прототипы корня) и ризоидами (прототипы корневых волосков). В результате длительного эволюционного процесса у спорофита высших растений появились ассимиляционные органы – листья, стебель, корень.

Листья, по-видимому, выполняли функцию фотосинтеза и спороносную функцию. В дальнейшем одна часть листьев несла ассимиляционную функцию, другая – спороносную. Возможно, из спороносных листьев в процессе эволюции развились стробилы, или шишки, голосеменных и цветков покрытосеменных.

Споры у споровых растений образуются на диплоидном спорофите в многоклеточных спорангиях. Сначала это были одинаковые по размерам споры, а в дальнейшем разные: мелкие – микроспоры, крупные – мегаспоры.

Первые поселенцы суши – представители отдела риниофитов (псилофиты) вымерли в конце силурийского периода, более 415 млн лет назад. Виды риниофитов – влаголюбивые растения, произрастали на заболоченных почвах. Это были невысокие растения, до 50 см в высоту, с диаметром стебля 5 мм. Надземные талломы заканчивались спорангиями, от корневищеобразных ризоидов отходили ризоиды. Отдел включал один класс – риниевые (Rhyniopsida) и два порядка – риниевые (Rhyniales) и псилофитовые (Psilophytales), которые отличались более высокой специализацией.

У представителей отдела зостерофилловых в отличие от риниевых спорангии имели боковое расположение. Это были небольшие дихотомически ветвящиеся растения, похожие на первичные плауновидные растения.

3. Общая характеристика. К отделу относят наиболее просто устроенные ныне существующие высшие растения. Тело представлено талломом или – у листостебельных форм – расчленено на стебель и листья. У листостебельных мхов ассимиляционная, механическая и проводящая ткани более или менее дифференцированы. Корни у мохообразных отсутствуют: к субстрату они прикрепляются с помощью ризоидов. Уникальность этой группы состоит в том, что у мохообразных в цикле развития гаметофит преобладает над спорофитом.

Мохообразные – однодомные или двудомные растения. На разнополюх гаметофитах образуются половые органы: антеридии и архегонии. В антеридиях созревают двужгутиковые сперматозоиды, в архегониях – яйцеклетки. На женском гаметофите после оплодотворения формируется зигота, из которой развивается спорофит, представленный в виде коробочки со спорами. Оплодотворение возможно только во влажной среде. Развитие и питание спорофита – за счет женского гаметофита. Спорофит у мохообразных называется спорогоном и состоит из коробочки и ножки. Нижняя часть ножки расширена и называется гаусторией, ткань которой внедряется в гаметофит. Перед созреванием спор и открыванием коробочки внутри происходит редукционное деление. Высыпавшиеся гаплоидные споры дают начало новому гаплоидному растению.

Протонема – начальная стадия развития гаметофита – представлена в виде нити. Она делится на зеленую ассимиляционную часть – хлоронему и бесцветную подземную часть – ризонему. Эпидерма слоевищных и листостебельных мохообразных лишена кутикулы и

типичных устьиц, в проводящей системе нет ситовидных трубок и трахеид.

Наука, изучающая мхи, носит название бриология. У мохообразных насчитывается примерно от 22 до 27 тыс. видов, из которых более 1500 видов встречаются в России. В основном это низкорослые (от нескольких миллиметров до нескольких десятков сантиметров) многолетние растения влажных местообитаний.

Мохообразные способны аккумулировать многие, в том числе радиоактивные вещества, впитывать и удерживать большое количество воды, в связи с этим они играют большую роль в регулировании водного баланса местности. На сельскохозяйственных угодьях при неправильной агротехнике мхи могут интенсивно разрастаться и резко снижать продуктивность земель, способствуя их заболачиванию, ухудшать внешний вид газонов садов и парков. С другой стороны, разрастание мхов предохраняет почву от эрозии и обеспечивает равномерный перевод поверхностного стока вод в подземный.

Сфагновые мхи (*Sphagnum*) обладают антибиотическими, антисептическими свойствами и применяются в медицине. Так, во время Великой Отечественной войны дефицит ваты заменяли сфагновым мхом, который накладывали на раны. Кроме того, сфагновые мхи – образователи торфяников – источников топлива и органических удобрений.

Происхождение их относят на конец девона – начало карбона.

Согласно современной классификации, отдел Мохообразные подразделяется на три класса – Печеночники, или Печеночные мхи, или Маршанциевые, Антоцеротовые и Листостебельные мхи.

Наиболее распространенный среди всех листостебельных мхов подкласс Бриевые, или Зеленые мхи (*Bryidae*), около 2 тыс. видов встречаются в России. Зеленые мхи – чаще всего многолетние растения от 1 мм до 60 см высотой, зеленой, буровато-красной и даже черной окраски (преобладают мхи с зеленой окраской). Зеленые мхи широко распространены на болотах, в хвойных лесах, на горах и в тундре (мниум точечный – *Mnium punctatum*, фунария гигроскопическая – *Funaria hygrometrica*, плевроциум шребера – *Pleurozium schreberi* и др.). Обычно они растут на почве, на гнилой древесине, на коре, иногда даже на листьях деревьев. Среди них есть и водные обитатели – водный мох фонтиналис (*Fontinalis*).

Представитель подкласса – широко распространенный кукушкин лен обыкновенный – *Polytrichum commune* (рис. 7). Это многолетнее крупное растение до 50 см высоты. Произрастает группами на болотах, в заболачивающихся лесах, особенно хвойных, в долинах рек и т.д. Стебель растения прямостоячий, неразветвленный, густо покрыт многочисленными жесткими линейно-ланцетными листьями. Мох кукушкин лен – растение двудомное. Раздельнополым гаметофитам для

оплодотворения, как и другим мхам, необходима водная среда. После оплодотворения образуется зигота, из которой на женском гаметофите вырастает коробочка со спорами – спорофит. Спорофит сидит на ножке, питается первое время за счет гаметофита. Позднее коробочка с ножкой зеленеет, и спорогоний приобретает способность самостоятельно ассимилировать. Снаружи коробочка покрыта колпачком. После созревания коробочки со спорами внутри нее происходит редукционное деление, крышечка открывается, и споры выбрасываются из коробочки на влажную почву. При благоприятных условиях спора прорастает и из нее развивается нитчатая протонема, которая дает начало новому гаметофиту, женскому или мужскому. Внешне молодые раздельнополюе гаметофиты ничем не отличаются, но физиологически они разные. Гаметофит растет только во влажной среде. Спорофит более приспособлен к жизни в воздушной среде. Благодаря воздушной среде споры не прорастают внутри коробочки.

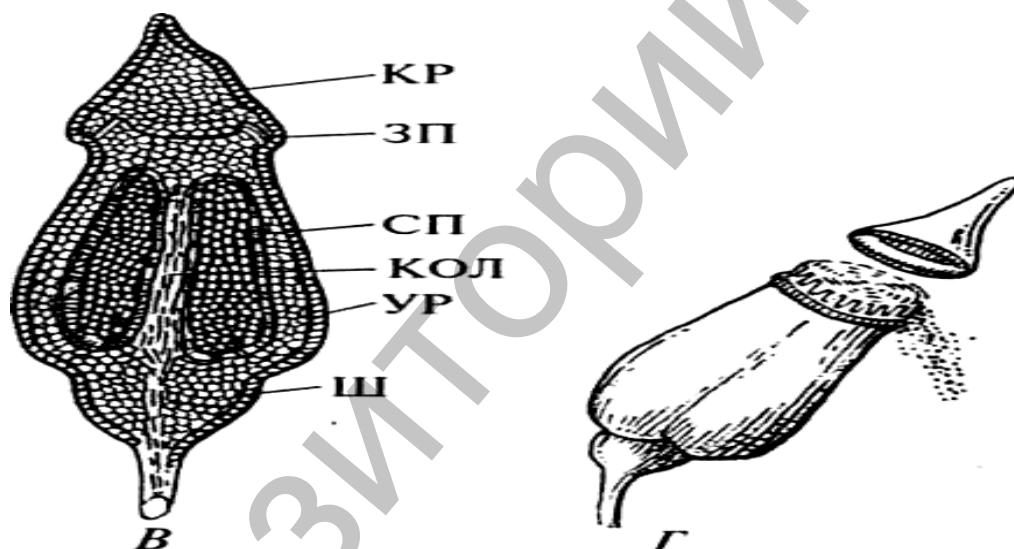


Рис. 7. Кукушкин лен обыкновенный (*Polytrichum commune*):

В – продольный разрез коробочки (УР – урночка, Ш – шейка, КР – крышечка, КОЛ – колонка, СП – спорангий со спорами, ЗП – зубчатый перистом); Г – коробочка с эпифрагмой, закрывающей вход в урночку.

4. Плауновидные – самая древняя группа современных высших растений, ископаемые остатки растений рода плаун (*Lucorodium*) известны с конца силура – начала верхнего девона палеозойской эры (примерно 380 млн лет назад). В палеозое плауновидные процветали, достигали огромных размеров (до 40 м), занимали господствующее положение в растительном покрове Земли. В настоящее время это угасающая группа растений. Все современные плауновидные – травянистые растения численностью примерно 1 тыс. видов. Это самые первые сосудистые растения: кроме хорошо развитых олиствленных побегов у них есть настоящие корни. Для плауновидных характерна

микрофилия, т.е. относительно мелкие размеры листьев. Листья плауновидных возникли как поверхностные выросты на осевых органах, что делает их уникальной группой. Стебель хорошо развит, листорасположение спиральное, супротивное и мутовчатое; ветвление дихотомическое. Молодые побеги нарастают за счет верхушечной меристемы, деятельность которой со временем угасает и поэтому плауновидные ограничены в росте. Плауновидные не имеют главного корня. От подземного корневища отходят придаточные корни.

В жизненном цикле спорофит (взрослое растение) преобладает над гаметофитом. Спорангии у плауновидных формируются на специализированных спороносных побегах – стробилах в виде колосков. Гаметофит небольших размеров называется заростком, который отмирает сразу же, как только из него образуется новый спорофит (рис. 8). Для оплодотворения яйцеклетки необходима водная среда.

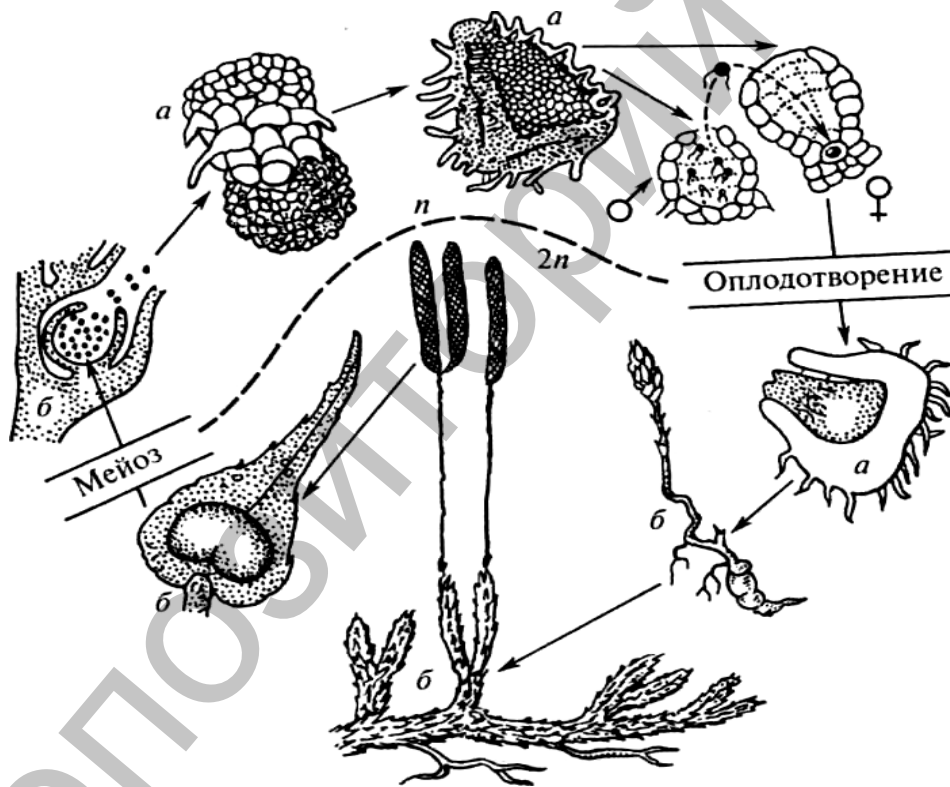


Рис. 8. Чередование поколений в жизненном цикле плаунов (*Lycopodium clavatum*):

а – гаметофит; б – спорофит.

Внутри отдела два класса: Плауновидные (*Lycopodiopsida*) и Полушниковые (*Isoetopsida*).

Класс Плауновые (*Lycopodiopsida*) объединяет равноспоровые растения. Современные плауновые представлены одним порядком (*Lycopodiales*), одним семейством Плауновые (*Lycopodiaceae*) и двумя родами: плаун (*Lycopodium*) и филлоглоссум – *Phylloglossum*.

Типичный представитель зеленомошных хвойных лесов умеренного пояса Северного полушария – плаун булавовидный (*L. clavatum*, рис. 9, А). Это вечнозеленое многолетнее травянистое растение с ползучим стеблем, достигающим 3 м длины. Стебель покрыт мелкими линейно-ланцетными листьями. Прикрепляется к земле боковыми корнями, внешне похожими на придаточные корни, живущими 2–5 лет. От ползучего стебля отходят невысокие вертикальные боковые побеги с дихотомическим ветвлением. На концах боковых побегов расположены спороносные колоски. Колосок состоит из споролистиков (спорофилл), в основании которых находится спорангий со спорами. Споры имеют трехгранную форму. Снаружи они покрыты сетчатым рисунком в результате утолщений стенок спор. При прорастании спор очень медленно (до 18 лет) развиваются обоеполые заростки. Заросток представляет собой беловатый клубенок диаметром до 2 см. На заростке формируются антеридии и архегонии. После оплодотворения из зиготы развивается молодой спорофит – бесполое поколение, на котором впоследствии образуются споры.

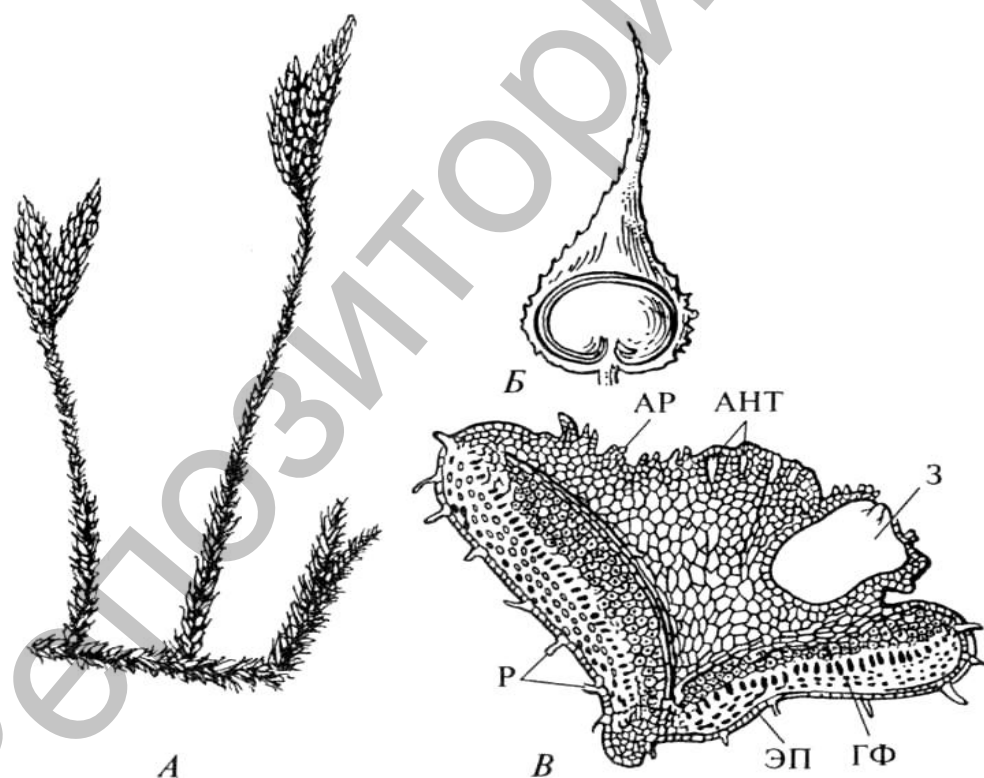


Рис. 9. Плаун булавовидный (*Lucopodium clavatum*):

А – общий вид; Б – спорофилл со спорангием; В – подземный заросток (АНТ – антеридий, АР – архегонии, З – зародыш, ЭП – эпидермис, ГФ – гифы гриба, Р – ризоиды).

Споры плауна используют в медицине для обсыпки пилюль и в качестве детской присыпки. В большом количестве они представляют собой светло-желтый порошок, бархатистый, жирный на ощупь. Этот порошок

предотвращает склеивание пилюль. Таким порошком раньше в металлургической промышленности обсыпали формы при выплавке чугуна.

Класс Полушниковые (Isoetopsida) включает разнospоровые травянистые растения.

Некоторые плауны ядовиты (баранец обыкновенный – *Huperzia selago*).

