

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «Витебский государственный  
университет им. П.М. Машерова»  
Кафедра географии

# **ОСНОВЫ БИОЛОГИИ**

*Курс лекций*

**ЧАСТЬ I**

*Витебск*  
*УО «ВГУ им. П.М. Машерова»*  
*2012*

УДК 582(075)  
ББК 28.59я73  
О-75

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова». Протокол № 7 от 22.12.2011 г.

Автор-составитель: доцент кафедры географии УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидат педагогических наук **С.В. Чубаро**

Рецензенты:

заведующий кафедрой экологии и охраны природы УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидат биологических наук, доцент *И.А. Литвенкова*; доцент кафедры географии УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидат биологических наук *З.С. Гаврильчик*

**О-75** **Основы биологии** : курс лекций / авт.-сост. С.В. Чубаро. – Витебск : УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2012. – Ч. I. – 50 с.

В учебном издании в соответствии с учебной программой рассматриваются основные свойства и строение живых организмов, способы их размножения, дается характеристика царств Бактерии, Протисты, Грибы и Растения (водоросли, высшие споровые растения).

Предназначено для студентов специальности 1-31 02 01-02 География (научно-педагогическая деятельность).

УДК 582(075)  
ББК 28.59я73

© УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>ЛЕКЦИЯ 1. ЖИЗНЬ И ЕЕ ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА</b> ...	6
<b>ЛЕКЦИЯ 2. ДЕЛЕНИЕ КЛЕТКИ, РАЗМНОЖЕНИЕ И ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМОВ</b> ...	15
<b>ЛЕКЦИЯ 3. МНОГООБРАЗИЕ ЖИВЫХ ОРГАНИЗ- МОВ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ</b> .....	22
<b>ЛЕКЦИЯ 4. ГРИБЫ. НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ</b> .....	31
<b>ЛЕКЦИЯ 5. ПОДЦАРСТВО ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА</b> .....	37
<b>ЛЕКЦИЯ 6. ВЫСШИЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ</b> .....	45
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	50

## ВВЕДЕНИЕ

Биология – наука о жизни. Она изучает жизнь как особую форму движения материи, законы ее существования и развития.

Предметом изучения биологии являются живые организмы, их строение, функции, их природные сообщества. Термин «биология», предложенный в 1802 г. впервые Ж.Б. Ламарком, происходит от двух греческих слов: *bios* – жизнь и *logos* – наука. Вместе с астрономией, физикой, химией, геологией и другими науками, изучающими природу, биология относится к числу естественных наук.

Современная биология представляет комплекс, систему наук по изучению:

### **1. Систематических групп (по объектам изучения):**

- вирусология (наука о вирусах)
- микробиология (наука о микроорганизмах)
- микология (наука о грибах)
- ботаника (наука о растениях)
- зоология (наука о животных)
- антропология (наука о человеке)

В свою очередь, эти науки имеют разделы в зависимости от охватываемых ими объектов. Так, ботаническими науками являются: альгология (наука о водорослях), лишенология (наука о лишайниках), бриология (наука о мхах) и др. К зоологическим наукам относится: гельминтология (наука о паразитических червях), малакология (наука о моллюсках), арахнология (наука о паукообразных), энтомология (наука о насекомых), териология (наука о млекопитающих) и др.

Классификацией живых существ занимается систематика.

### **2. Разных уровней организации живого:**

- Молекулярная биология (изучает жизнь на молекулярном уровне)
- Цитология (изучает клетки)
- Гистология (изучает ткани)

### **3. Структуры, свойств и проявлений жизни отдельных организмов:**

- анатомия (изучает внутреннее строение)
- морфология (изучает внешнее строение)
- эмбриология (изучает развитие)
- физиология (изучает жизнедеятельность)
- генетика (изучает законы наследственности и изменчивости организмов)

### **4. Структуры, свойств и проявлений коллективной жизни и сообществ живых организмов:**

- этология (изучает поведение животных)

- экология (изучает отношения различных организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой)
- биогеография (изучает географическое распространение организмов).

Общие закономерности развития живой природы, раскрывающие сущность жизни, ее формы и развитие, рассматривает общая биология.

Однако такая классификация достаточно условна и не дает представления обо всем многообразии биологических дисциплин.

Как любая наука биология имеет свои методы исследования.

Основными методами биологии, как науки являются:

- наблюдение (позволяет описать биологические явления),
- сравнение (дает возможность найти общие закономерности в строении, жизнедеятельности различных организмов),
- эксперимент или опыт (изучение природных объектов в контролируемых и управляемых условиях),
- моделирование (имитируются многие процессы, недоступные для непосредственного наблюдения или экспериментального воспроизведения),
- исторический метод (позволяет проанализировать весь ход развития и становления изучаемого объекта).

Значение биологии как науки исключительно велико, так как познание исторического развития органического мира, играет определяющую роль в формировании материалистического мировоззрения и понимании коренных философско-методологических проблем (форма и содержание, целостность и целесообразность, прогресс и т.д.).

Кроме того, биология способствует решению жизненно важных практических задач: увеличение производства сельскохозяйственной продукции для решения глобальной продовольственной проблемы; создание организмов с новыми комбинациями наследственных признаков и свойств с помощью методов генной инженерии; разработка основ лечения и профилактики многих наследственных болезней человека и др.

Одной из задач биологии является обеспечение сохранности биосферы и способности природы к самовоспроизведению.

## ЛЕКЦИЯ 1. ЖИЗНЬ И ЕЕ ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА

1. Структурно-функциональные уровни организации живых систем
2. Основные свойства живых организмов
3. Современная клеточная теория
4. Строение клетки

**1. Структурно-функциональные уровни организации живых систем.** Живая природа является целостной, но неоднородной системой, которой свойственна *иерархическая организация*.

Под *системой*, в науке понимают единство, или целостность, составленное из множества элементов, которые находятся в закономерных отношениях и связях друг с другом. Главные биологические категории, такие, как геном (генотип), клетка, организм, популяция, биогеоценоз, биосфера, представляют собой системы. *Иерархической* называется система, в которой части, или элементы, расположены в порядке от низшего к высшему. Так, в живой природе биосфера складывается из биогеоценозов, представленных популяциями организмов разных видов, а тела организмов имеют клеточное строение.

Иерархический принцип организации позволяет выделить в живой природе отдельные уровни, что удобно с точки зрения изучения жизни как сложного природного явления. *Уровень жизни* – это форма и способ ее существования (таблица 1).