У некоторых видов в проводящей ткани есть сосуды. Из современно живущих полушниковых в классе два порядка: Селагинелловые (*Selaginellales*) и Полушниковые (*Isoetales*).

5. Ныне живущие хвощевидные, или членистые, представлены многолетними корневищными травами с мутовками бурых редуцированных бесцветных листьев. В прошлом, будучи гигантских размеров, вместе с древовидными папоротниками и лепидодендронами они составляли каменноугольные леса. В конце палеозоя в связи с изменением климата древесные формы вымерли, и в настоящее время в этой группе растений остался только один класс Хвощевые (*Equisetopsida*), один порядок (*Equisetales*), одно семейство (*Equisetaceae*) с одним родом хвощ (*Equisetum*), включающим 25 видов. 12 видов встречаются в России. Проводящая система представлена различными трахеидами и иногда сосудами. Во флоэме есть паренхима и ситовидные элементы. Листья чешуевидные, бурые или желтоватые. Функцию фотосинтеза выполняет зеленый стебель, на верхушке которого вырастает спороносный колосок. Стебли у хвощей умеренных широт не превышают 1 м, у представителей тропиков они достигают 10–12 м при толщине стебля 6–8 см.

В жизненном цикле спорофит преобладает над гаметофитом. Хвощ – равноспоровое растение. Для репродуктивных органов бесполого размножения характерны стробилы в виде колосков на верхушке стеблей. К оси стробил мутовками прикреплены спорангиофоры, которые представляют собой шестиугольные щитки. На внутренней стороне щитков находятся спорангии. При созревании спор щитки подсыхают, разрываются и споры разлетаются. Созревая спора одета двумя оболочками, а снаружи спирально обернута своеобразной лентой – элатерой, способной отгибаться и совершать гигроскопические движения. При подсыхании элатеры раскручиваются и сцепляются друг с другом, образуя своеобразные клубочки спор. Это способствует распространению спор и прорастанию заростков недалеко друг от друга. Заростки обоополые, представляют собой пластинку, прикрепленную к почве ризоидами. Наверху пластинки формируются антеридии и архегонии. Многие виды хвощей проявляют физиологическую разнospоровость, иногда в связи с условиями произрастания, иногда она генетически заложена. После оплодотворения яйцеклетки много-

жгутиковым сперматозоидом в условиях капельно-водной среды из зиготы формируется зародыш, который имеет все зачаточные вегетативные органы. Корешком зародыш внедряется в почву и начинает самостоятельное существование.

Хвоци – сильно разветвленные корневищные растения, в узлах которых иногда развиваются богатые крахмалом клубеньки. От узлов корневища отходят многочисленные придаточные корни.

Хвоци – представители разных растительных сообществ земного шара, но произрастающие в местах достаточного или избыточного увлажнения. Самыми распространенными видами для средней полосы европейской части России являются хвоц полевой (*E. arvense*), хвоц лесной (*E. sylvaticum*), хвоц болотный (*E. palustre*) и др. Хвоц полевой – особо злостный сорняк, однако молодые побеги его используют в медицине как мочегонное средство. Отмершие остатки древних каменноугольных гигантов хвоцевидных дали начало залежам каменного угля.

6. Папоротникообразные – древняя группа высших споровых растений, геологический возраст которых такой же, как и у хвоцевидных. Ископаемые формы известны с девона. Расцвет гигантских древовидных папоротников был в карбоне, остатки которых образовали залежи каменного угля. Предки папоротникообразных точно не установлены, предполагают, что это были риниофиты. В настоящее время известно более 10 тыс. видов, во флоре России насчитывается около 100 видов.

Папоротникообразные в отличие от хвоцевидных имеют крупные листья – вайи, в большинстве многократно рассеченные, перистые; произошли листья в результате уплощения крупных ветвей. Листья длительное время обладают верхушечным ростом, имеют черешок и пластинку. Пластинка листа прикреплена к оси, или рахису, который представляет продолжение черешка и соответствует главной жилке цельного листа. Размеры листьев от 1–2 мм до 10 м в длину. Стебель большинства папоротников короткий, горизонтально расположен в виде корневища, от нижней стороны его отходят придаточные корни. Камбий у папоротников отсутствует, у них нет вторичной древесины, прочность древовидных форм обусловлена склеренхимной обкладкой вокруг проводящих пучков стебля. Склеренхима присутствует и в корнях папоротников.

Папоротникообразные произрастают по всему земному шару, как правило, во влажных местообитаниях. В умеренном климатическом поясе это наземные многолетние (рис. 10) (за исключением сальвинии плавающей – *Salvinia natans*, рис. 11) травянистые растения.



Рис. 10. Травянистые папоротники умеренных широт:

А – страусник обыкновенный (*Matteuccia struthiopteris*); Б – орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum*); В – голокучник трехраздельный (*Gymnocarpium dryopteris*); Г – щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas*).



Рис. 11. Сальвиния (*Salvinia natans*).

Преобладающее большинство папоротникообразных распространено во влажных тропических областях, где встречаются папоротники разнообразной жизненной формы (рис. 12). В горных районах тропиков произрастают древовидные папоротники, в зарослях влажных тропических лесов – папоротники-лианы. В водоемах тропических областей живут плавающие многолетние папоротники. Некоторые древовидные виды папоротников достигают в высоту 20–25 м при толщине ствола 50 см. У древовидных видов папоротников стебель представлен прямостоячим стволом, несущим на верхушке крону листьев.



Рис. 12. Жизненные формы тропических папоротников:

А, Б – эпифитные папоротники – асплениум гнездовой (*Asplenium nidus*) и платициериум (*Platycerium*); В – листовая лиана лигодиум (*Lygodium*); Г – довидная форма альзофила (*Alsophyla*).

В жизненном цикле преобладает спорофит, представляющий собой взрослое многолетнее растение папоротникообразных. Рассмотрим жизненный цикл на примере мужского папоротника (рис. 13). Спорангии развиваются на нижней стороне зеленых листьев на специальных спороносцах – сорусах или на специализированных листьях. Например, у страусника (*Matteuccia struthiopteris*) листья дифференцированы на фотосинтезирующие и фертильные, несущие спорангии. У представителей порядка Ужовниковые (*Ophioglossales*) часть листа выполняет вегетативную функцию, а другая – спороносную, или фертильную. Сорусы могут располагаться одиночно или группами.

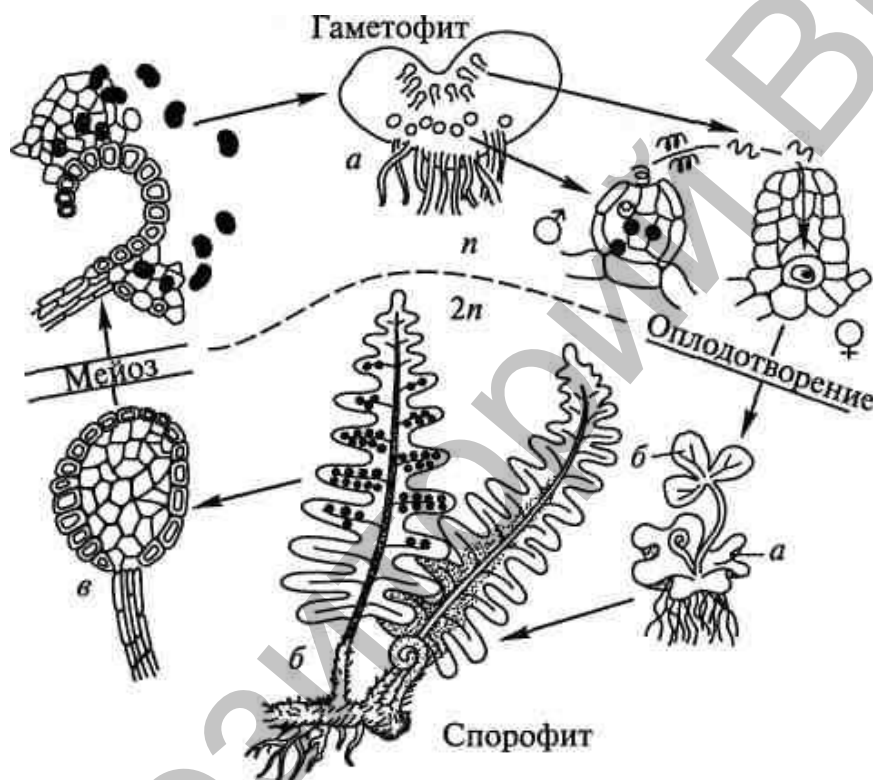


Рис. 13. **Чередование поколений в жизненном цикле папоротников (*Polypodium vulgare*):**

а – гаметофит (заросток); б – спорофит; в – спорангий.

Место прикрепления спорангия к листу называется плацентой. У многих папоротников сорусы состоят из выпуклого ложа – рецептакула, к которому с помощью ножек прикрепляются спорангии. Снаружи спорангии защищены специальными покрывальцами, или индюзиями, сформированными в результате местного разрастания плаценты или разрастания поверхностных тканей листа. При подсыхании спорангия он разрывается в местах тонкостенных клеток. Споры высыпаются, и из них развивается гаметофит в виде заростка. Большинство папоротников – равноспоровые растения. Гаметофиты их обоеполые, зеленые, размером с пятирублевую монету, сердцевидной формы, обитают на поверхности почвы. У некоторых папоротников

гаметофиты лишены хлорофилла и живут под землей. Прикрепляются к субстрату с помощью ризоидов. На нижней, брюшной, стороне гаметофита развиваются архегонии и антеридии. Антеридии находятся у основания пластинки заростка и созревают раньше. Чуть позднее на вершине пластинки развиваются архегонии. Такая неравномерность развития способствует перекрестному оплодотворению. Из оплодотворенной яйцеклетки образуется зигота, которая дает начало диплоидному зародышу, из которого формируется диплоидный спорофит. У разнospоровых папоротников гаметофит, особенно мужской, редуцирован до микроскопических размеров. Папоротники размножаются также вегетативно: с помощью выводковых почек, образующихся на листьях, стеблях и корнях.

Отдел Папоротникообразные делят на 7 классов, из которых до наших дней дожили только представители трех классов: Ужовниковые (*Ophioglossopsida*), Мараттиевые (*Marattiopsida*) и Полиподиевые (*Polypodiopsida*).

Класс Полиподиевые (*Polypodiophyta*) включает три подкласса: Полиподииды (*Polypodiidae*), Марсилеиды (*Marsileidae*), Сальвинииды (*Salviniidae*).

Из подкласса Полиподииды в лесах умеренных широт Европы, Азии и Америки широко распространен папоротник щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas*) (см. рис. 10, Г). Он относится к порядку Полиподиевые, или Настоящие, папоротники, семейству Асплениевые (*Aspleniaceae*), роду щитовник (*Dryopteris*). Растение представляет собой розетку дваждыперисторассеченных листьев, отходящих от толстого ползучего корневища. Молодые листья на концах свернуты в «улитку», растут верхушкой, как и стебель. От корневища отходят придаточные корни.

Стебель снаружи одет эпидермисом, дальше расположена кора. Вдоль стебля тянутся крупные проводящие пучки, более мелкие проходят в листья. Вся система пучков, или стела, похожа на сетку с крупными ячейками, из которых каждая представляет собой прорыв пучка в местах отхождения от него крупного листового следа. Такая проводящая система называется сетчатой, или диктиостелой (диктион – сетка). Основания корневищ молодых папоротников имеют проводящие пучки простого строения, или протостелу. Это одно из доказательств того, что диктиостела произошла от протостелы, свойственной более примитивным папоротникообразным и псилофитовым.

Спорангии, имеющие вид двояковыпуклой линзы, сидят на ножках на нижней стороне листа. Спорангии собраны в сорусы, одетые индузием. При созревании спор и подсыхании тонких стенок индузия стенка спорангия прорывается и споры разбрасываются в разные стороны на расстояние до 1 м.

После прорастания споры образуется заросток сердцевидной формы (см. рис. 13а) диаметром около 1 см. Заросток прикрепляется к

почве с помощью ризоидов, на нем развиваются половые органы: антеридии и архегонии. Оплодотворение происходит в водной среде. Из оплодотворенной яйцеклетки развивается зародыш, который через некоторое время (образование стебелька с листочком и корешка) переходит к самостоятельной жизни спорофита.

В хвойных (особенно сосновых) и лиственных лесах, на горах, вырубках и других сухих и бедных почвах широко распространен орляк (*Pteridium aquilinum*) с крупными длинночерешковыми листьями. Пластинка листа широкотройчаторассеченная, напоминающая со стороны треугольник. В умеренных областях Северного полушария произрастает «кружевной» на вид с сильно рассеченной нежной листовой пластинкой женский кочедыжник (*Athirium filixfemina*), редкий и очень изящный папоротник линнея (*Gymno-carpium dryopteris*) и величественный, похожий на страусово перо страусник (*Matteuccia struthiopteris*) и др.

Подкласс Марсилиевые включает всего около 70 видов разноспоровых водных или прибрежно-водных папоротников, встречающихся в основном в тропических областях земного шара. Несколько видов можно встретить в низовьях р. Волги. В умеренных широтах некоторые виды культивируют в водоемах ботанических садов или любители-аквариумисты.

Подкласс Сальвиниевые состоит из семейства Азолловые и семейства Сальвиниевые (*Salviniaceae*). Род сальвиния (*Salvinia*) включает 8 видов пресноводных, большей частью тропических растений. В Сибири, на Дальнем Востоке, на Кавказе и в Средней Азии встречаются 2 вида сальвинии. Сальвиния плавающая (*S. natans*) – однолетний водный папоротник небольших размеров (15–20 см) со стелющимися по воде побегами (см. рис. 11). В каждой мутовке побега из трех листьев два листа плавающие, один подводный; корней нет. Плавающие листья цельные, покрыты восковым налетом; нижний лист сильно рассеченный, с множеством нитевидных долей, покрытых жесткими волосками, внешне похож на корни. Шаровидные сорусы формируются на коротких черешках подводных листьев. Сальвиния – разноспоровый папоротник. Вегетативное размножение осуществляется за счет отделения боковых побегов, образующихся из почек между листьями. В благоприятных условиях произрастания сальвиния сильно разрастается и мешает хозяйственной деятельности. В умеренных широтах сальвиния часто используется в аквариумоводстве.

Семейство Азолловые (*Azollaceae*) с единственным родом азолла (*Azolla*) включает 6 тропических видов. Особенность азоллы – ее симбиоз с цианобактерией анабеной азоллы (*Anabaena azollae*), благодаря чему папоротник способен усваивать атмосферный азот, а поэтому его используют в качестве зеленого удобрения, особенно в странах Юго-Восточной Азии.

СЕМЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

1. *Общая характеристика.*
2. *Отдел Голосеменные – Pinophyta.*
3. *Отдел Покрытосеменные, или Цветковые, – Magnoliophyta.*

1. Семенные растения существенно отличаются от споровых растений. Общее направление эволюции шло по линии дальнейшего развития спорофита и редукции гаметофита. Семенные растения размножаются семенами, а не спорами. Половой процесс не связан с капельно-жидкой средой, гаметофиты развиваются и проходят полный цикл своего развития на спорофите. В борьбе за существование на суше появление семени имело большое эволюционное значение, так как зародыш находится под покровом оболочек семени и семя в отличие от споры содержит питательные вещества для развития зародыша. Все семенные растения разноспоровые. Микроспоры дают начало мужскому гаметофиту, мегаспоры – женскому. Мегаспоры развиваются в семязачатках, или семязачатках, которые представляют собой мегаспорангии. Семязачаток состоит из нуцеллуса и интегумента, или покрова (одного или двух). Мегаспора постоянно заключена в мегаспорангии (нуцеллус гомологичен мегаспорангии). В мегаспоре развивается женский гаметофит, происходит процесс оплодотворения и формируется зародыш. Со временем семязачаток превращается в семя, внутри которого развивается зародыш. Зародыш семени имеет зародышевый корешок, зародышевые листочки (семядоли) и почечку. Семенные растения представлены двумя отделами: Голосеменные и Покрытосеменные.

2. Голосеменные – древняя группа в основном вечнозеленых растений. Ископаемые остатки голосеменных относятся к верхнему девону палеозойской эры (около 350 млн лет назад), однако расцвет голосеменных приходился на триас, юру и начало мелового периода мезозойской эры. В мезозойскую эру, вероятно, в связи с горообразовательными процессами, местными оледенениями и аридизацией климата появились холодостойкие виды голосеменных, способные существовать в условиях умеренных и умеренно холодных областей Северного полушария. Эти холодостойкие виды впоследствии заняли господствующее положение в сложении растительного покрова. Голосеменные представлены исключительно древесными формами: де-

ревьями, кустарниками и лианами. Листья голосеменных чрезвычайно варьируют по форме, размерам, морфологическим и анатомическим особенностям. По форме листья бывают игольчатые, чешуевидные, перистые и др. Древесина голосеменных хорошо развита, обладает большой механической прочностью.

Размножение осуществляется с помощью семян; у большинства видов они прорастают после периода покоя. У преобладающего большинства видов зародышевый корешок формирует стержневую корневую систему.

У голосеменных семязпочки расположены открыто, отсюда их название.

Голосеменные – разноспоровые растения. Микроспоры формируются в микроспорангиях на микростробилах, а мегаспоры – в мегаспорангиях на мегастробилах. Микро- и мегастробилы прикрепляются к оси, представляющей собой укороченный спороносный побег (стробил), разнообразный у разных видов. Пылинка, или микроспора, – мужской гаметофит, совокупность пылинок называется пыльцой. Мужской гаметофит в пыльцевом зерне сильно редуцирован. Пыльца, как правило, разносится ветром и попадает на семязчаток, расположенный у основания семенной чешуи мегастробила. Внутри семязчатка развивается женский гаметофит, который, как и мужской, сильно редуцирован. Женский гаметофит связан со спорофитом (материнским растением).

Отдел объединяет 6 классов, из которых два вымерли – Семенные папоротники и Беннеттитовые, четыре ныне живут – Саговниковые (Cycadopsida), Гинкговые (Ginkgopsida), Оболочкосеменные (Chlamydospermatopsida) и Хвойные (Pinopsida).

Класс Хвойные (Pinopsida) включает два подкласса: Кордаитовые (Cordaitidae) и Хвойные (Pinidae). Кордаитовые – полностью вымершие растения. Широкое распространение кордаитов приходится на конец карбона – начало перми. Вместе с другими голосеменными они принимали участие в формировании каменного угля. В основном это были крупные деревья до 30 м высотой и до 1 м в диаметре ствола. Кордаитовые образовывали леса на территориях Северного и Южного полушарий.

Подкласс Хвойные наиболее многочисленный среди всех голосеменных растений: включает 7 семейств, 55 родов и около 600 видов; представители подкласса встречаются по всему земному шару, кроме Арктики и Антарктики. Остатки хвойных найдены в горных породах верхнего карбона, расцвета достигли в юрском и меловом периодах.

Современные хвойные – это деревья, кустарники и древесные стелющиеся формы, играющие большую роль в растительном покрове Земли. На обширных территориях Евразии и Северной Америки про-

израстают леса, представляющие собой чистые насаждения одного вида. Так, основным доминирующим видом таежных лесов европейской части России является ель европейская (*Picea abies*).

Среди хвойных есть гиганты растительного мира: секвойя вечнозеленая (*Sequoja sempervirens*), высота которой достигает 100 м, а диаметр ствола 10; мамонтово дерево (*Sequoiadendron giganteum*) с толщиной ствола до 12 м и живущее до 4000 лет; болотный кипарис (*Taxodium mucronatum*) с диаметром ствола до 16 м. Рекордсмен-долгожитель – сосна долговечная (*Pinus longaeva*), возраст ее достигает 5 тыс. лет.

Подкласс включает порядок Хвойные (Pinales) и порядок Тиссовые (Taxales).

Из нынеживущих в порядок Хвойные входят несколько семейств: Араукариевые (Araucariaceae), Таксодиевые (Taxodiaceae), Кипарисовые (Cupressaceae), Подокарповые (Podocarpaceae).

Представители семейства Араукариевые реликтовые; произрастают в Южной Америке, Австралии, на прилегающих к ней островах и на Филиппинах (рис. 14).



Рис. 14. Араукария (*Araucaria*): веточка с мужской шишкой; большая женская шишка.

К семейству Таксодиевые относятся: гигант и долгожитель секвойя вечнозеленая (*Sequoja sempervirens*), произрастающая вдоль тихоокеанского побережья Северной Америки; секвойя-дендрон, или мамонтово дерево (*Sequoiadendron gigantea*), у которого загнутые вверх побеги напоминают бивни мамонта; болотный кипарис, или таксодиум двурядный (*Taxodium distichum*), растущий в пойме р. Миссисипи, отдельные экземпляры которого живут до 6 тыс. лет (рис. 14. Араукария *Araucaria*), и многие другие интересные виды растений (рис. 15).

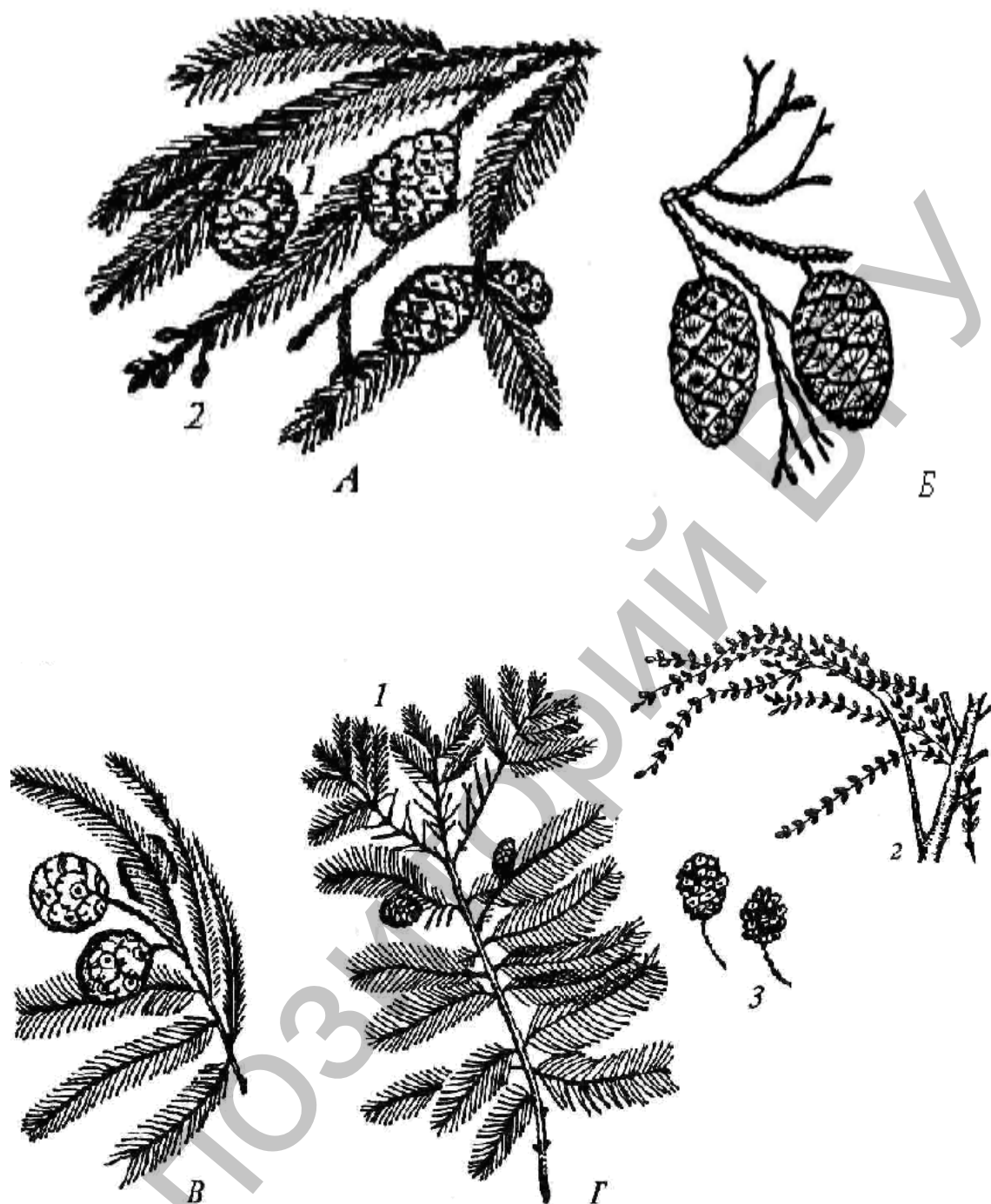


Рис. 15. Таксодиевые (Taxodiaceae):

А – секвойя (*Sequoja*): 1 – женская шишка; 2 – мужская шишка; Б – секвойя-дендрон (*Sequoia-dendron*); В – болотный кипарис (*Taxodium distichum*); Г – метасеквойя (*Metasequoia*): 1 – ветвь с женскими шишками; 2 – ветвь с мужскими шишками; 3 – зрелая шишка.

К семейству Кипарисовые (*Cupressaceae*) относятся 19 родов и более 130 видов, представители Северного и Южного полушарий (рис. 16). В подсемействе Туевые 15 родов, среди которых наиболее широко распространен род туя (*Thuja*) с несколькими видами, произрастающими в Северной Америке и Восточной Азии, кипарис (*Cupressus*) и др. (см. рис. 16, А).

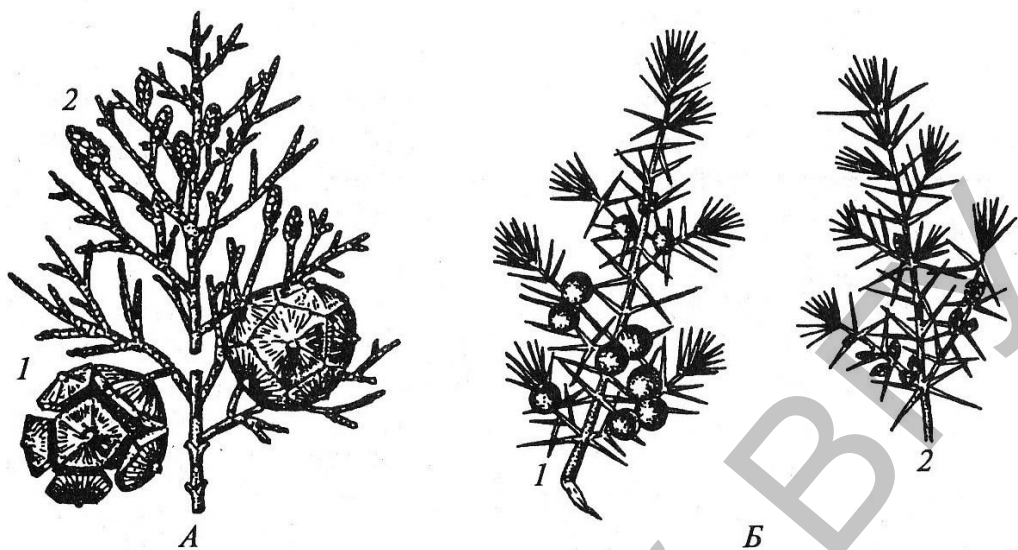


Рис. 16. Кипарисовые (Cupressaceae):

А – кипарис (*Cupressus* sp.): 1 – веточка с женскими шишками; 2 – веточка с мужскими шишками; Б – можжевельник (*Juniperus* sp.): 1 – веточка с женскими шишками; 2 – веточка с мужскими шишками.

Туи – однодомные кустарники или деревья высотой 12–18 м с высококачественной древесиной. Устойчивы к загрязнению воздуха, выделяют целебные эфирные масла, убивающие болезнетворные микробы. Стланиковые кустарники из эндемичного рода микробиота (*Microbiota*), произрастающие на южных склонах Сихотэ-Алиня, широко используются в декоративном озеленении парков и садов нашей страны.

Широко распространены виды рода можжевельник (*Juniperus*) (до 70 видов), встречающиеся от Арктики до субтропиков. Растения представлены невысокими кустарниками до 12 м, деревьями и стланиковыми формами. Широко используются в декоративном растениеводстве. Можжевельники – морозоустойчивые и светолюбивые растения, как правило, двудомные. Некоторые виды обитают в горах на высоте до 4000 м над уровнем моря. Можжевельники очень медленно растут, доживают до 1000 лет. Наиболее широко распространен можжевельник обыкновенный (*J. communis*, рис. 16, Б), произрастающий по всему Северному полушарию. Предпочитает сосняки. Игловидные листья живут до 10 лет. Отличительная особенность можжевельника состоит в том, что после оплодотворения происходит разрастание чешуи, они становятся мясистыми, образуя сочную шишку, называемую шишкоягодой. Древесина можжевельника твердая, смолистая, ароматная, идет на поделки, изготовление карандашей и др. Листья можжевельника выделяют в атмосферу целебные фитонциды, убивающие болезнетворные микробы, тем самым очищая окружающий воздух, однако в условиях крупных городов не живут, так как неустойчивы к дыму.

В семейство Подокарповые (Podocarpaceae) входит до 10 родов и до 140 видов, произрастающих во влажных, тенистых местах в основном Южного полушария.

В порядок Тиссовые по современной систематике включают семейства Тиссовые (Taxaceae) и Сосновые (Pinaceae).

Представители **семейства Тиссовые** произрастают в основном в Северном полушарии. Отличительная особенность растений состоит в том, что на конце побегов одиночных семячатков в окружении разросшейся чашевидной мясистой семенной кожуры находятся кроветельки. Представитель наиболее распространенного рода тисе (Taxus) – тисе ягодный (T. baccata) – дерево высотой до 15–20 м. Произрастает в подлеске широколиственных лесов Средиземноморья, в Крыму, на Кавказе. Живут тиссы до 2–3 тыс. лет. Тисе ягодный очень теневыносливый и медленно растущий вид: прирост за год всего 2–3 см. Тисе ягодный обладает очень ценной, практически не гниющей древесиной. В России тисе ягодный занесен в Красную книгу и объявлен заповедным растением (рис. 17).

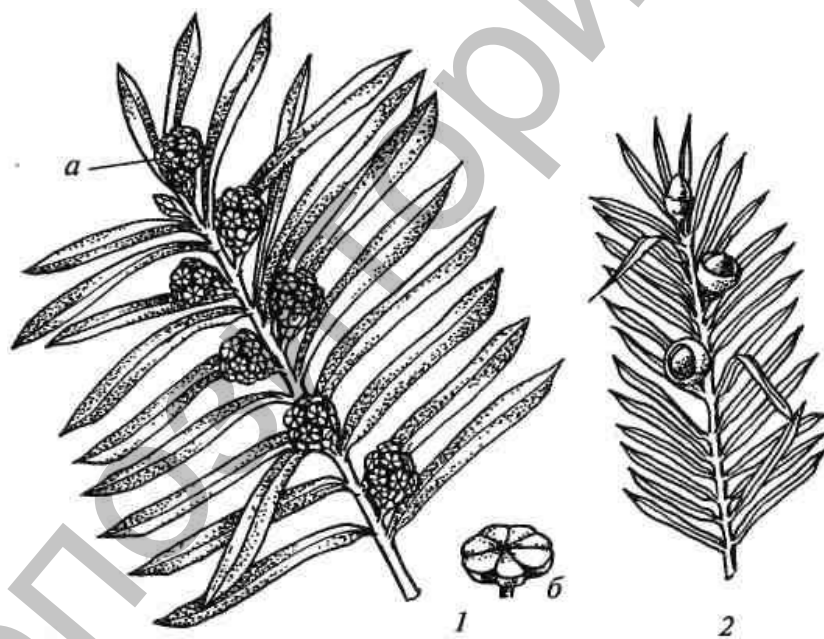


Рис. 17. Тисс ягодный (*Taxus baccata*):

1 – ветвь с микростробилами (а – мужская шишка; б – микростробил); 2 – ветвь с мегастробилами.

Семейство Сосновые (Pinaceae) – самое многочисленное среди всех голосеменных (10 родов с 250 видами). Виды семейства произрастают в Северном полушарии, являясь основными лесообразующими породами умеренных и умеренно холодных областей. Род сосна (*Pinus*) насчитывает 100 видов (рис. 18), роды пихта (*Abies*) и ель (*Picea*) – по 40 – 50 видов (рис. 19, А, Б), другие роды семейства – от 4 до 15 видов.

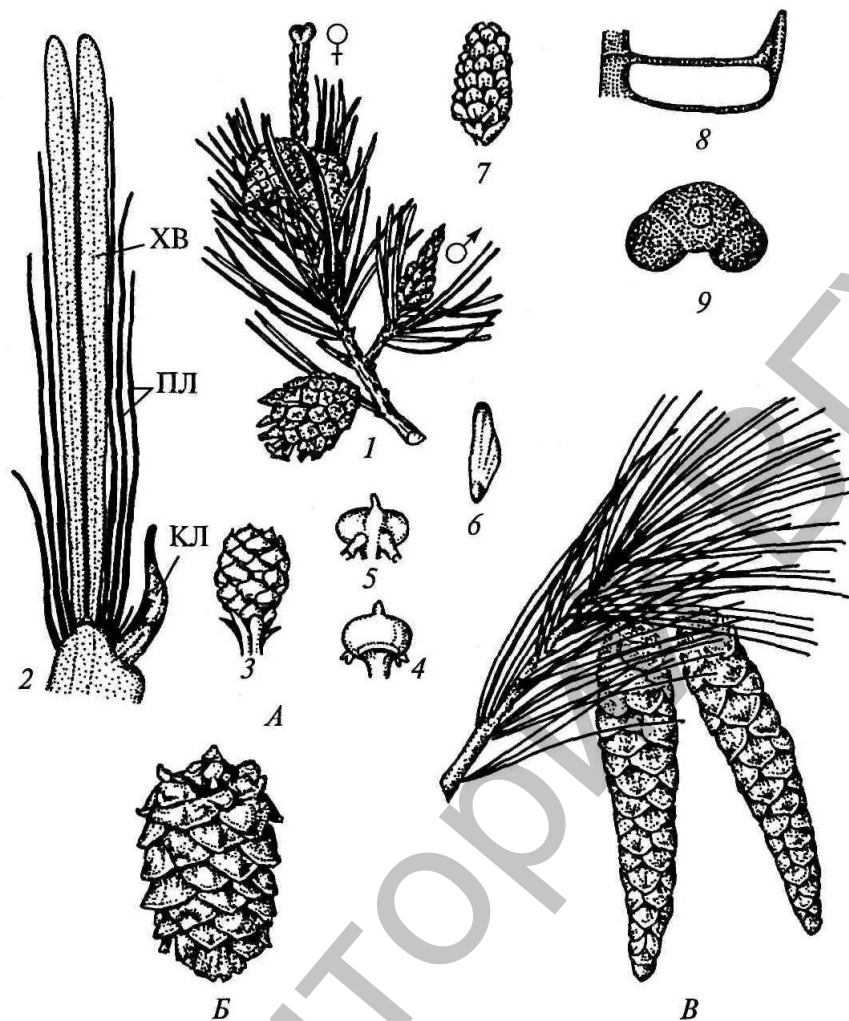


Рис. 18. Сосновые (Pinaceae): А – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*):

1 – ветвь с женскими и мужскими шишками; 2 – укороченный побег в пазухе чешуевидного листа (КЛ – кроющий лист, ПЛ – пленчатые листья, ХВ – хвоинки); 3 – молодая женская шишка; 4, 5 – комплекс кроющей и семенной чешуи с внешней (4) и внутренней (5) сторон; 6 – крылатое семя; 7 – мужская шишка (микростробил); 8 – продольный разрез через спорофилл со спорангием; 9 – пыльнка; Б – шишка сибирской сосны (*P. sibirica*); В – шишка веймутовой сосны (*P. strobus*).