Таблица 1

### Структурно-функциональные уровни организации живых систем

Уровень жизни	Объект изучения	Характеристика
1. Молекулярно-генетический	Биологические макромолекулы: ДНК, РНК, белки, липиды, углеводы	Исследуется роль макромолекул в росте и развитии организмов, хранении и передаче наследственной информации, в обмене веществ и превращении энергии в живых клетках и других явлениях.
2. Клеточный	Клетка – структурная и функциональная единица жизни	Изучается структурная организация клетки, физиолого-биохимические и структурно-функциональные связи между клетками в различных тканях и органах. Свободноживущих неклеточных форм жизни не существует.
3. Организменный	Организм – реальный носитель жизни, характеризующийся всеми ее свойствами	Изучается самостоятельное существование отдельной особи – одноклеточного или многоклеточного организма. Функционирование его органов и систем, а также и взаимоотношения различных органов в жизнедеятельности организма, приспособительные изменения и поведение организмов в различных экологических условиях.

4. Популяционно-видовой	Популяция – группа особей одного вида, имеющих общий генофонд и населяющих определенное пространство. Система надорганизменного порядка	Изучается состав и динамика популяции. Именно в популяции происходят элементарные эволюционные процессы – накопление, проявление и отбор мутаций.
5. Биогеоэценотический	Биогеоценоз – совокупность организмов разных видов и различной сложности организации со всеми факторами среды их обитания	Рассматриваются отношения между организмами, обитающими на одной территории
6. Биосферный	Биосфера – система высшего порядка, охватывающая все явления жизни на планете	Рассматривается совокупность отношений между всеми организмами на Земле.

Таким образом, структурно-функциональные уровни организации живого отличаются сложностью и многообразием и позволяют изучить формы и способы существования жизни.

**2. Основные свойства живых организмов.** Для живых организмов характерен ряд свойств, отличающих их от неживых тел:

- **Обмен веществ** – совокупность биохимических превращений, происходящих в организме и других биосистемах.
- **Открытость системы** – свойство всех живых систем связанное с постоянным поступлением энергии извне и удалением продуктов жизнедеятельности. Иными словами организм жив, пока в нем происходит обмен веществами и энергией с окружающей средой.
- **Саморегуляция** – поддержание постоянства внутренней среды организма (гомеостаза). Стойкое нарушение гомеостаза ведет к гибели организма.
- **Раздражимость** – способность организма реагировать на внешние и внутренние раздражители (рефлексы у животных и тропизмы, таксисы и настии у растений).
- **Изменчивость** – способность организмов приобретать новые признаки и свойства в результате влияния внешней среды и изменений наследственного аппарата – молекул ДНК.
- **Наследственность** – способность организма передавать свои признаки из поколения в поколение.
- **Репродукция** или **самовоспроизведение** – способность живых систем воспроизводить себе подобных. В основе размножения лежит процесс удвоения молекул ДНК с последующим делением клеток.

- **Рост и развитие** – все организмы растут в течение своей жизни. Под развитием понимают как индивидуальное развитие организма (онтогенез), так и историческое развитие живой природы (филогенез).

- **Способность к адаптациям** – в процессе исторического развития и под действием естественного отбора организмы приобретают приспособления к условиям окружающей среды (адаптации). Организмы, не обладающие необходимыми приспособлениями, вымирают.

- **Общность химического состава** – основными химическими веществами живых организмов являются соединения углерода – белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты. В неживой природе эти соединения не образуются.

- **Клеточное строение** – все существующие на Земле организмы состоят из клеток. Исключением являются вирусы, проявляющие свойства живого только в других организмах.

**3. Современная клеточная теория.** Авторами клеточной теории считаются ботаник М. Шлейден и зоолог Т. Шванн, которые в 1838 г. впервые констатировали, что растения и животные – это скопление клеток, расположенных в определенном порядке. Как и всякое крупное научное обобщение, клеточная теория не возникла внезапно: ей предшествовали отдельные открытия различных исследователей.

Открытие клетки принадлежит английскому естествоиспытателю Р. Гуку, который в 1665 г. впервые рассмотрел тонкий срез пробки под микроскопом. На срезе было видно, что пробка имеет ячеистое строение, подобно пчелиным сотам. Эти ячейки Р. Гук назвал клетками. В дальнейшем в развитие клеточной теории был сделан вклад многими учеными.

#### **Основные положения современной клеточной теории:**

1. Клетка – основная единица строения и развития всех живых организмов, наименьшая единица живого.

2. Клетки одноклеточных и многоклеточных организмов сходны по строению, химическому составу и важнейшим проявлениям жизнедеятельности.

3. Размножение клеток происходит путем деления исходной (материнской) клетки.

4. В многоклеточных организмах клетки дифференцированы по строению и функциям и образуют ткани.

5. Клетки специализированных тканей формируют органы.

Сходство в строении клеток различных организмов, общность их основных свойств подтверждают общность их происхождения и позволяют сделать вывод о единстве органического мира.

**4. Строение клетки.** Несмотря на разнообразие форм и размеров, все клетки разных организмов сходны по многим признакам внутреннего



строения. Основными общими компонентами являются **цитоплазматическая мембрана, цитоплазма и ядро**. Клетка может жить и нормально функционировать лишь при наличии всех этих компонентов. Они тесно взаимодействуют друг с другом и окружающей средой.

**Отличия клеток грибов, растений и животных.** Наряду с общими признаками строения клетки растений, животных и грибов имеют и специфические компоненты.

В клетках растений содержатся пластиды, центральная вакуоль, которая обуславливает осмотические особенности клетки. Запасным веществом у растений является крахмал. Растительная клетка имеет толстую оболочку – клеточную стенку.

Животная клетка не имеет клеточной стенки, у нее нет пластид и центральной вакуоли. Запасным веществом животной клетки является гликоген. У них имеется клеточный центр.

Клетка грибов окружена твердой оболочкой, в составе которой содержится хитин. Для неё характерно наличие вакуолей. Пластид в клетке грибов нет. Запасным веществом является гликоген.

**Внешний покров клетки.** От окружающей среды вся клетка отделена клеточной оболочкой. В состав клеточной оболочки входят плазматическая мембрана и примыкающий к ее наружной поверхности слой углеводов. Внешний слой оболочки животной клетки тонкий, который называется **гликокаликс**. В его состав входят углеводы в комплексе с белками. У грибов в состав наружного слоя входит хитин. В растительной клетке этот слой очень толстый и называется клеточной стенкой. В ее состав могут входить клетчатка (целлюлоза) и другие сложные углеводы.

Клеточная стенка представляет собой внешний каркас, защитную оболочку, обеспечивает тургор растительных клеток. Через клеточную стенку проходит вода, минеральные соли, молекулы многих органических веществ. Образование наружной оболочки происходит благодаря жизнедеятельности самих клеток (рис.1, 2).

Под гликокаликсом и клеточной стенкой расположена **плазматическая мембрана** (лат. «мембрана» – кожа, пленка). Она граничит непосредственно с цитоплазмой. Толщина плазматической мембраны 7–8 нм. Согласно современным представлениям плазматическая мембрана образована двойным слоем липидов, с которым связаны белковые молекулы. Молекулы белков не образуют сплошного слоя. Они располагаются в слое липидов, погружаясь в него на разную глубину или находятся на внутренней и наружной поверхности. Белковые молекулы обеспечивают избирательный транспорт различных веществ в клетку или из клетки.

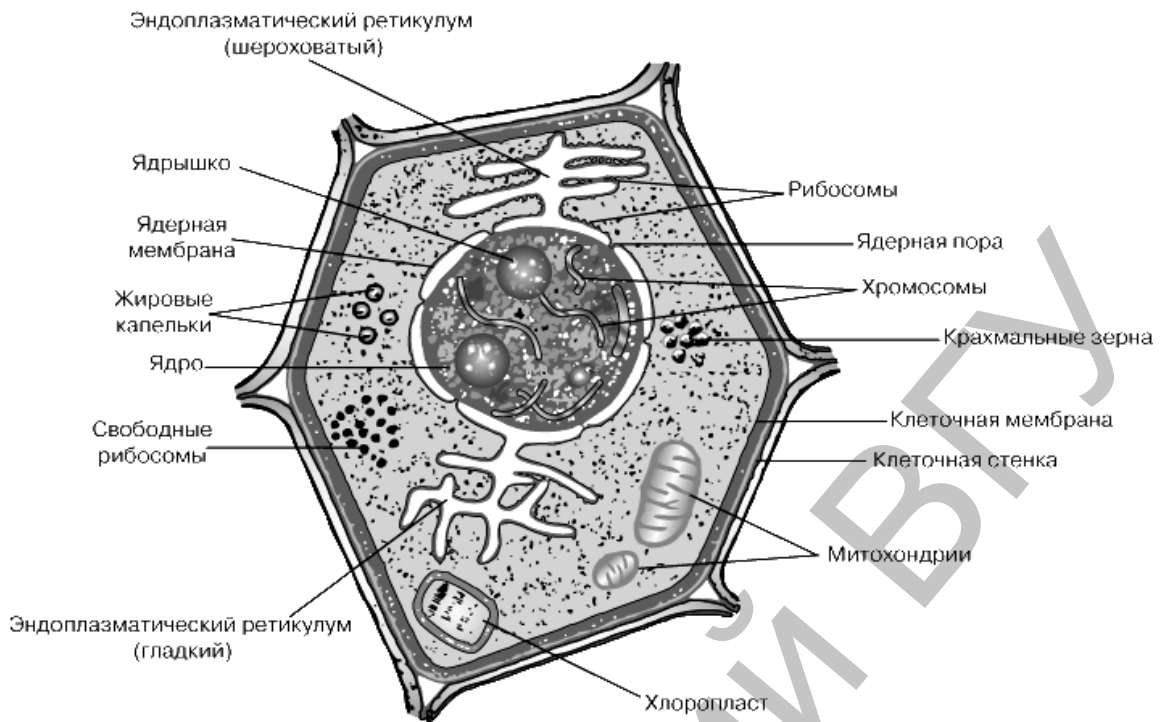


Рис. 1. Строение растительной клетки.

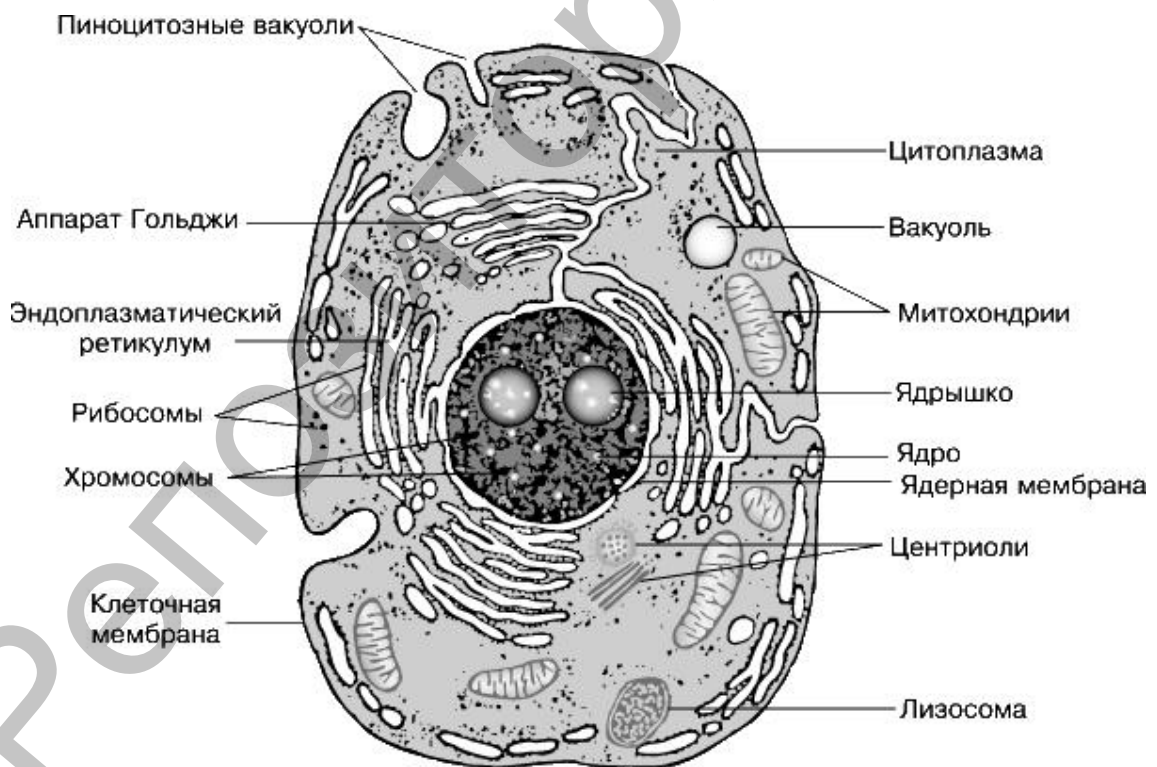


Рис. 2. Строение животной клетки.

Строение мембраны всех других внутриклеточных структур сходно с плазматической мембраной. Следовательно, плазматическая мембрана является универсальной структурой и поэтому её назвали элементарной.

Для плазматической мембраны характерна избирательная проницаемость, подвижность. Она обладает ферментативной активностью и высокой регенерационной способностью.

Плазматическая мембрана выполняет много разных функций, от которых зависит жизнедеятельность клеток. Во-первых, она образует барьер, ограничивающий внутреннее содержимое клетки от внешней среды. Во-вторых, благодаря плазматической мембране происходит соединение клеток друг с другом с образованием тканей. В-третьих, через неё поступают различные вещества в клетку и из клетки во внешнюю среду (транспортная функция).