Сосновые – в основном вечнозеленые растения, представлены, как правило, деревьями до 30 м высотой, в среднем живут до 200–400 лет. Среди сосновых встречаются гиганты (лиственница западная – *Larix decidua*, кедр гималайский – *Cedrus deodara*) и долгожители, отдельные экземпляры доживают до 3–4 тыс. лет. Некоторые виды произрастают в форме стланикового кустарника (кедровый стланик – *Pinus pumila*).

Листья большинства сосновых узкие, игольчатые, называемые хвоей. Зимующие почки защищены смолистыми веществами. Некоторые виды имеют удлиненные и укороченные побеги. Древесина с хорошо выраженными годичными кольцами и смоляными ходами. Все сосновые однодомные растения.

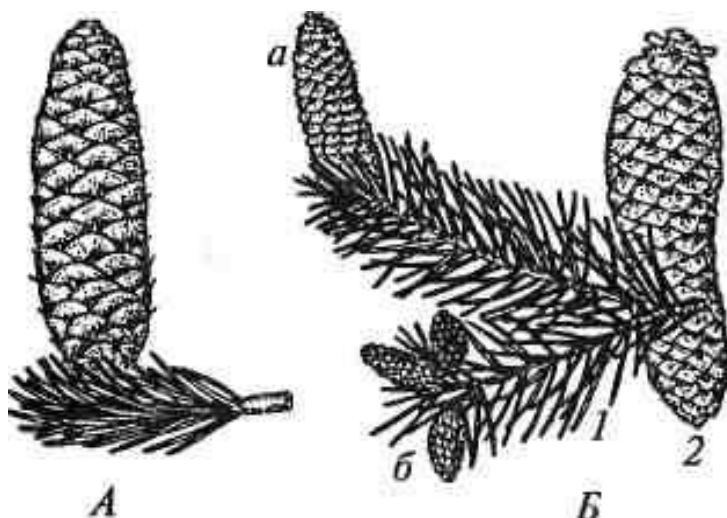


Рис. 19. Сосновые:

А – пихта белая (*Abies alba*), ветвь с женской шишкой;
 Б – ель обыкновенная (*Picea abies*): 1 – ветвь с женской (а)
 и мужской (б) шишками; 2 – зрелая шишка.

Сосновые имеют большое народнохозяйственное значение: высокоценная древесина идет на строительные работы, на изготовление музыкальных инструментов, древесина используется в целлюлозно-бумажной промышленности, за счет выделения фитонцидов (лечебных бактерицидных веществ) представители сосновых играют огромную роль в оздоровлении

окружающей среды, некоторые виды формируют целые природные зоны (еловые таежные леса); кроме того, сосновые имеют большое водоохранное и противозероэрозийное значение.

По наличию и отсутствию укороченных побегов семейство подразделяется на 3 подсемейства: Пихтовые, Лиственничные и Сосновые.

У пихтовых (*Abietinae*) удлиненные побеги и шишки созревают в один год (см. рис. 18). К пихтовым относятся роды пихта, ель, псевдотсуга, тсуга.

Род пихта (*Abies*) включает примерно 40 видов, произрастающих в умеренных и холодно-умеренных зонах Северного полушария. В России широко распространена пихта сибирская (*A. sibirica*). Это высокое дерево (до 50 м) с острой пирамидальной кроной, с плоской, спирально расположенной на побеге хвоей, прямостоячими шишками. Пихта – самый морозоустойчивый, очень теневыносливый вид. В Западной Сибири образует темнохвойные труднопроходимые пихтовые леса. Ценная древесина пихты идет на выработку целлюлозы, смолистую кору используют для получения бальзама. Пихта – индикатор чистоты воздуха. Она не выносит его загрязнения и поэтому в городских посадках встречается крайне редко.

Род ель (*Picea*) насчитывает до 50 видов, также распространенных в Северном полушарии. Для европейской части России характерна ель европейская (*P. abies*, см. рис. 19, Б), для Сибири – ель сибирская (*P. obovata*), Дальнего Востока – ель аянская (*P. ajanensis*), гор Тянь-Шаня и Алтая – ель Шренка, Кавказа – ель восточная (*P. orientalis*). Ель Энгельманна (*P. engelmannii*) и ель канадская (*P. canadensis*) произрастают в Северной Америке, декоративные формы которых известны как «серебряные» и «голубые» ели. Эти два вида елей газо- и

пылеустойчивы. Ели – высокие деревья с пирамидальной кроной, живут в среднем до 150 лет, но бывает и до 900 лет, теневыносливы, корневая система поверхностная. При сильных ветрах ели обычно выкорчевываются с корнем в отличие от сосен, которые ломаются. Листья четырехгранные или плоские, заостренные на вершине, колючие; живут до 5–10 лет, иногда – до 30.

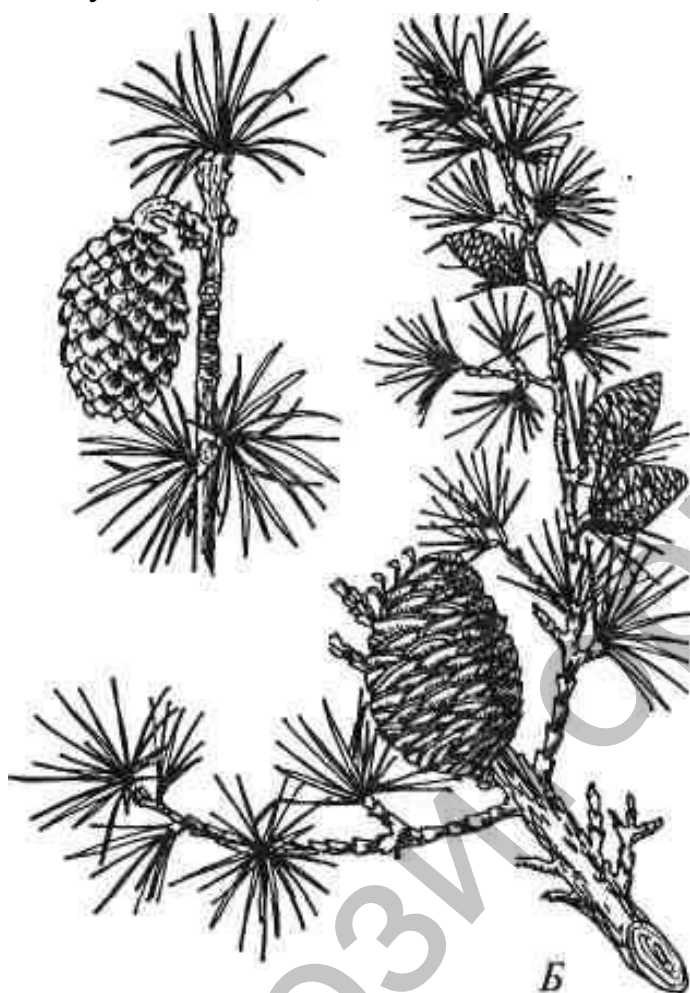


Рис. 20. Сосновые:

ветвь лиственницы западной (*Larix decidua*) с женской шишкой и пучками хвоинок на укороченных побегах; Б – ветвь кедра гималайского (*Cedrus deodara*) с мужскими и одной женской шишками.

Ель – ценная строительная порода, из выдержанной древесины изготавливают музыкальные инструменты; получают высококачественную целлюлозу для лучших сортов бумаги, а также искусственный шелк – вискозу. Ель – одна из необходимых атрибутов новогодних праздников.

Представители родов псевдотсуги и тсуги произрастают в основном в Северной Америке, Японии, Китае и Гималаях. Растения высокие: псевдотсуга – до 50 м, тсуга – до 30 м, обладают ценной древесиной и очень декоративны.

К подсемейству Лиственничные (*Laricoideae*) относятся роды: лиственница (*Larix*), лжелиственница, или золотая лиственница (*Pseudolarix*), и кедр (*Cedrus*, см. рис. 20).

У лиственничных два типа побегов с игольчатыми листьями. У лиственницы на удлиненных побегах листья растут спирально, а на укороченных – пучками по 20–40 хвоинок. Лиственница – светолюбивое холодостойкое растение, нетребовательное к условиям произрастания. Наиболее широко распространены 3 вида: лиственница сибирская (*L. sibirica*), лиственница даурская, или гмелина (*L. gmelinii*), и лиственница американская (*L. laricina*). Высокоценная древесина лиственницы используется в строительстве, идет на изготовление целлюлозы. Лиственница устойчива к загрязнению атмосферы.

Лжелиственница и лиственница – листопадные растения.

Кедр (*Cedrus*) – вечнозеленое теплолюбивое растение с раскидистой зонтиковидной или пирамидальной кроной. В Средиземноморье произрастают кедр атлантический (*C. atlantica*), кедр ливанский (*C. libani*), кедр кипрский (*C. brevifolia*), а в Гималаях – кедр гималайский (*C. deodara*, рис. 20). В высоту кедр достигает 50 м, живут до 1000 лет. Кедровые шишки созревают на 2–3-й год, при созревании рассыпаются. Древесина кедра высоко ценится в строительстве, кедровые орешки обладают высокими питательными и целебными свойствами.

К подсемейству Сосновые относится один род – сосна. В России широко распространена сосна обыкновенная (*P. sylvestris*), хвоинки которой собраны в пары. Особенности строения и размножения голосеменных рассмотрим на этом примере.

У сосны два типа побегов; причем на удлиненных побегах располагаются чешуевидные листья, выполняющие функцию почечных чешуи, в пазухах которых закладываются почки и весной текущего года из них формируются укороченные побеги с несколькими хвоинками. На вершине удлиненных побегов из пазушных почек весной вырастают удлиненные боковые побеги в виде мутовок. В основании удлиненных побегов образуются мужские шишки – микростробилы; женские шишки развиваются на вершине удлиненного побега в год его образования. Мужские шишки окрашены в желтый цвет, женские – в буро-красный. Каждая шишка состоит из оси с прилегающими к ней кроющими чешуями, в пазухе которых располагаются семенные чешуи. На верхней стороне семенных чешуи формируются по 2 семязачатка. Основную ткань семязачатка образует нуцеллус. Нуцеллус снаружи почти полностью окружен интегументом. Оставшееся отверстие на вершине нуцеллуса называется пыльцевходом, или микропиле. Через него проросшая пыльца попадает на верхушку нуцеллуса, на котором вскоре выделяется одна более крупная материнская клетка – мегаспора. В результате редукционного деления в материнской клетке – мегаспоре – образуются четыре гаплоидные клетки. Три из них, что у микропиле, отмирают, а нижняя сильно разрастается и начинает делиться. Из этой клетки развивается женский заросток – гаметофит – с запасом питательных веществ в специальной ткани – эндосперме.

В верхней части заростка формируются два сильно редуцированных архегония, в которых находятся хорошо развитая яйцеклетка и над ней мелкая брюшная канальцевая клетка. При опылении пыльца попадает на семязачатки, а потом через микропиле – в пыльцевую камеру. После опыления начинает медленно прорастать пыльцевая трубка, а оплодотворение происходит только весной следующего года. Экзина пылинки лопается, и вегетативная клетка, окруженная интиной, преобразуется в пыльцевую трубку, внедряется в ткань нуцеллуса и растет по направлению к архегониям. Антеридиальная клетка

пылинка делится на сперматогенную клетку и клетку-ножку. Сперматогенная клетка делится еще на две клетки, образуя два спермия без жгутиков. Затем пыльцевая трубка лопаётся и её содержимое изливается: один из спермиев сливается с яйцеклеткой и оплодотворяет её, другой спермий с остатками вегетативной и клетки-ножки разрушается. Из образовавшейся зиготы начинает развиваться зародыш. Часть питательных веществ эндосперма идет на его развитие, а часть сохраняется в семени для прорастания проростков.

Сформированный зародыш состоит из зародышевых корешка и стебелька, несущего от 3 до 15 семядолей. Семяпочка после оплодотворения превращается в семя. Снаружи семя покрыто кожурой – видоизмененным интегументом. К этому моменту шишка увеличивается в размерах примерно в два раза и становится зеленого цвета. Семена созревают осенью второго года, а высыпаются в конце зимы третьего года. Шишки приобретают коричневый цвет, кроющиеся чешуи раскрываются и семена выпадают. Чередование поколений в жизненном цикле представлено на рис. 21.

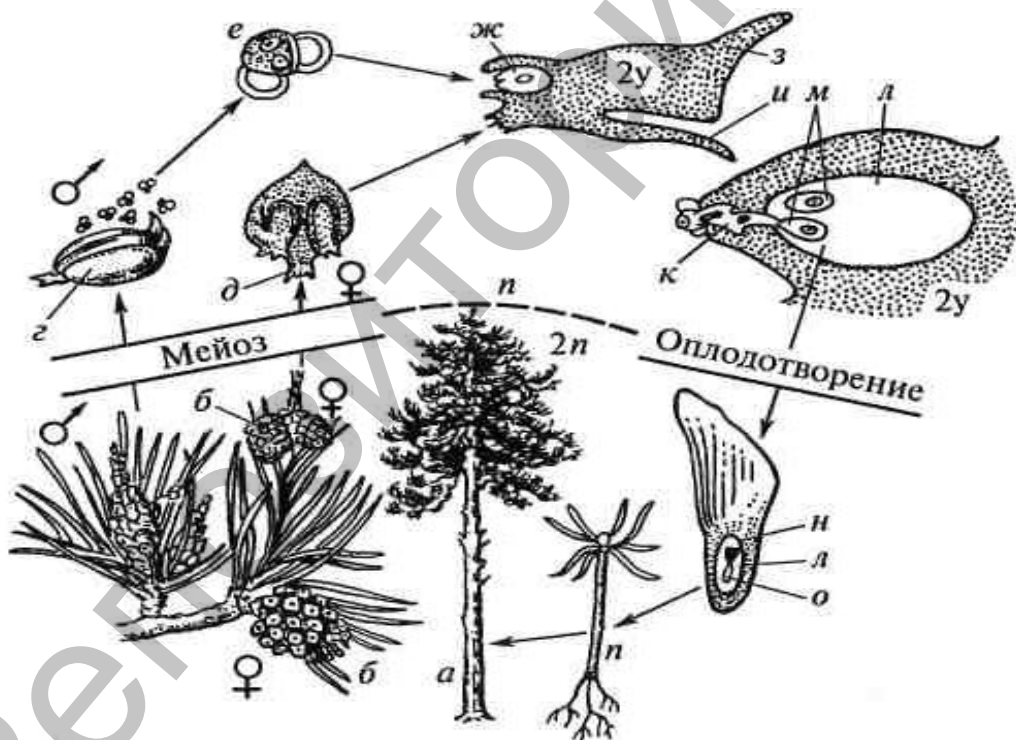


Рис. 21. **Чередование поколений в жизненном цикле голосеменных на примере сосны обыкновенной:**

а – взрослый спорофит; б – женская шишка (зрелая и незрелая); в – мужская шишка; г – микроспорофилл с микроспорангиями, рассеивающими пыльцевые зерна; д – мегаспорофилл (семенная чешуя) с мегаспорангиями (семязачатками); е – пыльцевое зерно с развивающимся мужским гаметофитом, состоящим на этой стадии из двух клеток; ж – семязачаток, в котором мегаспора начинает развиваться в женский гаметофит; з – семенная чешуя; и – кроющаяся чешуя; к – зрелый мужской гаметофит, представленный пыльцевой трубкой с четырьмя ядрами, одно из которых выполняет роль гаметы; л – женский гаметофит (превращающийся позднее в гаплоидный эндосперм); м – архегонии со сформировавшейся яйцеклеткой (из которых развивается только один); н – семя, снабженное летучкой (в разрезе); о – зародыш; п – проросток.

Сосна обыкновенная широко распространена в европейской части России, Сибири, на Дальнем Востоке. Сосновые почки используют в медицине. Сосна выделяет целебные фитонциды (летучие вещества), которые убивают болезнетворные микробы, особенно туберкулезную палочку. Сосна чувствительна к пылевому и газовому загрязнению атмосферы, поэтому в крупных промышленных городах ее выращивать нецелесообразно. Из сосны получают хвойные экстракты, используемые для лечебных ванн. В хвое сосны содержится витамин С; настои хвои применяют для профилактики авитаминоза С и пародонтита. Сосну используют для производства скипидара, канифоли, камфоры и др. За счет плотности и других ценных качеств древесины сосну широко используют в жилищном строительстве, кораблестроении, столярном и мебельном производстве и в шахтах в качестве крепящего материала.