Для переноса воды и различных ионов в плазматической мембране имеются поры. Кроме того, существует активный перенос веществ в клетку. Он осуществляется на основе фагоцитоза и пиноцитоза.

Захват плазматической мембраной твердых частиц называется фагоцитозом (греч. «фагос» – пожирать и «цитос» – клетка). Это явление можно наблюдать при захвате амёбой более мелких одноклеточных.

Плазматическая мембрана может захватывать капельки жидкости с растворенными в ней веществами. Этот процесс называется пиноцитозом (греч. «пино» – пью и «цитос» – клетка).

**Цитоплазма** обязательная часть клетки, заключенная между плазматической мембраной и ядром. Цитоплазма подразделяется на бесструктурную часть – *гиалоплазму* и погруженные в нее структуры: органоиды и включения. Гиалоплазма (матрикс клетки) представляет собой водные растворы органических и неорганических веществ клетки. В зависимости от функционального состояния клетки может изменять свою вязкость. Она может переходить из жидкого состояния (золь) в более густое (гель) и наоборот. В гиалоплазме кроме органоидов и включений имеются мельчайшие трубочки и нити, образующие скелет клетки. В ней протекают основные процессы обмена веществ. Она объединяет все внутриклеточные структуры между собой и обеспечивает их химическое взаимодействие. Следовательно, гиалоплазма обеспечивает функционирование клетки как единой целостной живой системы.

В цитоплазме расположены постоянные структуры – **органоиды**. Различают общие органоиды и органоиды специального назначения. **Специальные органоиды** находятся только в определенном типе клеток и обеспечивают выполнение функций этими клетками (реснички, жгутики, нейрофибриллы (передающие возбуждение) и др.).

**Общие органоиды** находятся в цитоплазме всех клеток и выполняют присущие им функции. К ним относятся клеточный центр (в основном в животных клетках), митохондрии, пластинчатый комплекс (комплекс Гольджи), эндоплазматическая сеть (ЭПС), рибосомы, лизосомы и пластиды (только в растительных клетках).

*Клеточный центр* встречается преимущественно в клетках животных и низших растений. Он располагается, как правило, в геометрическом центре клетки. Основной частью клеточного центра являются два маленьких тельца – центриоли. Они располагаются в светлой сферической части цитоплазмы, свободной от других органоидов и включений. Каждая центриоль имеет форму цилиндра длиной 0,2–0,3 мкм. Основной функцией клеточного центра является участие в образовании веретена деления во время митоза.

*Митохондрии* в световом микроскопе имеют вид мелких зернышек, палочек, нитей. От этого они и получили свое название (греч. «митоз» – нить, «хондрион» – зерно). Размеры митохондрий колеблются в основном от 0,2 до 7 мкм, но могут достигать и 15 мкм (нитевидные). Электронно-микроскопическими исследованиями установлено, что митохондрии отделены от цитоплазмы двумя элементарными мембранами. Наружная мембрана гладкая, выростов не имеет. Внутренняя мембрана образует выросты внутрь митохондрий – *кристы* (лат. «криста» – гребень, вырост).

Внутри митохондрии заполнены жидкостью. Она содержит белки, углеводы, ДНК, РНК, ионы неорганических веществ, рибосомы и другие компоненты.

Митохондрии называют «силовыми станциями» клеток, так как их основная функция – синтез АТФ. В них происходит преобразование пищевых веществ в энергию связей АТФ, которая используется для жизнедеятельности клетки и организма в целом. Кроме того, митохондрии обеспечивают клеточное дыхание и в них происходит синтез белка. Митохондрии обладают полной системой синтеза белков. Они имеют свою ДНК, РНК и рибосомы.

*Пластинчатый комплекс (комплекс Гольджи)* чаще всего расположен вокруг ядра или около него. Несмотря на разнообразие внешней формы микроскопическое строение его одинаково как в растительных, так и в животных клетках. В его состав входят цистерны, каналцы и вакуоли или пузырьки, содержимое которых отграничено от цитоплазмы мембраной.

Цистерны представлены плоскими мешочками, сложенными стопками по 5–8 штук. От цистерн отходит система трубочек, которые заканчиваются крупными или мелкими пузырьками.

Пластинчатый комплекс выполняет ряд важных функций в клетке. Он принимает участие в доработке и временном складировании секрета. С его участием обособляются и выводятся из клетки ненужные и ядовитые вещества. Он принимает участие в синтезе липидов и углеводов, формировании первичных лизосом и т.д.

*Эндоплазматическая сеть (ЭПС)* пронизывает всю цитоплазму. Она связана с одной стороны с цитоплазматической мембраной, а с дру-

гой с различными внутриклеточными структурами: наружной ядерной мембраной, пластинчатым комплексом и т.д.

Этот органоид состоит из отграниченных мембранами цилиндрических цистерн, канальцев и вакуолей. Различают два типа эндоплазматической сети: шероховатую и гладкую. На мембранах шероховатой сети располагаются рибосомы. Она наиболее развита в клетках активно синтезирующих белки. На мембранах гладкой эндоплазматической сети рибосом нет. Она лучше развита в клетках, синтезирующих углеводы и липиды.

Пронизывая всю цитоплазму эндоплазматическая сеть разделяет клетку на отдельные отсеки, где происходят различные биохимические реакции. Она транспортирует продукты синтеза к различным органоидам или участкам клетки. Кроме того, она объединяет внутриклеточные структуры и обеспечивает их взаимодействие.

*Рибосомы* – это небольшие частицы, состоящие из р-РНК и белка. Рибосомы располагаются на каналах шероховатой ЭПС или свободно в цитоплазме. Они также обнаружены в ядре, митохондриях и пластидах растительных клеток.

Основной функцией рибосом является синтез белка, т.е. на них происходит сборка белковых молекул.

*Лизосомы* – это органоиды клетки округлой формы, окруженные мембраной. Ферменты лизосом могут расщеплять белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды и другие вещества, поступающие в клетку.

Ферменты лизосом могут переварить и содержимое клеток, в которых они находятся. Но в функционирующей клетке ферменты лизосом отграничены от цитоплазмы прочной мембраной. Однако, если мембраны лизосом повреждаются от каких-либо внешних воздействий, то происходит разрушение клетки или её части.

Скопление лизосом – это «пищеварительная система» клетки, поскольку они способны вызвать лизис (растворение) любых веществ, поступающих в клетку и ее компонентов.

*Пластиды* это органоиды, свойственные только клеткам растений. Существуют три основных вида пластид: хлоропласты, хромопласты и лейкопласты.

Хлоропласты зеленые пластиды, в которых происходит фотосинтез, т.е. образование органических веществ (углеводов) из неорганических ( $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ) при использовании энергии солнечного света. В хлоропластах также синтезируются АТФ и белок.

Хромопласты имеют красную, желтую, оранжевую окраску. Они находятся в клетках цветов, плодов, стеблей и листьев, окрашивая их в разнообразные цвета.

Лейкопласты – это бесцветные пластиды. Они содержатся в корнях, клубнях и др. органах. По форме и размерам лейкопласты сходны с хло-

ропластами. В лейкопластах происходит накопление запасных питательных веществ: крахмала, белков, жиров.

**Включения** – временные компоненты цитоплазмы, формирующиеся в клетке в определенные периоды ее жизнедеятельности. Трофические включения представлены запасными питательными веществами (крахмальные и белковые зерна, капли жира – в растительных клетках, гликоген и жир – в животных клетках). Секреторные включения – продукты жизнедеятельности железистых клеток (гормоны, ферменты, секреты). Экскреторные включения представлены конечными продуктами обмена растительных и животных клеток (кристаллы оксалата кальция, гипса, мочевой кислоты и др.).

**Вакуоли** – это полости, ограниченные мембраной; хорошо выражены в клетках растений и имеются у простейших. Они образуются из пузырьков комплекса Гольджи, расширений эндоплазматической сети, из наружной клеточной мембраны. В вакуолях сосредоточен клеточный сок, в котором растворены органические и минеральные вещества. Мембраны вакуоли полупроницаемы, благодаря чему поддерживается относительное постоянство внутренней среды в клетке.

**Ядро** – обязательная часть клетки одноклеточных и всех многоклеточных организмов – **эукариот**. Типичного четко обособленного ядра не найдено только у бактерий и цианобактерий (сине-зеленых водорослей) – **прокариот**. Большинство клеток имеет одно ядро, некоторые же – много ядер (клетки плесневого гриба мукора, костного мозга, печени).

Формы и размеры ядра в основном определяются формой и размерами клетки: в шаровидных клетках оно чаще всего округлое, в удлинённых – продолговатое. Ядро обычно располагается в центре клетки, иногда – на периферии. Оно ограничено от цитоплазмы тонкой ядерной оболочкой с мельчайшими порами – **кариолеммой**. Ядерная оболочка контролирует обмен веществ между ядром и цитоплазмой. Содержимое ядра представлено ядерным соком или кариоплазмой и погруженными в него оформленными элементами (хроматином, ядрышками).

**Кариоплазма** – жидкая фаза ядра, в которой в растворенном виде находятся продукты жизнедеятельности ядерных структур.

**Ядрышки** – тельца шаровидной формы, не имеющие мембраны и непосредственно контактирующие с ядерным соком. Состоят в основном из комплексов РНК с белками. Основная функция – синтез рибосом.

**Хроматин** – содержит ДНК и белки и представляет собой спирализованные и уплотненные участки хромосом в виде клубка нитей, тонкой сеточки. В момент деления клетки все хроматиновое вещество ядра распадается на строго определенное для каждого вида количество участков – **хромосом** – являющихся носителями генов. Совокупность хромосом соматической (телесной) клетки организмов одного вида называют **хромосомным набором, или кариотипом**. Соматические клетки имеют двойной

(2n), или диплоидный набор хромосом и половинный, или гаплоидный (n). Полиплоидными называются клетки, имеющие более двух наборов хромосом (3n, 4n, 16n и т.д.).

Одинаковые по форме, структуре и размерам, но имеющие разное происхождение (относительно пола) парные хромосомы называются *гомологичными*.

Видовая специфичность кариотипа – это определенное число хромосом соматических клеток, характерное для каждого вида. Так, например: человек имеет 46 хромосом, собака – 78, дрозофила – 8, томат – 24, кукуруза – 20 и т.д.

Основная функция ядра – сохранение и передача наследственной информации и участие в синтезе белка.

Таким образом, клетка обладает тонкой и весьма сложной организацией. Обширная сеть цитоплазматических мембран и мембранный принцип строения органоидов позволяют разграничить множество одновременно протекающих в клетке химических реакций. Каждое из внутриклеточных образований имеет свою структуру и специфическую функцию, но только при их взаимодействии возможна гармоничная жизнедеятельность клетки. На основе такого взаимодействия вещества из окружающей среды поступают в клетку, а отработанные продукты выводятся из нее во внешнюю среду – так совершается обмен веществ.

Совершенство структурной организации клетки могло возникнуть только в результате длительной биологической эволюции, в процессе которой выполняемые ею функции постепенно усложнялись.

## ЛЕКЦИЯ 2. ДЕЛЕНИЕ КЛЕТКИ. РАЗМНОЖЕНИЕ И ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМОВ

1. Деление клетки – основа роста и развития организмов
2. Бесполое размножение
3. Половое размножение
4. Индивидуальное развитие организмов

**1. Деление клетки – основа роста и развития организмов.** Непрерывность существования клеток поддерживается путем деления. Способность к делению – важнейшее свойство клеток.

Способные к делению клетки проходят две стадии: **интерфазу** (стадия между двумя делениями) и **период деления**. В интерфазе происходит подготовка клетки к делению. Продолжительность интерфазы в среднем составляет 10–20 часов, а процесс деления происходит за 1–1,5 часа.

Интерфаза делящихся клеток включает три периода: пресинтетический, синтетический и постсинтетический.

В **пресинтетическом периоде** клетка растет и синтезирует белки и РНК, необходимые для последующего удвоения хромосом.

**Период синтеза** является очень важным при подготовке клетки к делению. В этом периоде происходит удвоение ДНК и одновременный синтез гистонных (основных) белков. Следовательно, в периоде синтеза происходит удвоение числа хромосом.

В **постсинтетическом периоде** происходит удвоение центриолей и других органоидов, синтез белков веретена деления и накопление энергии, необходимой для обеспечения процесса деления.

Различают деление соматических клеток (клеток тела) и половых клеток. Для соматических клеток основными способами деления являются митоз и амитоз.

**Амитоз** (прямое деление) встречается у различных клеток, но значительно реже, чем митоз. Амитоз можно наблюдать у стареющих клеток или при различных патологических процессах в них. Во время амитоза клетка не перестаёт функционировать. Поэтому амитоз характеризуют как деление клетки в состоянии интерфазы. При амитозе хромосомы не видны в световой микроскоп, ядро и цитоплазма делится путем перетяжки на две клетки. Довольно часто амитоз заканчивается делением ядра без последующего деления цитоплазмы. В этом случае образуются двухядерные и многоядерные клетки.

**Митоз** (греч. «митос» – нить) – универсальный способ деления клеток и широко распространен в природе. Характерной чертой является образование веретена деления. Во время митоза клетка не выполняет свои основные функции. Вся энергия клетки направлена в это время на обеспечение процессов деления.