3. Покрытосеменные, или Цветковые, – наиболее высокоорганизованные растения. Это самый большой отдел высших растений, насчитывающий более 350 семейств, 13 тыс. родов и до 240 тыс. видов. Цветковые распространены по всему земному шару. Это самый «молодой» в геологическом масштабе времени отдел (происходят с юрского периода). Большое разнообразие и массовое развитие представителей отдела приходится на середину мелового периода (примерно 120 млн лет назад). Большинство систематиков считают, что цветковые произошли от одного предка, другие – от различных групп древних растений. Наиболее вероятным предком цветковых считаются вымершие беннеттитовые. Предполагается, что родиной первых цветковых растений была Юго-Восточная Азия. На суше они доминируют среди других отделов растений, составляя основу большинства экосистем. Цветковые – важнейший компонент биосферы, без них невозможна жизнь многих наземных животных и человека. Они составляют среду обитания для многих животных. Благодаря своей удивительной эволюционной пластичности, цветковые освоили широчайший спектр местообитаний на суше, а десятки видов сумели вторично освоить океан.

Цветковые разнообразны по жизненным формам и размерам. Самое маленькое цветковое растение – ряска малая (*Lemna minor*) в диаметре едва достигает 1,5 мм, а высота гигантских эвкалиптов 100 м и более. Длина тропической древовидной лианы – ротанговой пальмы свыше 300 м!

Преобладающее большинство цветковых – автотрофные растения, но среди них встречаются: паразиты, полностью утратившие хлорофилл и способность к фотосинтезу: повилика европейская (*Cuscuta europaea*), заразиха пурпурная (*Orobanchе purpurea*), петров крест че-

шуйчатый (*Lathraea squamaria*) и др.; полупаразиты, частично питающиеся за счет корневой системы растения-хозяина: погребок малый (*Rhinanthus minor*), марьянник дубравный, или иван-да-марья (*Melampyrum nemorosum*) и др. Среди цветковых есть такие жизненные формы, как эпифиты, живущие на ветвях других растений; эпифимы, живущие на листьях других растений; деревья, кустарники, кустарнички, травы (однолетние, двулетние и многолетние); насекомоядные и др. В процессе эволюции цветковые приобрели разнообразные приспособления к опылению насекомыми.

Отдел Покрытосеменные делится на классы: Двудольные (*Dicotyledoneae*) и Однодольные (*Monocotyledoneae*).

Основные особенности классов Двудольных и Однодольных растений:

Двудольные:

- зародыш с двумя семядолями. Семядоли с тремя главными проводящими пучками;
- листья простые и сложные, разделены на черешок и пластинку;
- жилкование листьев перистое или пальчатое;
- характерен вторичный рост осевых органов за счет деятельности камбия; проводящая система стебля в виде цилиндра с открытыми проводящими пучками; есть флоэмная паренхима; кора и сердцевина хорошо дифференцированы;
- зародышевый корешок обычно развивается в главный корень, от которого отходят боковые корни; корневая система стержневая;
- цветки большей частью пяти-, реже четырехчленные;
- древесные или травянистые растения.

Однодольные:

- зародыш с одной семядолей. Семядоли с двумя главными проводящими пучками;
- листья простые, не расчленены на черешок и пластинку;
- жилкование листьев параллельное или дуговидное;
- отсутствие камбия и вторичного роста; проводящая система в виде отдельных закрытых беспорядочно расположенных в стебле пучков; флоэмная паренхима отсутствует; кора и древесина выражены нечетко;
- зародышевый корешок рано отмирает, заменяясь придаточными корнями; корневая система мочковатая;
- цветки обычно трехчленные, иногда иные, но никогда не бывают пятичленными;
- травы или вторично древовидные формы.

ГЕНЕРАТИВНЫЕ ОРГАНЫ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ

1. *Цветок.*
2. *Опыление.*
3. *Оплодотворение.*
4. *Образование семени.*
5. *Соцветия.*
6. *Плоды.*
7. *Семя и проросток.*

1. Цветок – это неветвящийся генеративный побег с ограниченным ростом, на котором развиваются органы спороношения. Образующиеся споры прорастают здесь же, не покидая спорангиев. В цветке осуществляется половой процесс.

У цветка различают его осевую часть – цветоножку, цветоложе и боковые выросты – чашелистики, выше их – лепестки, далее – тычинки и плодолистики (или плодолистик), образующие один (при сростании) или несколько пестиков. При наличии в цветке одного плодолистика развивается и один пестик. Чашелистики составляют чашечку цветка; лепестки – его венчик. Чашечка и венчик образуют околоцветник. Совокупность тычинок в цветке называют андроцеом; совокупность плодолистиков – гинецеом. Тычинка состоит из тычиночной нити и пыльника, две половинки которого соединены связником; пестик состоит из завязи, столбика и рыльца; в случае недоразвития столбика рыльце называют сидячим (мак).

Околоцветник защищает тычинки и пестики, с которыми непосредственно связано спороношение и образование гамет. Особенно отчетливо защитная роль чашечки заметна в период бутонизации. Венчик, кроме того, благодаря яркости окраски лепестков хорошо заметен на расстоянии, и этим обеспечивается привлечение насекомых-опылителей. Этому же назначению служат нектарники – специальные железки, которые могут развиваться на разных частях цветка. В нектарниках вырабатывается сладкий сок – нектар.

Если цветок образуется в пазухе листа, то этот лист называют кроющим по отношению к цветку. Цветок располагается на цветоножке, на которой могут быть один-два (реже больше) прицветника. Если цветоножки нет, цветок называют сидячим. Кроющие и прицветные листья – это листья верховой формации; они обычно отличаются от срединных гораздо меньшими размерами, особенно прицвет-

ники, и нередко иной окраской. Иногда кроющие листья или часть из них могут быть зелеными и достаточно крупными. Возможна полная или частичная редукция верховых листьев.

Цветки разных видов растений разнообразны по числу частей цветка, характеру их расположения на цветоносе, размерам и форме одноименных частей, наличию или отсутствию срастания между отдельными членами цветка, общей форме цветка, характеру симметрии и т.д.

Цветоносе, на котором размещаются части цветка, может быть выпуклым, конусовидным (мышехвостник), или чрезвычайно укороченным и плоским (первоцвет), или даже вогнутым (шиповник). Части цветка на цветоносе располагаются по спирали (спиральный цветок купальницы) или кругами (круговой цветок гвоздики). Могут быть цветки спирально-круговые, когда одни части цветка располагаются по кругу, а другие – по спирали (лютик).

Если околоцветник представлен чашечкой и венчиком, его называют двойным (шалфей, мак). Околоцветник называют простым чашечковидным, если он состоит из однородных зеленоватых листочков (манжетка); если все листочки околоцветника ярко окрашены, то его называют простым венчиковидным (ветреница, ландыш.). В случае отсутствия околоцветника образуются голые цветки (белокрыльник, ива). Чашечку, состоящую из свободных чашелистиков, называют раздельнолистной; если чашелистики срастаются друг с другом, образуется сростнолистная чашечка. Венчик также может состоять из свободных лепестков (раздельнолепестный венчик) или сросшихся (сростнолепестный венчик). Нередко срастаются между собой тычинки (горох) и часто – плодолистики.

Срастаться могут части цветка, принадлежащие к разным кругам. Наблюдается срастание тычинок с венчиком (первоцвет, медуница, незабудка). Нередки случаи срастания пестика на уровне завязи с основаниями тычиночных нитей, которые, в свою очередь, срослись с окружающими их лепестками, а последние – с чашелистиками. Таким образом, завязь пестика оказывается не только прикрытой, но и сросшейся боковыми стенками с другими частями цветка. Такая завязь получила название нижней, ибо внешне создается впечатление, как будто части цветка – чашелистики, лепестки, тычинки – располагаются над завязью, хотя истинное их прикрепление к цветоносу находится под завязью (яблоня, ятрышник, черника, брусника, смородина). Нижняя завязь образуется и в случае вогнутого цветоноса. Завязь оказывается как бы погруженной в цветоносе, края которого срастаются с ее стенками. Последний случай возникновения нижней завязи более редкий. Если завязь пестика свободна и не срастается боковыми стенка-

ми с другими частями цветка, она называется верхней, хотя и может быть погружена в бокаловидное углубление, образованное цветоложем или сросшимися друг с другом частями околоцветника и тычинок или одновременно теми и другими частями цветка (вишня, шиповник).

Цветки называют обоеполыми при наличии тычинок и пестиков (или пестика) или однополыми в случае отсутствия тычинок (в женских цветках) или пестика (в мужских цветках). Если однополые цветки образуются на одной особи, то растение называют однодомным (кукуруза, лещина, береза, дуб, ольха). У двудомных растений мужские и женские цветки находятся на разных экземплярах (конопля, крапива двудомная, ива). Могут быть на одном растении разные цветки: обоеполые, женские и мужские (банан).

Принято различать правильные цветки (актиноморфные) и неправильные (зигоморфные). Правильным называют цветок, если через него можно провести несколько плоскостей симметрии (гвоздика, ясколка, первоцвет); через неправильный цветок можно только одну плоскость симметрии (шалфей, горох, фиалка). У некоторых растений (валериана, канна) цветки несимметричные и цветок нельзя разделить на зеркально одинаковые две части.

Образование спор и их прорастание в цветке. Каждая половинка пыльника имеет обычно два пыльцевых гнезда (рис. 22). В этих гнездах из спорообразующей ткани после деления ее клеток образуются споры, получившие название микроспор. Следовательно, пыльцевые гнезда одновременно являются и микроспорангиями – органами, в которых образуются микроспоры. Исходные для микроспор клетки делятся таким образом, что происходит редукция числа хромосом. Поэтому в ядрах спор набор хромосом гаплоидный. Каждая спора имеет две оболочки: наружную и внутреннюю.

У цветковых растений микроспоры не покидают материнской особи, а начинают прорастать внутри микроспорангия (пыльцевого гнезда), где они образовались. Клетка микроспоры делится, и в результате развивается пылинка, или пыльца, состоящая из двух клеток – вегетативной и генеративной (например, у представителей семейства лютиковых) или из трех – вегетативной и двух спермиев, образовавшихся в результате деления генеративной клетки (например, у представителей семейства злаковых). Клетки пылинки находятся под оболочками, покрывавшими прежде спору. На более мощной наружной оболочке пылинки имеются всякого рода скульптурные образования: шипики, бугорки, зубчики, валики и т.п. Форма пылинки и структура ее оболочки являются постоянными для данного вида растения.

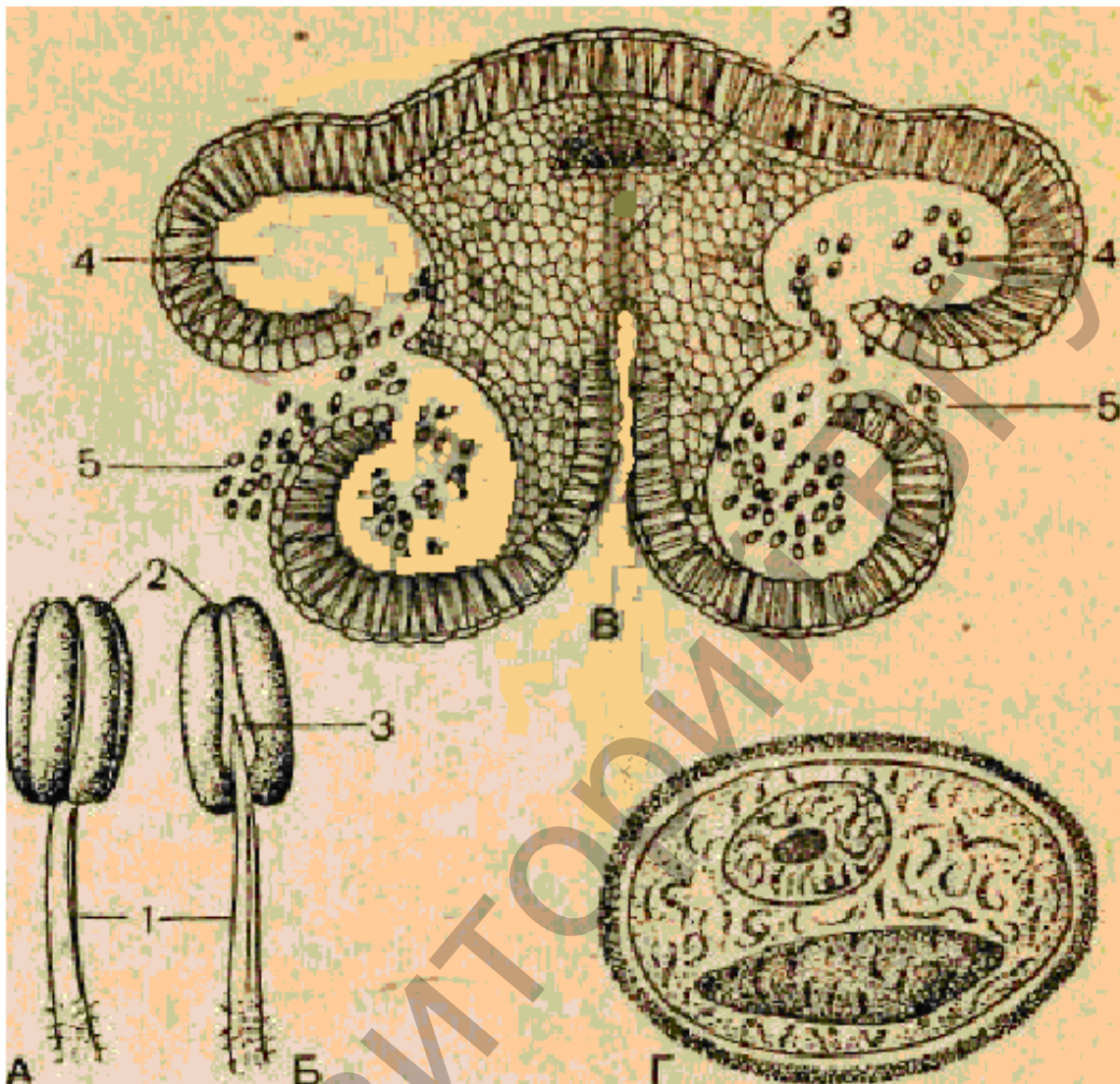


Рис. 22. Строение тычинки и пылинки:

А, Б – тычинки (вид с разных сторон); В – поперечный срез через вскрывшийся пыльник;
 Г – пылинка в разрезе (видны ядра вегетативной и генеративной клеток);
 1 – тычиночная нить; 2 – пыльник; 3 – связник; 4 – пыльцевые гнезда; 5 – высыпающаяся пыльца.

Внутри завязи образуется одна или несколько семяпочек (или семязачатков), каждая из которых прикрепляется к стенке завязи семяножкой. В семяпочке различают ее внутреннюю часть (нуцеллус) и наружную (интегумент – один или два покрова). Покровы на вершине семяпочки не смыкаются, и оставшееся отверстие называют пыльцевходом (или микропиле). В нуцеллусе развиваются 1–2 (иногда и больше) спорообразующие клетки. Начало спорам обычно дает одна клетка. Ее деление сопровождается редукцией числа хромосом, и возникает 4 мегаспоры, но полного развития достигает одна. Мегаспора прорастает в семяпочке, и образуется зародышевый мешок. В результате ряда последовательных делений ядра мегаспоры возникает восемь ядер. Два ядра из восьми сливаются, образуя диплоидное вто-

ричное ядро зародышевого мешка. Три гаплоидные клетки, из которых одна является яйцеклеткой (женской гаметой), располагаются в зародышевом мешке ближе к пыльцевходу, а три другие (антиподы) – на противоположной стороне.

2. Созревшие пыльники вскрываются, и из пыльцевых гнезд высыпается пыльца. К моменту созревания яйцеклетки на рыльце пестика нередко выделяется липкая жидкость, задерживающая попавшие на нее пылинки. Перенос пыльцы на рыльце пестика носит название опыления. Различают самоопыление, когда в обоеполых цветках пыльца попадает на рыльце пестика того же цветка, и перекрестное опыление, когда пыльца попадает на рыльце пестика другого цветка. Перекрестное опыление биологически более совершенно, так как в последующем происходит соединение гамет, развившихся в разных цветках или даже на разных экземплярах и, следовательно, имеющих несколько различные наследственные задатки. Возникающее потомство обладает более широкой амплитудой приспособительных свойств и признаков, чем при самоопылении. Поэтому перекрестное опыление широко распространено в мире растений.

Пыльца при опылении переносится ветром, насекомыми, птицами, водой. У растений, опыляемых насекомыми, цветки с ярким околоцветником и нередко имеют сильный запах; то и другое указывает насекомым местонахождение нектара и пыльцы, ради чего они и посещают цветки. Благодаря выростам на наружной оболочке пылинки прилипают к телу насекомого; нередко пыльца бывает клейкая. Перелетая с цветка на цветок, опылители переносят пыльцу. И в строении околоцветника, и в расположении частей цветка можно встретить самые разнообразные приспособления к более надежному перекрестному опылению.