Митоз представляет собой непрерывный процесс, но условно разделяется на 4 основных фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

В **профазе** центриоли клеточного центра расходятся к противоположным полюсам клетки и начинается формирование веретена деления. В ядре происходит спирализация (скручивание) хромосом. Вначале они видны в ядре в виде тонких, длинных, густо переплетенных нитей. Затем хромосомы ещё больше укорачиваются и утолщаются. К концу профазы исчезает ядрышко. Ядерные мембраны распадаются на отдельные фрагменты и образуют маленькие пузырьки. В результате этих процессов ядерный сок и цитоплазма смешиваются, образуя общую среду. Хромосомы лежат свободно в цитоплазме в области бывшего ядра.

В **метафазе** хромосомы максимально спирализуются и перегибаются в области первичной перетяжки. Они принимают определенную для каждой пары форму и размеры. Затем хромосомы движутся к экватору клетки и прикрепляются центромерами к нитям



веретена. Такое расположение хромосом обеспечивает их равномерное распределение между дочерними клетками. К концу метафазы плечи хромосом расходятся и уже видно, что каждая хромосома состоит из двух хроматид, которые соединены только в области первичной перетяжки.

В **анафазе** хромосомы разделяются и в области первичной перетяжки, образуя две группы дочерних хромосом. Дочерние хромосомы начинают двигаться к противоположным полюсам клетки. Движение хромосом осуществляется за счет нитей веретена деления и удлинения самой клетки. Этот процесс происходит медленно (примерно 1–1,5 мкм/мин). Достигнув полюсов, клетки хромосомы располагаются центромерами в одной плоскости. Таким образом, в конце анафазы в клетке находятся два диплоидных набора хромосом.

**Телофаза** завершает митоз. В ней происходят те же явления что и в профазе, только в обратном порядке. Веретено деления исчезает. Хромосомы деспирализуются (раскручиваются). Они вначале видны в виде толстых, коротких нитей, а затем становятся длинными тонкими и, в конечном итоге, переходят в интерфазный хроматин. Из мембранных структур цитоплазмы формируются наружная и внутренняя мембраны ядра. Появляется ядрышко. На протяжении телофазы происходит деление цитоплазмы клетки и образуются две дочерние диплоидные клетки, подобные на материнскую. От материнской они отличаются только меньшими размерами (рис. 3).

**Биологическое значение митоза** заключается в том, что каждая дочерняя клетка получает точно такие хромосомы, какие имела материнская клетка. Число хромосом в дочерних клетках точно равно числу хромосом клетки материнской. Следовательно, митоз обеспечивает полную передачу наследственной информации каждой из дочерних клеток. Это важнейшее явление, обеспечивающее эмбриональное развитие и рост организмов, восстановление органов и тканей после повреждения. Митотическое деление клеток - цитологическая основа бесполого размножения организмов.

Каждую секунду на Земле гибнет от старости, болезней и хищников большое количество животных организмов. Эта убыль непрерывно восстанавливается за счёт размножения. Размножение – это способность организмов к воспроизведению потомства. В основе любой формы размножения лежит процесс деления клетки. Различают бесполое и половое размножение.

**2. Бесполое размножение.** В бесполом размножении принимает участие только одна родительская особь. В этом случае новый организм возникает из одной клетки или группы клеток материнского организма. Бесполое размножение осуществляется делением клеток путем митоза, почкованием, делением тела на части.

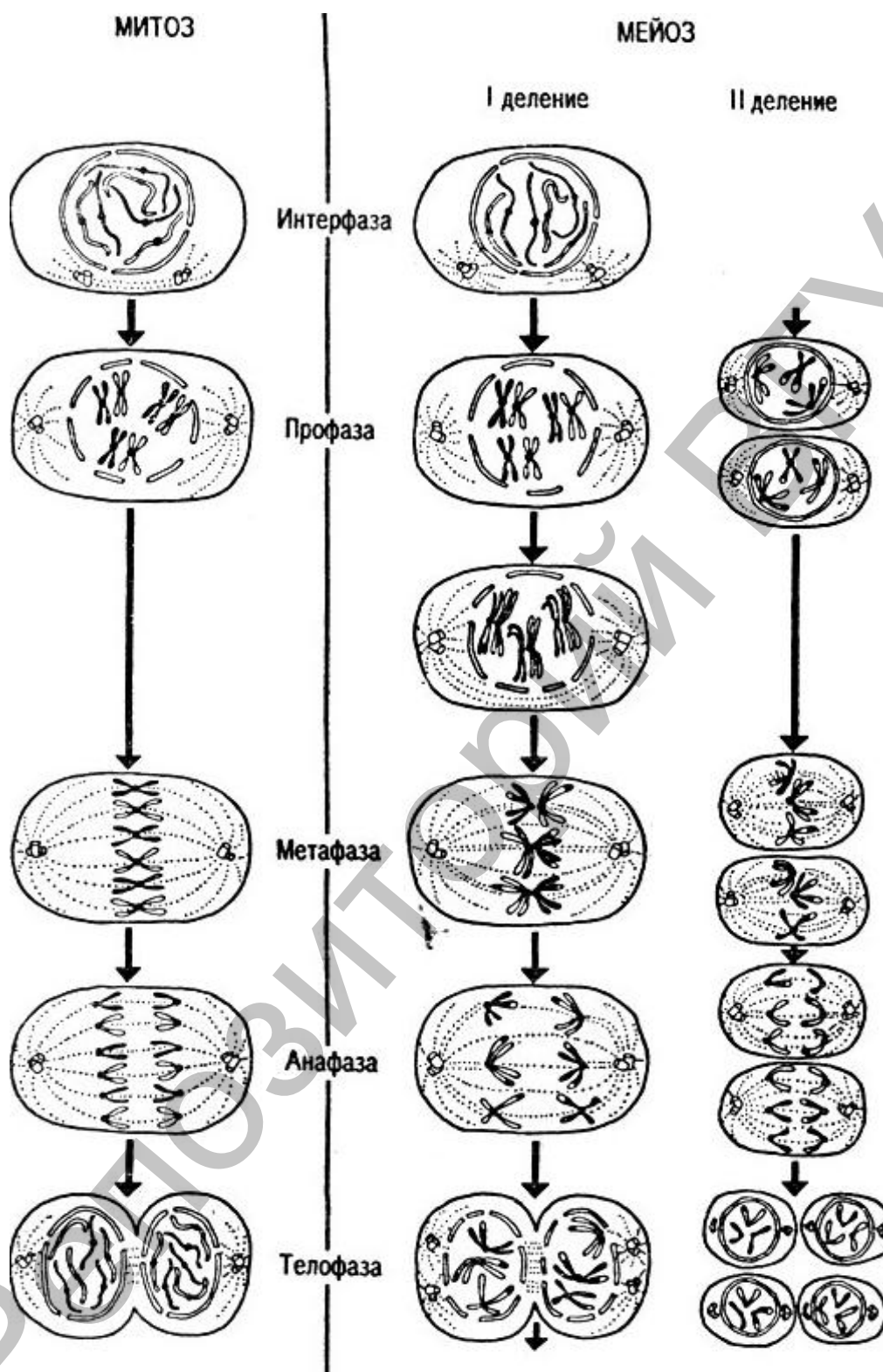


Рис. 3. Схема митоза и мейоза.

Бесполое размножение очень широко распространено у бактерий и сине-зеленых водорослей. Им характерна наиболее простая форма бесполого размножения, при котором тело делится пополам и образуются

две дочерние особи. Каждая из них представляет собой целый самостоятельный организм.

Многие одноклеточные (амебы, эвглены) делятся путем *митоза*, в результате которого из одной клетки образуются две дочерние.

Гидры, дрожжевые организмы и некоторые другие беспозвоночные размножаются путём *почкования*. На теле материнского организма образуется небольшой бугорок с ядром. Затем он превращается в скопление клеток, увеличивается в размерах и приобретает черты сходства с материнской особью. Почка может отделяться от родительской особи и тогда становится самостоятельным организмом.

Многие растения (водоросли, мхи, папоротники) и грибы размножаются при помощи спор. Споры представляют собой гаплоидные клетки покрытые плотной оболочкой. Они устойчивы к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды (холод, высушивание, перегрев). Споры неподвижны и пассивно переносятся водой, ветром, животными. При возникновении благоприятных условий из споры образуется новый организм.

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

Разделением тела на несколько частей могут размножаться и некоторые животные (плоские черви, морские звезды). Каждая часть восстанавливает недостающие органы и превращается в целый организм, идентичный родительской особи.

При любых формах бесполого размножения все потомки генетически идентичны материнскому организму. Бесполое размножение приводит к увеличению числа особей, но не сопровождается повышением генетического разнообразия внутри вида. Новые признаки могут появляться только в результате мутаций.

**3. Половое размножение** – способ размножения, при котором новая особь развивается в результате слияния женских и мужских половых клеток (оплодотворение). Таким способом размножаются все эукариоты. Половое размножение может осуществляться конъюгацией, копуляцией, партеногенезом.

*Конъюгация* – сближение двух соматических клеток и образование между ними цитоплазматического мостика, через который осуществляется обмен наследственным материалом, после чего особи расходятся (у инфузорий), или слияние цитоплазмы обеих клеток (у водорослей, низших грибов). Количество особей при этом не увеличивается, но происходит обновление их наследственного материала. После конъюгации особи начинают размножаться бесполом путем.

*Партеногенез* – одна из форм полового размножения, при которой новый организм развивается из неоплодотворенной яйцеклетки.

Партеногенезом могут размножаться дафнии, тли, пчелы и некоторые позвоночные.

**Копуляция** – слияние двух одинаковых или разных по форме, размерам и подвижности половых клеток (гамет) – женской (яйцеклетка) и мужской (сперматозоид). Процесс образования половых клеток (гаметогенез) происходит в половых железах путем мейоза.

**Мейоз** – особая форма митоза, в результате которого клетки из диплоидного состояния переходят в гаплоидное, что необходимо для восстановления при копуляции диплоидного набора хромосом.

У высших растений с помощью мейоза образуются споры, а у животных – гаметы. Мейоз представляет собой два последовательных деления (мейоз I и мейоз II), в которых различают те же фазы, что и при митозе. Однако продолжительность их и характер значительно отличаются от последнего. В результате мейоза I (редукционное деление) число хромосом уменьшается вдвое. Мейоз II (эквационное, или уравнивательное, деление) сохраняет этот гаплоидный набор хромосом.

При мейозе I в профазе гомологичные хромосомы конъюгируют и обмениваются гомологичными участками (кроссинговер).

В метафазе по экватору клетки располагаются не отдельные хромосомы, а пары конъюгировавших хромосом.

В анафазе гомологичные хромосомы, каждая из которых состоит из двух хроматид, расходятся к противоположным полюсам.

В телофазе мейоза каждая дочерняя клетка получает гаплоидный набор хромосом и сразу же наступает мейоз II, поэтому редупликация ДНК не успевает произойти и профазы бывают очень короткой или вообще не наступают. В метафазе мейоза II хромосомы, состоящие из двух хроматид, располагаются в экваториальной плоскости, а в анафазе хроматиды расходятся к противоположным полюсам. В телофазе образуются четыре гаплоидные клетки (рис 3).

Таким образом, роль мейоза заключается не только в том, что он приводит к образованию гамет с гаплоидным набором хромосом, но и вызывает последовательное расхождение гомологичных хромосом и их хроматид, а также кроссинговер. Все это обуславливает разнообразие гамет с неповторимыми комбинациями генов из «отцовских» и «материнских» хромосом. Следовательно, мейоз является источником комбинативной изменчивости, имеющей большое значение в эволюции органического мира.

Образование мужских половых клеток протекает в семенниках (сперматогенез), а женских – в яичниках (оогенез). **Яйцеклетки**, как правило, неподвижны и имеют округлую форму. Они значительно крупнее сперматозоидов, поскольку многие из них содержат запасное питательное вещество – желток. **Сперматозоиды** имеют небольшие размеры и способны активно передвигаться против тока жидкости. Основной функцией сперматозоидов является доставка хромосомного набора в яйцеклетку.

Сущность оплодотворения заключается в слиянии ядер яйцеклетки и сперматозоида. С образованием диплоидной клетки – *зиготы*. При оплодотворении в яйцеклетку могут проникать один или несколько сперматозоидов. В случае проникновения нескольких сперматозоидов с ядром яйцеклетки сливается только один, а остальные растворяются в цитоплазме яйцеклетки. После проникновения сперматозоида, яйцеклетка покрывается плотной защитной оболочкой, которая препятствует проникновению в нее других сперматозоидов. Ядра яйцеклетки и сперматозоида набухают, сближаются и сливаются друг с другом, образуя ядро зиготы. Таким образом, в зиготе восстанавливается диплоидный набор хромосом и объединяется генетическая информация материнского и отцовского организмов.

У животных различают внешнее и внутреннее оплодотворение. При внешнем оплодотворении половые клетки сливаются вне организма и развитие зародыша происходит, как правило, в водной среде. Внешнее оплодотворение характерно для рыб и земноводных.

Для внутреннего оплодотворения характерно слияние гамет внутри организма самки. При этом развитие зародыша может происходить или во внешней среде (птицы, большинство пресмыкающихся), или внутри материнского организма (млекопитающие).

У покрытосеменных растений спермии развиваются в пыльцевых зёрнах пыльников на тычинках, а яйцеклетки находятся в зародышевом мешке семяпочки. В зародышевом мешке, кроме гаплоидной яйцеклетки, лежит ещё одна диплоидная центральная клетка. Пыльцевое зерно, оказавшись на рыльце пестика в ходе опыления, начинает расти внутрь пестика, в зародышевый мешок, специальной пыльцевой трубкой. По пыльцевой трубке в зародышевый мешок проникают два спермия. Один из них сливается с яйцеклеткой. В результате образуется зигота, из которой развивается зародыш. Второй сперматозоид сливается с центральной клеткой и образуется триплоидная клетка, из которой развивается эндосперм. Этот половой процесс у покрытосеменных растений называется двойным оплодотворением.