В тропиках переносчиками пыльцы нередко являются мелкие птицы (колибри, медососы и др.), посещающие цветки ради нектара.

У ветроопыляемых растений вырабатывается огромное количество мелкой сухой пыльцы, легко подхватываемой ветром. Их цветки невзрачные, с чашечковидным околоцветником или голые, небольших размеров, собраны в соцветия. Пыльники нередко располагаются на вытянутых тычиночных нитях и свободно на них раскачиваются; рыльце пестика опушено волосками, способствующими улавливанию и задержанию пыльцы. Ветроопыляемыми растениями являются: конопля, крапива, рожь, кукуруза, дуб, осина, тополь и др. Нередко в лесу многие древесные и некоторые кустарниковые растения цветут весной до разворачивания вегетативных почек (ольха, береза, лещина,

ясень и др.) или цветение их совпадает с началом появления листьев (дуб). В это время, когда кроны листопадных деревьев лишены листвы, пыльца беспрепятственно переносится потоками ветра. Повислые сережки мужских цветков у березы, ольхи, лещины и других растений легко раскачиваются и рассеивают пыльцу.

У одних видов при самоопылении семена не образуются (рожь, клевер, капуста), у других самоопыление является обычным (овес, горох, рис), а у многих самоопыление совершается в конце цветения в том случае, если перекрестное опыление почему-либо не произошло.

Есть растения, у которых развиваются двоякого рода цветки: одни из них раскрываются, имеют ярко окрашенный околоцветник; другие цветки всегда остаются закрытыми, но в них происходит самоопыление. Такие самоопыляющиеся закрытые цветки получили название клейстогамных. Интересный и загадочный случай представляют растения, у которых плоды и семена развиваются только в клейстогамных цветках, а яркие их цветки оказываются стерильными, в них отсутствуют тычинки и пестики, например, у фиалки удивительной.

3. Пылинка, попавшая на рыльце созревшего пестика, прорастает. Ее вегетативная клетка растет, внедряется в ткани пестика и, сильно вытягиваясь в пыльцевую трубку, дорастает до зародышевого мешка внутри семязачатка. По вытягивающейся пыльцевой трубке перемещаются спермии, если они уже были в пылинке, или генеративная клетка. В последнем случае содержимое генеративной клетки делится и образуются две мужские половые клетки – спермии. В зародышевом мешке пыльцевая трубка разрывается, и из нее выходят гаметы. Один из спермиев сливается в зародышевом мешке с яйцеклеткой, а другой – с диплоидным центральным ядром. Процесс слияния мужской (спермия) и женской (яйцеклетки) гамет называют оплодотворением. Слияние одной мужской гаметы с яйцеклеткой, а другой – с центральным ядром называют двойным оплодотворением. После слияния мужской и женской гамет образуется новая клетка – зигота – первая клетка нового организма.

Двойное оплодотворение характерно только для покрытосеменных растений. Честь открытия этого процесса принадлежит отечественной науке, и впервые двойное оплодотворение было описано профессором С.Г. Навашиным в 1898 г. (рис. 23).

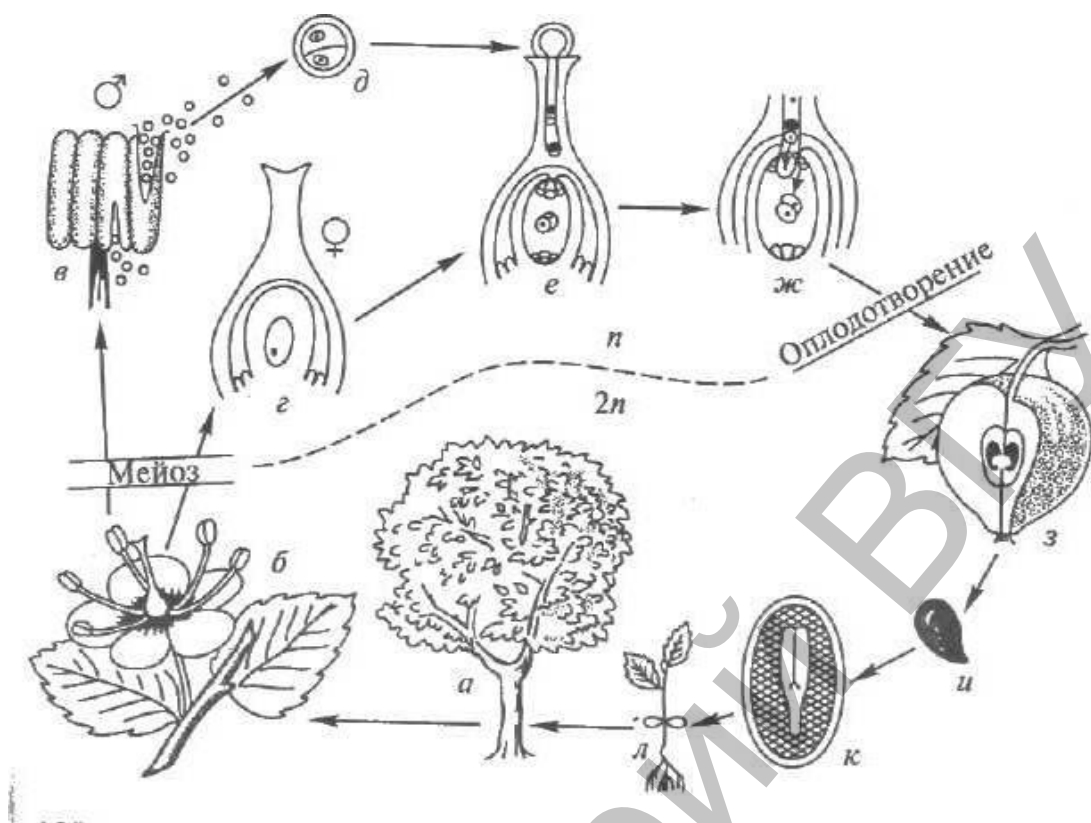


Рис. 23. Чередование поколений в жизненном цикле покрытосеменных:

а – взрослый спорофит; б – обоеполый цветок; в – пыльник (микроспорофилл), рассеивающий микроспоры; г – завязь (видоизмененный мегаспорофилл – плодolistик) с одним семязачатком и одной мегаспорой; д – пыльцевое зерно, в котором микроспора формирует двухъядерный молодой мужской гаметофит; е – образование зрелого мужского гаметофита (пыльцевой трубки) и двух мужских гамет – спермиев с параллельным формированием зрелого женского гаметофита (зародышевого мешка) с яйцеклеткой и центральным диплоидным ядром; ж – проникновение спермиев в зародышевой мешок с последующим слиянием одного из них с яйцеклеткой, а второго – с центральным ядром (двойное оплодотворение); з – плод с семенами; и – зрелое семя; к – разрез семени с зародышем и окружающим его триплоидным эндоспермом (развивающимся из центрального ядра); л – проросток.

4. Семя образуется из семязачатка, или семязачатка, после оплодотворения. Из покровов семязачатка развивается кожура семени, из зиготы – многоклеточный зародыш, из триплоидной центральной клетки – запасная ткань эндосперм. Запасные вещества из клеток этой ткани идут на питание развивающегося зародыша. В процессе формирования зародыша питательные вещества эндосперма могут быть израсходованы полностью или они частично сохраняются и потом используются при прорастании семени и образовании проростка. Возможно возникновение в семени запасной ткани из нуцеллуса. Эту ткань называют периспермом.

5. Редко в природе на побегах растений встречаются одиночные цветки, обычно занимающие верхушечное положение (копытень, вороний глаз). Чаще несколько или много цветков собрано в соцветия (рис. 24). Соцветие – это более или менее четко отделенная от вегета-

тивной части побега система специализированных побегов (или один побег) с цветками. В пределах соцветия разворачиваются листья верховой формации, гораздо более мелкие, чем листья срединной формации. Часто они бесцветные, иногда ярко окрашенные. Это прицветники и кроющие листья. В пазухах последних формируются цветки. Возможно наличие в соцветии зеленых кроющих листьев. Обычно они сидячие, в отличие от черешковых листьев на вегетативной части побегов. Есть соцветия, где листья редуцированы частично или полностью.

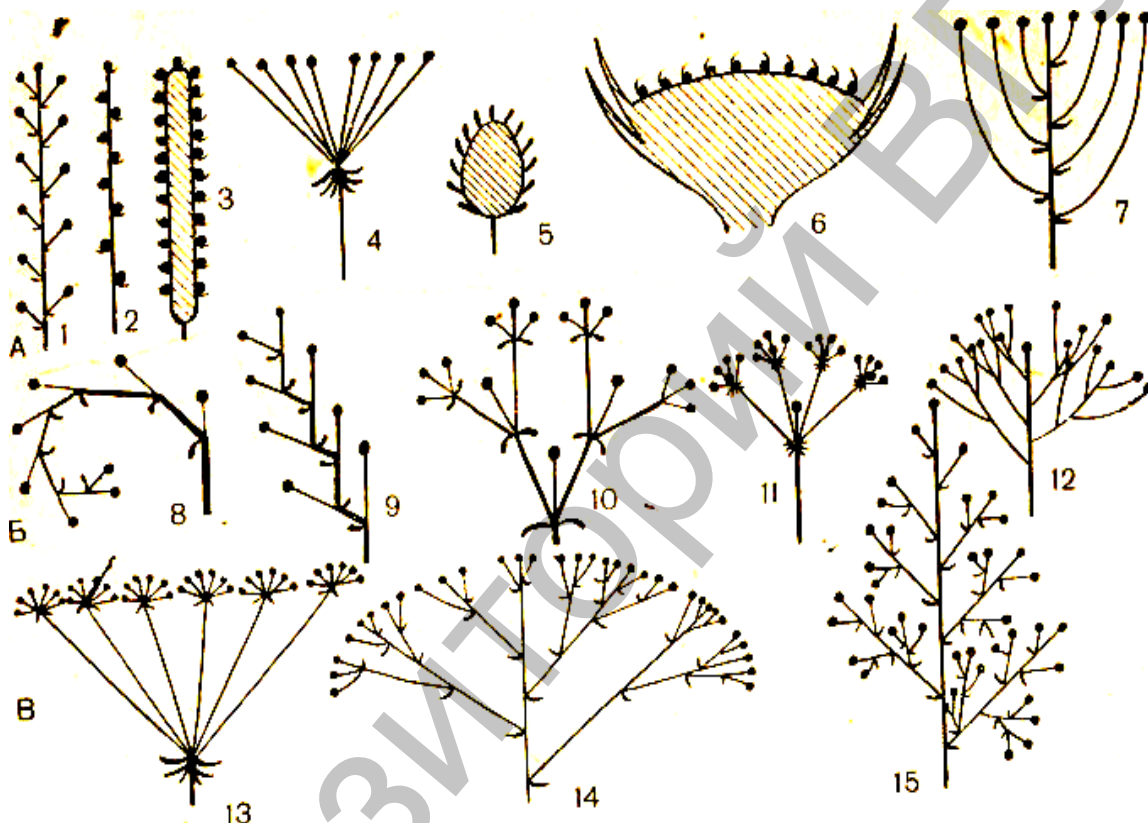


Рис. 24. Типы соцветий (схемы):

А – простые моноподиальные соцветия; Б – сложные симподиальные соцветия; В – сложные моноподиальные соцветия: 1 – кисть; 2 – колос; 3 – початок; 4 – зонтик; 5 – головка; 6 – корзинка; 7 – щиток; 8 – монохазий-завиток; 9 – монохазий-извилина; 10 – дихазий; 11,12 – плеохазий; 13 – сложный зонтик; 14 – щитковидная метелка; 15 – пирамидальная метелка.

Соцветия могут быть простыми или сложными. В простых соцветиях ветвление побегов идет до второго порядка, возможно образование побега одного порядка (сидячие цветки на побеге первого порядка). Если в соцветии имеются побеги (оси) третьего и более высокого порядка, его называют сложным.

Принято различать моноподиальные соцветия и симподиальные. У моноподиальных соцветий ось длительное время нарастает верхушкой, а на ней в восходящем направлении закладываются и зацветают боковые цветки. В случае образования на основной оси соцветия вер-

хушечного цветка его называют закрытым, если верхушечный цветок не образуется – соцветие открытое.

Моноподиальные соцветия называют также неопределенными, так как ось соцветия может нарастать и вытягиваться неопределенно долго, и их же называют бокоцветными, так как цветки на оси первого порядка занимают боковое положение; они же – ботрические, или кистецветные.

Моноподиальными простыми соцветиями являются:

1) кисть – на оси соцветия поочередно разворачиваются кроющие листья, а в их пазухах на цветоножках находятся цветки (ландыш, ярутка, сочевичник);

2) колос – на оси соцветия в пазухах кроющих, поочередно расположенных листьев образуется по одному сидячему цветку (ятрышник крапчатый, любка двулистная, или ночная фиалка);

3) початок – ось соцветия утолщается, а в пазухах поочередно расположенных листьев образуются одиночные сидячие цветки (белокрыльник, аронник);

4) головка – ось соцветия укорочена (нередко несколько утолщена), а на ней в пазухах кроющих листьев поочередно располагаются сидячие или на коротких цветоножках цветки (клевер);

5) корзинка – ось утолщена, блюдцеобразно расширена, а на ней располагаются цветки; первыми закладываются и зацветают цветки по краю корзинки, позднее – в ее центре (одуванчик, ромашка);

б) щиток – на оси соцветия поочередно располагаются кроющие листья, а в их пазухах на цветоножках находятся одиночные цветки. При этом чем ниже располагается цветок, тем длиннее его цветоножка, поэтому цветки разных ярусов достигают более или менее одинакового уровня (груша, спирея);

7) зонтик – ось соцветия укорочена, узлы чрезвычайно сближены и цветоножки отходят как бы от одного узла (лядвенец, пролесник).

Колос, початки, корзинки обычно бывают открытыми соцветиями; другие, из указанных выше, могут быть открытыми и закрытыми.

Простые соцветия могут комбинироваться в разных сочетаниях, образуя сложные соцветия. Так, например, у пшеницы образуется соцветие – сложный колос, где на общей оси в очередном порядке (по типу колоса) располагаются простые колоски. Простые колоски овса, трясунки средней собраны в метельчатые соцветия. Метелкой называют соцветие с длительно растущей центральной осью, которая ветвится до четвертого и более высокого порядка. Простое, частное соцветие в пределах метелки является моноподиальным. У моркови, петрушки, тмина цветки собраны в сложный зонтик, где простые зонтики отходят от общей укороченной оси и кажутся выходящими как бы из одного места.

Симподиальные соцветия характеризуются тем, что основные оси сложены базальными участками осей разных порядков. Ось первого порядка в симподиальном соцветии заканчивается верхушечным цветком, который зацветает первым. На этой оси закладывается боковая ось, на ней также формируется верхушечный цветок. На оси второго порядка закладывается ось третьего порядка и т.д. Цветки занимают верхушечное положение на симподиально сменяющихся и нередко перерастающих друг друга осях. Симподиальные соцветия называют также определенными или верхоцветными.

Среди симподиальных редко встречаются простые соцветия (ветвление до второго порядка); обычно эти соцветия сложные.

Симподиальными соцветиями являются:

1) монохазий – от оси каждого порядка, заканчивающейся цветком, отходит только одна ось, несущая верхушечный цветок (окопник, незабудка);

2) дихазий – от оси каждого порядка отходят две оси, сформировавшиеся в пазухах супротивных листьев. Каждая ось заканчивается верхушечным цветком (звездчатка, ясколка);

3) плейохазий – от оси, несущей верхушечный цветок, отходят несколько обычно сближенных осей следующего порядка, каждая из которых также заканчивается верхушечным цветком (рис. 24).

6. Плод – орган, развившийся из цветка и служащий для защиты и распространения семян. Развитие семян внутри плода свойственно только покрытосеменным растениям. Плод у одних растений (лютик, первоцвет, слива и др.) образуется из гинецея; у других помимо гинецея в образовании плода участвуют другие части цветка. При этом у плодов появляются дополнительные приспособления, обеспечивающие более эффективное распространение семян (сочное цветоложе у земляники; околоцветник, видоизмененный в крыловидные выросты, у щавеля; вздутая чашечка, повышающая парусность плода при бобах, у язвенника и клевера земляничного и т.д.). При формировании плода из цветка с нижней завязью стенка его образуется не только из пестика, но и цветочной трубки (а также иногда и цветоложа), сросшейся с завязью, что усиливает защитные свойства плода.

В стенке плода, которую называют околоплодником, принято выделять наружную, срединную и внутреннюю части. У одних плодов эти части различимы четко, например, у плодов сливы; у других – стенка плода практически представляется однородной – у плода лещины. У одних растений плоды после полного созревания сухие и околоплодник их пленчатый, кожистый или деревянистый; у других они сочные. Внутри одних плодов образуется много семян (многосемянные плоды мака, гороха, арбуза); другие плоды являются односе-

мянными (липа, дуб, финик) (рис. 25). Сухие многосемянные плоды после созревания вскрываются, и семена рассеиваются (фиалка, живокость, сочевичник). Сочные многосемянные плоды, как правило, не вскрываются, ибо характер распространения семян здесь иной. Утрачен механизм вскрывания и у односемянных плодов.

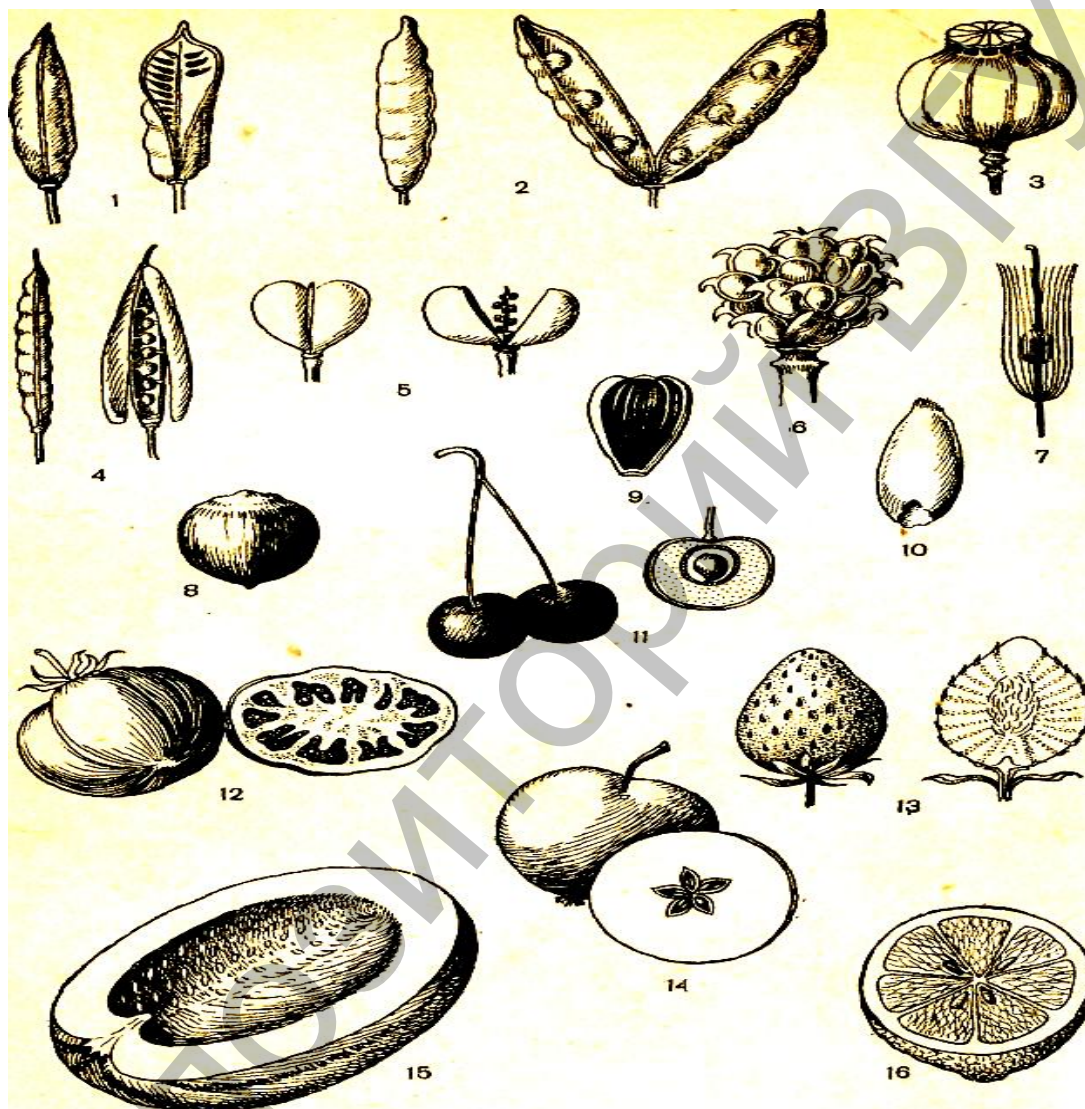


Рис. 25. Плоды:

сухие многосемянные вскрывающиеся: 1 – листовка, 2 – боб, 3 – коробочка, 4 – стручок, 5 – стручочек; сухие односемянные не вскрывающиеся: 6 – многоорешек, 7 – одноорешек, 8 – орех, 9 – семянка, 10 – зерновка; сочные: 11 – костянка, 12 – ягода, 13 – земляника, 14 – яблоко, 15 – тыква, 16 – померанец.

Огромное многообразие плодов, существующее в природе, вызвало к жизни большое число их наименований. Ниже приведена классификация и описание наиболее распространенных и часто встречающихся плодов.

1. Плоды сухие, многосемянные, вскрывающиеся: листовка, боб, коробочка, стручок и стручочек.

2. Плоды сухие, односемянные, невскрывающиеся: орешек, орех, семянка, зерновка.

3. Плоды сочные, одно- и многосемянные, невскрывающиеся: костянка, ягода, земляника, яблоко, тыква, померанец.

Листовка – наиболее примитивный плод. В образовании ее участвует пестик, состоящий из одного плодолистика. Плод многосемянной, сухой, одногнездный, в типе вскрывается по брюшному шву, по месту срастания краев плодолистика, иногда по главной жилке плодолистика (магнолия). Если в цветке был один пестик, формирующийся из него плод называют однолистовкой (живокость полевая). Чаще у растений, образующих плоды-листовки, в цветке несколько или много пестиков, и тогда листовки из одного цветка составляют единый плод – многолистовку, где каждую отдельную листовку называют плодиком. В зависимости от характера расположения пестиков (а потом листовок) на цветоложе различают спиральные многолистовки (калужница, купальница) и круговые (сусак зонтичный).

Производными от сухих листовок являются сочные, которых в природе гораздо меньше. В их возникновении проявилось приспособление плодов к распространению животными. Сочные листовки утратили способность к вскрыванию (воронец, лимонник).

Боб – сухой, многосемянный, одногнездный плод, развивающийся из пестика, который образован одним плодолистиком. Вскрываются бобы двумя створками от вершины к основанию одновременно по брюшному шву и главной жилке плодолистика; створки околоплодника при этом винтообразно скручиваются, и семена разбрасываются. Образуется боб у представителей порядка бобовоцветных (семейства цезальпиниевые, мимозовые, мотыльковые).

В процессе эволюции боба возникали разнообразные его формы: бобы, распадающиеся на отдельные членики (членистые бобы – у копеечника, вязеля, сераделлы); сочные бобы, невскрывающиеся (у рожкового дерева, софоры японской); одно- четырехсемянные сухие невскрывающиеся бобы, созревающие в почве, – у земляного ореха, или арахиса; односемянные невскрывающиеся бобы (у эспарцета, акации песчаной, люцерны хмелевидной).

Коробочка – сухой, многосемянный одно-, двух- или многогнездный плод, в образовании которого принимает участие пестик, состоящий из двух или большего числа плодолистиков. Коробочки разнообразны по форме, размерам и характеру вскрывания. Они образуются в цветках с верхней (мак, тюльпан, чистотел) и нижней (ирис, иван-чай, колокольчик) завязью.

Стручок – плод, образующийся из пестика, который состоит из двух плодолистиков, сросшихся друг с другом; полость плода разделена перегородкой на два гнезда. Раскрывается плод двумя створками от основания к вершине. Семена расположены на перегородке (капуста, горчица).

Стручочек отличается от стручка тем, что длина его не превышает ширину более чем в 4 раза (ярутка, икотник серо-зеленый, пас-тушья сумка).

Стручочки и стручки характерны для представителей семейства крестоцветных.

В процессе эволюции плода возникли членистые стручки (дикая редька), одно- двусемянные нескрывающиеся стручочки (клоповник, вайда, свербига).

Орешек – односемянный нескрывающийся плод, образующийся из пестика, который состоит из одного плодолистика. Околоплодник сухой. Если пестиков в цветке много, возникает многоорешек (у лютика, лапчатки, сабельника); если пестик один – плод-одноорешек (у рогоза, роголистника). Реже орешки сочные (одноорешек финиковой пальмы).

Орех – плод сухой, односемянный, нескрывающийся, с деревянистым околоплодником, образуется в цветках с верхней и нижней завязью, а пестик сложен несколькими плодолистиками (лещина, липа). Плод дуба рассматривают как ореховидный плод или выделяют специальный тип плода – желудь.

Семянка – сухой плод, односемянный, нескрывающийся, с кожистым и плотным околоплодником. Образуется в цветках с верхней (гречиха, ревень) или нижней (василек, одуванчик, короставник) завязью. Пестик состоит из двух или нескольких плодолистиков.

Зерновка – сухой односемянный нескрывающийся плод с тонким пленчатым околоплодником, плотно прижатым к кожуре семени и практически от него неотделимым. Зерновка характерна для злаков. У большинства видов злаков зерновка опадает вместе с окружающими ее цветковыми, а иногда и колосковыми чешуями. «Голые» зерновки характерны для ряда культурных видов, полученных при длительной селекционной работе (например, твердая и мягкая пшеницы); возможны «голые» зерновки и у дикорастущих злаков (некоторые полевицы, полевичка). Чешуйчатые покровы зерновки и всякого рода выросты на них способствуют защите семени и более эффективному распространению плодов (например, перистые ости ковылей).

Костянка – плод с четко различимыми слоями (или зонами) околоплодника: наружный слой пленчатый или пленчато-кожистый; средний – сочный, мясистый; внутренний – деревянистый, образующий косточку. Если в цветке один пестик, формируется плод – одно-

костянка (у сливы, вишни, персика); если в цветке несколько пестиков, развивается многокостянка (у малины, костяники, ежевики). В цветках растений, указанных выше, пестик состоит из одного плодолистика. Образующиеся костянки одногнездные, односемянные.

Костянки, формирующиеся из пестика, который состоит из нескольких плодолистиков, могут быть одногнездными, односемянными (маслина) или многогнездными с одним семенем в гнезде (трехгнездная костянка у бузины).

У некоторых растений при наличии четко различимых трех слоев в околоплоднике к периоду полного созревания плода срединный слой теряет сочность. Образующиеся плоды получили название сухих костянок (бобовник, грецкий орех, кокосовая пальма).

Ягода – плод многосемянный, с пленчатым или пленчато-кожистым наружным слоем околоплодника, сочным срединным и обычно пленчатым внутренним слоем. Ягода образуется в цветках с верхней (ландыш, виноград, томат) и нижней (черника, смородина, крыжовник) завязью. Пестик, участвующий в образовании ягоды, состоит из нескольких плодолистиков.

Земляника – специализированный многоорешек, где созревшие плодики-орешки размещаются на разросшемся сочном и ярком цветоложе.

Яблоко – многосемянный, многогнездный плод с кожистым наружным слоем околоплодника, сочным и мясистым срединным и хрящеватым внутренним слоем. Образуется плод-яблоко из цветков с нижней завязью (яблоня, айва, рябина).

Тыквина – многосемянный плод с твердым, иногда деревянистым наружным слоем околоплодника и сочными, мясистыми срединным и внутренним слоями. Образуется тыквина в цветках с нижней завязью и с пестиком, состоящим из нескольких плодолистиков (арбуз, тыква, кабачок).

Померанец – многосемянный, многогнездный плод, образуется из пестика, который состоит из нескольких плодолистиков. Завязь верхняя. Наружный слой околоплодника кожистый, плотный с большим числом железок, заполненных эфирным маслом. Срединный слой белый, губчатый; внутренний – пленчатый с многочисленными сочными волосками (лимон, апельсин, мандарин).

Распространение плодов и семян. Очень редко семена прорастают на самом растении, как у живородящих растений мангровых лесов. Часто семена и плоды всходят, падая рядом с материнским растением. Но чаще они распространяются животными, ветром, водой и человеком. Распространение семян и плодов имеет большое значение для расселения вида и обогащения флоры местности. В зависимости

от агента различают следующие виды распространения семян: зоохория, анемохория, гидрохория, антропохория.

Зоохория – распространение плодов животными, как беспозвоночными, так и позвоночными. Среди беспозвоночных большое место занимают муравьи – мирмекохория. Они растаскивают семена, имеющие паренхимные выросты, богатые маслами (чистотел, звездчатка, первоцвет, фиалка, незабудка, василек и др.). Муравьи разносят семена и плоды на расстояние до 10 м. Грызуны и птицы распространяют семена и плоды преимущественно древесных растений, как твердые, так и сочные. Бурундуки, белки, мыши, из птиц – сойки, ореховки разносят семена с твердыми покровами, что обеспечивает их сохранность в гнездах и кладовках, если они не используются.

Плоды с сочным околоплодником (ягоды, костянки), а также соплодия некоторых растений (инжир, фикус) распространяются птицами, млекопитающими, иногда черепахами. Семена, находящиеся в сочных плодах, пройдя через кишечник животного, приобретают лучшую всхожесть. Птиц привлекают сочные и яркие плоды с твердым эндокарпием, защищающим содержимое семян от переваривания. Млекопитающих, как и птиц, привлекают сочные плоды с защитными приспособлениями, яркой окраской и привлекательным запахом. Так, медведи способствуют распространению плодов рябины, малины. Среди птиц сочные плоды употребляют дрозды, зарянки, славки. В тропических странах в распространении семян пальм, тутовых на большое расстояние значительную роль играют рукокрылые млекопитающие.

Кроме перечисленных приспособлений семена и плоды некоторых растений имеют прицепки или выделяют клейкие вещества, способствующие их расселению. Чаще всего встречаются цепкие плоды, отдельные плодики или целые соплодия, пристающие к телу проходящего животного. Это плоды зонтичных, бурачниковых растений, череды, лопуха. Наибольшую роль в их распространении играют млекопитающие. Многие семена и плоды прибрежных и болотных растений могут расселяться с прилипшим к телу водоплавающих и болотных птиц илом.

Анемохория – распространение плодов, семян или целого растения ветром. Анемохория преобладает у растений двух семейств – сложноцветных и орхидных и распространена в степях, высокогорьях, саваннах, пустынях. Приспособления анемохорных семян или плодов различны. Есть приспособления, способствующие их летучести, перекатыванию по земле и даже «метанию». Среди летающих семян и плодов особенно многочисленны мелкие «пылевидные» семена с незначительной массой (орхидея, грушанка, норичниковые) – 0,001–0,003 мг. Другие летающие семена, а чаще плоды и соплодия имеют

приспособления, напоминающие воздушные шары (хмель, некоторые зонтичные и маревые). Но гораздо чаще встречаются приспособления в виде оперения или крылаток. Обычно такие приспособления есть у растений открытых пространств. Оперение – это волосовидные при­датки, покрывающие всю поверхность плода (ветреница) или основа­ние семени (ивы, рогоз), хохолок-парашютик на верхушке семян и плодов у сложноцветных. Крылатые семена характерны для вяза, бе­резы, ольхи, граба, асимметричное однобокое крыло – для клена и ясеня. Крылатки при падении вращаются. Наблюдаются и другие ане­мохорные приспособления. Среди них воздушные шары – вздутые плоды (пузырник, астрагалы), перекатывающиеся с помощью ветра по земле. Тяжелые плоды имеют крылья и парашютные образования (держи-дерево). Эти приспособления действуют у тяжелых плодов только при сильном ветре.

Гидрохория – распространение плодов или семян с помощью воды (морские или речные течения, ливневые потоки). Основные гид­рохорные приспособления – защита семени от смачивания, способ­ность держаться на поверхности воды (плавучесть). Находиться на поверхности воды плоды могут от 2–10 суток (частуха, рдест) до не­скольких недель и месяцев (стрелолист), а у некоторых пальм годами, сохраняя при этом всхожесть. Семена лютика водного имеют пробко­вый пояс, который помогает держаться им на воде и с его помощью распространяться по воде.

В процессе эволюции цветковых растений выработались при­способления для распространения плодов и семян без помощи разно­образных агентов – автохория. Это самопроизвольное высыпание се­мян или плодов под влиянием силы тяжести, характерное для трав (дикорастущая пшеница, многие сорные растения), а также деревьев (каштан, дуб). Среди растений автохоров – разнообразные баллисты, выстреливающие семена, т.е. собственно автохоры.

У одних растений семена разбрасываются в результате напря­жения в мертвых клетках околоплодника. Это можно наблюдать у зрелых бобов, самшита, некоторых видов фиалки и герани, а у кисли­цы и недотроги – в результате возрастающего напряжения в живых тканях плода. Высокое тургорное давление у зрелого плода бешеного огурца приводит к отрыву цветоножки от плода и через образовав­шееся отверстие содержимое вместе с семенами с силой выбрасывает­ся наружу. Очень часто в природе наблюдается сочетание различных способов распространения плодов и семян.

7. Семя – высокоспециализированный орган размножения рас­тений. Образуется семя из семяпочки (семязачатка). У покрытосемен­ных растений его формирование идет внутри плода, к стенке которого

оно прикреплено семяножкой. На поверхности семени, выпавшего из плода, имеется рубчик, след от семяножки.

Семя имеет зародыш, запасные ткани (эндосперм и перисперм и ли одну из них) и кожуру. Есть растения, в семенах которых запасные ткани отсутствуют и запасные вещества откладываются в тканях зародыша.

Зародыш – обязательная часть семени. Он имеет зародышевый корень и зародышевый побег. Побег, в свою очередь, состоит из зародышевого стебля, от которого отходит одна (у представителей класса однодольных) или две (у представителей класса двудольных) семядоли – первые зародышевые листья; на верхушке зародышевого стебля формируется зародышевая почка. Семядоли прикрывают почку и защищают ее. В семядолях обычно накапливаются запасные вещества, если в зрелых семенах растения нет эндосперма или перисперма (лещина, дуб, горох, тыква). Если в семени развивается какая-либо из указанных запасных тканей, то семядоля выполняет функцию соусущего органа, поглощая из их клеток питательные вещества (пшеница, лук, клещевина, хурма).

Запасные вещества семени представлены углеводами, жирами, белками. Кроме органических веществ, имеются и минеральные. В разных семенах преобладают или жиры, или углеводы. В связи с этим различают крахмалистые семена (пшеница, овес, каштан, дуб) и масличные (конопля, лен, миндаль, подсолнечник, кокосовая пальма, клещевина). В природе больше масличных (до 90%) семян. Белки всегда составляют меньшую часть запасов семени. Как правило, белков больше в масличных семенах. Исключение составляют семена бобовых растений, у отдельных представителей которых в семени содержится до 40–44% белка (люпин, соя). В семенах гороха белка накапливается до 29%, много в семени гороха содержится и крахмала.

Кожура семени защищает зародыш от механических повреждений, проникновения микроорганизмов и других неблагоприятных воздействий внешней среды. У ряда растений кожура достаточно плотная и труднопроницаемая для воды. По мере разрыхления такой кожуры семена прорастают порциями. Растянутое во времени прорастание семян биологически выгодно для вида, ибо при этом обеспечивается их запас в почве. Нередко на поверхности кожуры образуются всякого рода выросты, благодаря которым семена распространяются ветром (волоски на семенах ивы, тополя, осины, иван-чая). Животными распространяются семена с сочной кожурой (гранат, магнолия) или с сочными выростами на кожуре – присемянниками (хохлатка, копытень). Повышенная стойкость клеток кожуры к пищеварительным ферментам обеспечивает сохранность семян в пищеварительной системе животных, поедающих сочные плоды. Прошедшие через ки-

печник семена выбрасываются в местах, удаленных от места их созревания. Так происходит распространение семян. Кроме того, есть указания, что некоторые семена не прорастают, если предварительно не пройдут через пищеварительную систему животных-распространителей.

Клейкая и слизистая поверхность кожуры способствует прилипанию семян к шерсти животных, к обуви и платью человека, которые распространяют семена (кислица, безвременник, семена многих придорожных растений). При ослизнении наружных клеток кожуры семена плотно слипаются с почвенными частицами. Кроме того, набухая, слизи способствуют обводнению семян. В клетках кожуры возможно отложение запасных веществ.

Условия прорастания семян. Прорастание семян возможно при наличии воды, кислорода и благоприятных температурных условий.

В созревшем семени находится 10–12% (до 15%) воды – это то минимальное количество, которое необходимо для поддержания зародыша. Значительное обезвоживание тканей при созревании семян биологически вполне оправдано, ибо стойкость семян при этом к неблагоприятному воздействию среды значительно повышается. Кроме того, при чрезвычайно замедленных обменных реакциях, протекающих в обезвоженных клетках, экономно расходуются вещества в период вынужденного (например, вызванного неблагоприятными условиями внешней среды) или органического (связанного с физиологической незрелостью семян) покоя.

Если готовое к прорастанию семя обеспечить водой, оно начинает жадно ее поглощать. При насыщении клеток водой активизируются протекающие в них жизненные процессы. Энергию, необходимую для активизации обменных реакций получает при окислении запасных веществ в процессе дыхания, которое возможно при наличии кислорода. Следовательно, наряду с водой кислород необходим для прорастания семени.

Семена различных видов растений прорастают при разной температуре. Температуру окружающей среды, при которой семена начинают прорастать, называют минимальной. Она обычно выше 0°C. При более высокой температуре, чем минимальная, прорастает большее число семян и появляются дружные всходы. Наилучшую температуру для прорастания семян называют оптимальной. Дальнейшее повышение температуры вновь затрудняет прорастание семян. Высокую температуру, при которой еще возможно появление единичных всходов, называют максимальной. При температуре выше максимальной для данного вида семена не прорастают. Минимальная, оптимальная и максимальная температуры для прорастания семян разных видов неодинаковы и могут значительно отличаться друг от друга. Семена

растений южного происхождения прорастают при более высокой температуре, чем семена растений северных и умеренных широт.

Таким образом, вода, кислород, тепло необходимы для прорастания семян.

Прорастание семени и формирование проростка. Зародыш прорастающего семени начинает увеличиваться в размерах при делении и росте слагающих его клеток. При этом он интенсивно использует питательные вещества семени. Очень скоро на верхушке зародышевого корня и верхушке зародышевого побега обозначаются участки меристематических тканей (верхушечная меристема), клетки длительное время сохраняют способность к делению. Полярное расположение образовательных тканей определяет возможность роста формирующегося организма в двух противоположных направлениях. Кроме того, удлинение стебля идет благодаря делению вставочной меристемы.

Первым прорывает кожуру семени и выступает наружу зародышевый корень. Этому нередко способствует вставочный рост подсемядольного колена, «выталкивающего» корешок (рис. 26).

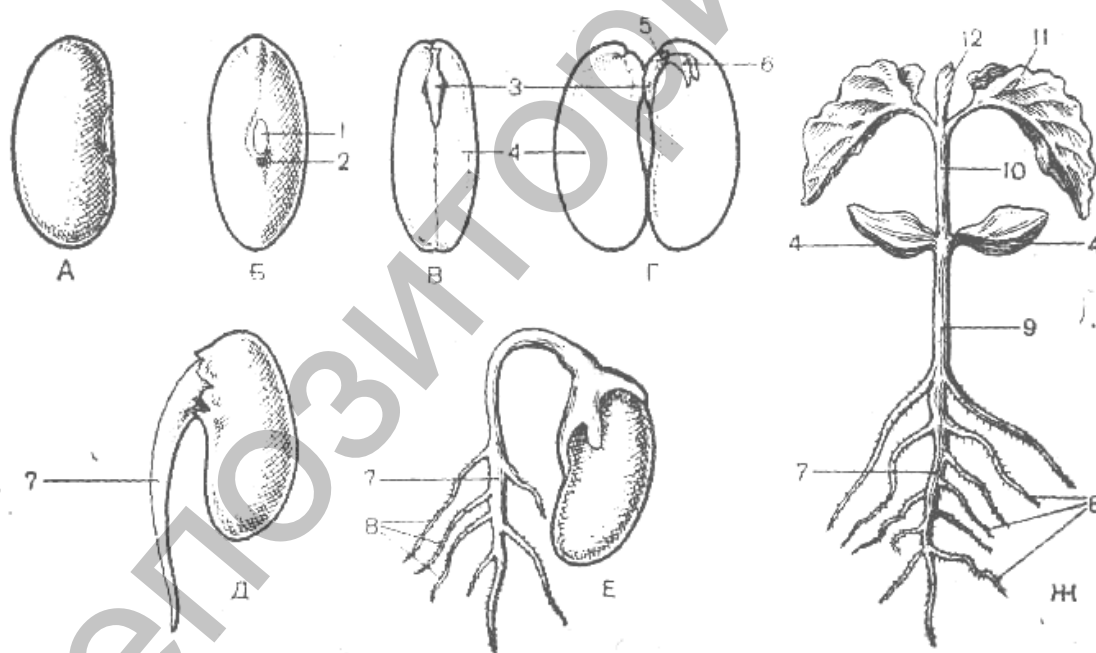


Рис. 26. Семя фасоли, его прорастание, формирование проростка:

А – вид семени сбоку; Б – со стороны рубчика; В – зародыш после удаления семенной кожуры; Г – с развернутыми семядолями; Д – начало прорастания семени; Е – рост и ветвление главного корня; Ж – проросток; 1- рубчик; 2– семяшов; 3 – зародышевый корень; 4 – семядоли; 5 – зародышевый стебель; 6– почка; 7 – главный корень; 8 – боковые корни; 9 – подсемядольное и 10 – надсемядольное колена; 11 – листья; 12 – верхушечная почка.

Корень, появившийся первым при прорастании семени, закрепляет новое растение в почве, снабжает его водой и минеральными веществами.

Зародышевый стебель многих растений интенсивно растет и выносит семядоли в воздушную среду; они разрастаются, зеленеют и являются первыми фотосинтезирующими органами. У некоторых растений – это и единственные органы воздушного питания в первый год жизни проростка (копытень европейский). Есть растения, у которых зародышевый стебель не вытягивается, семядольный узел (участок стебля, от которого отходят семядоли) вместе с семядолями остается в почве. Листья следующих узлов на формирующемся побеге могут быть зелеными (листья срединной формации) или чешуйчатыми (листья низовой формации), и только выше их на побеге развиваются зеленые листья. Прорастание семян, при котором семядоли выносятся в воздушную среду и становятся фотосинтезирующими органами, называют надземным прорастанием (огурцы, редис, капуста). Если семядоли остаются в почве, прорастание семян называют подземным. В последнем случае семядоли или являются запасными органами (лещина, горошек, дуб), или у них ярко выражена всасывающая функция, обеспечивающая передачу питательных веществ из запасных тканей семени к формирующемуся проростку (злаки, лук, ирис).

Побег, развивающийся из зародышевой почки, называют главным побегом. Корень, начало которому дал зародышевый корешок семени, называют главным корнем. Уже у проростка на главном корне образуются боковые корни, что обеспечивает лучшее закрепление растения и снабжение его питательными веществами.

РОСТ И РАЗВИТИЕ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ

1. *Рост растений.*
2. *Движение растений.*

1. Растение – это живой организм, который в процессе своей жизни, как и животное, растет и развивается. Рост растения происходит в течение всей его жизни и сопровождается не только увеличением размеров и массы тела, но и появлением новых структурных элементов в клетках и в самом организме. Поэтому рост растения определяется как необратимое увеличение размеров и массы тела, связанное с новообразованием структурных элементов.

Рост любого органа протекает в три фазы. Первая фаза (эмбриональная) характеризуется непрерывным делением клеток. Делящиеся клетки можно наблюдать в конусе нарастания стебля или в зоне роста корня. Образовавшиеся клетки оттесняются вновь образующимися и переходят во вторую фазу (растяжения), увеличиваясь в размерах. Закончив растяжение, клетки вступают в третью фазу (дифференциации), когда происходит специализация клеток и возникают клетки различных тканей.

Характер роста как всего растения, так и отдельных его органов своеобразен и зависит от вида растения. Различают несколько типов роста. Стебли и корни растут верхушками – апикальный рост. Если рост стебля происходит и у основания междоузлий – интеркалярный; зона нарастания листьев часто находится у их основания – базальный рост.

Одни виды растений растут быстро, другие – медленно. Различна скорость роста и отдельных частей растений.

2. Рост растений сопровождается различными движениями, большинство из которых является ответной реакцией на различного вида раздражители (свет, температуру, химические вещества, механические воздействия).

Различают два типа движения у растений: ростовые и сократительные.

Ростовые движения могут быть связаны с различным действием раздражителей. Ростовые движения, вызванные раздражителем, действующим в одном направлении, называют тропизмами. Ростовые движения, связанные с рассеянным влиянием раздражителя, называют настиями. Тропизмы могут быть положительными (если растение из-

гибается к источнику раздражения) и отрицательными (изгибание происходит от источника раздражения).

Различные виды тропизмов получили свое название от источников раздражения.

Фототропизм – изгиб растения под влиянием источников света. Изгиб происходит благодаря неравномерному распределению ауксина в стебле. На теневой стороне ауксина скапливается больше, и рост клеток там интенсивнее. На световой стороне ауксина меньше. Изгиб происходит в сторону медленно растущих клеток, к свету.

Геотропизм – изгиб органа растения под влиянием силы тяжести. В большинстве случаев корень обладает положительным геотропизмом, а стебель – отрицательным.

Хемотропизм – движение растений под влиянием химических веществ. Явления хемотропизма можно наблюдать на примере изгиба корней при наличии в почве различных катионов и анионов. Катионы в растворах почвенных солей вызывают отрицательный хемотропизм, а анионы – положительный. На этом основании происходит рост корней в сторону удобренных участков почвы.

У растений можно наблюдать также термотропизмы и гидротропизмы.

Примером движения растений, связанного с изменением интенсивности освещенности, могут служить явления открывания и закрывания цветков в различное время суток. Цветки маттиолы, душистого табака, ночной красавицы открываются ночью, а днем закрыты. Цветки льна, вьюнка открываются утром. У разных видов открывание и закрывание цветка происходит в строго определенное время суток. Это явление было известно давно. К. Линней, пользуясь им, составил цветочные часы.

Фотонастические движения происходят благодаря замедленному росту клеток на той или другой стороне лепестка.

Можно наблюдать и движение лепестков под влиянием изменения температуры (термонастии). Цветки тюльпанов отгибают лепестки в теплом помещении и закрывают, если перенести растение в холодное помещение.

Сократительные движения у растений вызываются прикосновением, толчками (сейсмонастии). Примером этого вида движения может служить сжимание листьев у стыдливой мимозы и венеериной мухоловки, растущих в тропических лесах, сжимание листьев у росянки, растущей на сфагновых болотах, движение тычинок у спармании.

При реакции на раздражение растение затрачивает энергию. На непрерывные повторные раздражения растение перестает реагировать. Реакция протекает только тогда, когда восстановится необходимое количество энергии.

ЛИТЕРАТУРА

Алексахина Е.М., Долгачева В.С. Методические рекомендации к работе по экологическому образованию и воспитанию младших школьников. – М.: Прометей, 1996.

Алехин В.В., Кудряшов Л.В., Говорухин В.С. География растений с основами ботаники. – М.: Учпедгиз, 1961.

Артамонов В.И. Занимательная физиология растений. – М.: Агропромиздат, 1991.

Банников А.Г. По заповедникам Советского Союза. – М.: 1974.

Вавилов Н.И. Происхождение культурных растений. – Л.: Наука, 1987.

Грин Н., Стаут У., Тейлор Д., Биология: в 3 т. – М., 1990.

Губанов И.А. и др. Дикорастущие полезные растения. – М.: Изд-во МГУ, 1993.

Дедюв К. Путешествие в мир живой клетки. – М., 1987.

Долгачева В.С. Растениеводство. – М.: Академия, 2000.

Дорофеев А.М., Сюбарова С.П. Они не должны исчезнуть: кн. для учащихся. – Мн., 1987.

Дудка И.А., Вассер С.П. Грибы: Справочник миколога и грибника. – Киев, 1987.

Зверев И.Д., Суравегина И.Т. Экологическое образование школьников. – М.: Просвещение, 1983.

Еленевский А.Г., Соловьева М.П., Тихомиров В.Н. Ботаника высших, или наземных, растений. – М.: Академия, 2000.

Кемп П., Арме К. Введение в биологию. – М., 1988.

Клинковская Н.И., Пасечник В.В. Комнатные растения в школе. – М., 1989.

Кудряшов Л.В., Гуленкова М.А., Козлов В.Н., Родионова Г.В. Ботаника с основами экологии. – М.: Просвещение, 1979.

Курс низших растений / под ред. М.В. Горленко. – М.: Высшая школа, 1981.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А., Раздорский В.Ф., Уранов А.А. Ботаника / под ред. Л.В. Курсанова. – М.: Просвещение, 1966. – Т. 1. Анатомия и морфология растений.

Лісаў М.Дз. Батаніка з асновамі экалогіі. – Мн., 1998.

Лапин П.И. О терминах, применяемых в исследованиях по интродукции и акклиматизации растений // Бюлл. гл. бот. сада. – 1972. – Вып. 83.

Лархер В. Экология растений: пер. с нем. – М.: Мир, 1978.

Лисов М.Д. Ботаника с основами экологии: практикум. – Мн., 1991.

Мамонтов С.Г. Биология: справ. издание. – М.: Высш. шк., 1991.

Медведева В.К. Ботаника. – М.: Медицина, 1980.

Новиков В.С. и др. Школьный атлас – определитель высших растений. – М.: Просвещение, 1985.

Петров В.В., Абрамова Л.И., Баландин С.А., Березина Н.А. Общая ботаника с основами геоботаники. – М.: Высшая школа, 1994.

Пономарева И.Н. Экология растений с основами биогеоценологии. – М.: Просвещение, 1971.

Природа Беларуси: Популярная энциклопедия. – Мн., 1986.

Рейвн П., Эверт Р., Айхорн С. Современная ботаника: в 2 т. / пер. с англ. – М., 1990.

Сюборова С.Ф., Марченко Э.А., Мержвинский Л.М. Строение и жизнь растений: учебное пособие. – Витебск: ВГУ им. П.М. Машерова, 2000.

Яковлев Г.П., Аверьянов Л.В. Ботаника для учителя. – М.: Просвещение, 1997. – Ч. 1, 2.

Учебное издание

ОСНОВЫ БИОЛОГИИ

Курс лекций

Автор-составитель

НОВИЦКАЯ Анна Ивановна

Технический редактор	<i>А.И. Матеюн</i>
Корректор	<i>С.А. Гаврилова</i>
Компьютерный дизайн	<i>Г.В. Разбоева</i>

Подписано в печать 2010. Формат 60x84¹/₁₆. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Ризография.
Усл. печ. л. 5,52. Уч.-изд. л. 5,24. Тираж 100 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования
«Витебский государственный университет им. П.М. Машерова».
ЛИ № 02330 / 0494385 от 16.03.2009.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный университет им. П.М. Машерова».
210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.