**Биологическое значение полового размножения.** Появление полового размножения дало колоссальные преимущества по сравнению с бесполом процессом. При половом размножении происходит слияние женской и мужской половых клеток, принадлежащих, как правило, двум разным особям. Образовавшийся новый организм несет в себе признаки отца и матери, т.е. в дочернем организме происходит комбинация генов, до этого принадлежавших обоим родителям. В результате этого происходит колоссальное увеличение наследственного разнообразия организмов. Разнообразие генотипов особей, составляющих вид, обеспечивает возможность более успешного и быстрого приспособления вида к меняющимся условиям обитания, освоения новых территорий и т.д.

Способность организма к размножению лежит в основе его индивидуального развития.

4. **Индивидуальное развитие организмов.** Процесс индивидуального развития особи от момента образования зиготы до конца жизни носит название **онтогенеза**. В онтогенезе выделяют эмбриональный и постэмбриональный периоды.

**Эмбриональный** период (зародышевое развитие) начинается с образования зиготы и заканчивается рождением или выходом зародыша из яйца.

**Постэмбриональный** период (послезародышевое развитие) наступает после рождения или выхода зародыша из яйца и заканчивается смертью организма.

Эмбриональное развитие состоит из следующих основных этапов:

- 1) **дробление**, в результате которого образуется многоклеточный зародыш;
- 2) **гастрюляции**, 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).

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 взрослому животному. Следовательно, при метаморфозе разрушаются личиночные органы и возникают органы, свойственные взрослому животному.

В постэмбриональном периоде происходит рост, половое созревание и старение организма.

### ЛЕКЦИЯ 3. МНОГООБРАЗИЕ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

1. Современная классификация живых организмов
2. Доклеточные формы жизни: вирусы
3. Клеточные формы жизни. Царство Бактерии
4. Царство Протисты

**1. Современная классификация живых организмов.** В настоящее время известно около двух миллионов видов живых организмов. Они от-

личаются по форме, размерам, подвижности, поведению, способам добычи пищи, средам жизни и многим другим признакам. Для удобства ориентации в многообразии организмов их объединяют в более или менее однородные группы (классифицируют).

Систематика – раздел биологии, занимающийся классификацией организмов по признакам сходства и родства. В рамках этой науки организмам присваивают наименования и объединяют в родственные систематические группы (таксоны). Выделяют следующие таксономические группы: вид, род, семейство, отряд (у растений порядок), класс, тип (у растений отдел), царство, надцарство.

До сих пор в науке не существует единого мнения о количестве таксономических групп. В последние десятилетия наибольшее распространение получила система американского ученого Р. Виттакера, согласно которой все живые организмы подразделяются на два надцарства и пять царств (рис. 4).



Рис. 4. Таксономические группы живых организмов.

**2. Доклеточные формы жизни: вирусы.** Вирусы (от лат. «virus» – яд) – это мельчайшие живые организмы, обладающие признаками как живого существа, так и химического вещества. Они не способны самостоятельно существовать, а проникают в живые клетки прокариот и эукариот и размножаются только внутри этих клеток.

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*.

Вирусы нельзя считать клетками. У них нет цитоплазмы, ядра, органоидов. Они лишены способности к обмену веществ и энергии. Способность к размножению и связанную с ней наследственность и изменчивость они приобретают только при попадании в живую клетку, поэтому являются облигатными

ми паразитами. Попав внутрь клетки хозяина и используя свою ДНК или РНК, они дают клетке команду синтезировать новые копии данного вируса.

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.

Среди вирусов есть *бактериофаги* – наиболее сложно устроенные вирусы, паразитирующие на бактериях. Существуют 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.

### **3. Клеточные формы жизни. Царство Бактерии (*Bacteria*).**

Бактерии – это мельчайшие обычно одноклеточные организмы размером от 0,1 до 10 мкм, видимые под микроскопом. Снаружи бактериальная клетка окружена плотной оболочкой, а у некоторых видов еще и слизистой капсулой. Форма клеток разнообразна: округлые – кокки; палочковидные – бациллы; спиралевидные – спираиллы; изогнутые в виде запятой – вибрионы.

Внутри клетки бактерии находится цитоплазма, мембрана которой образует впячивания – мезосомы, в которых у фотосинтезирующих бактерий находятся фотосинтезирующие пигменты. Мезосомы выполняют функции митохондрий. Бактерии не имеют компактного ядра. Генетический материал представлен одиночными молекулами ДНК. Белок в клетке бактерий синтезируется в рибосомах.

По способу питания бактерии делятся на две большие группы: автотрофы и гетеротрофы.

**К автотрофам**, не нуждающимся в веществах, произведенных другими организмами, относятся фотосинтетики (например, пурпурные бактерии и сине-зеленые водоросли) и хемосинтетики (железобактерии, серобактерии, азотные бактерии).

**К гетеротрофам** относятся паразиты (возбудители гонореи, менингита и пр.) и сапрофиты (например, бактерии гниения или брожения).

Запасные питательные вещества у бактерий – крахмал, гликоген, волютин, капельки жира, а у серобактерий – капельки серы.

По типу дыхания бактерии делятся на аэробные и анаэробные. **Аэробным** необходим свободный доступ кислорода. **Анаэробные бактерии** живут без доступа кислорода. Энергия, необходимая для жизнедея-



тельности, добывается за счет брожения. Различают спиртовое, молочно-кислое и масляно-кислое брожение.

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

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 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 получают в результате брожения (молочно-кислые 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.

Среди бактерий особое место занимают **цианобактерии или сине-зеленые водоросли** (от греч. «цианос» – синий и бактерии).

Снаружи клетка покрыта прочной клеточной стенкой и слизистым чехлом. Под оболочкой располагается плазматическая мембрана. Они не имеют оформленного ядра. ДНК их располагается непосредственно в цитоплазме. Сине-зеленые водоросли не имеют хлоропластов. Хлорофилл, заключенный в мембрану, находится прямо в цитоплазме. В цитоплазме клеток содержатся свободные рибосомы.

Особенностью клеток сине-зеленых водорослей является наличие в них включений. К ним относятся газовые вакуоли и гранулы неясной природы. Газовые вакуоли представлены пузырьками, наполненными газом. Их мембраны образованы белком без участия липидов. Такие белковые мембраны у эукариот не встречаются. Клетки, содержащие газовые вакуоли, обычно плавают на поверхности воды.

Размножаются сине-зеленые водоросли делением клетки пополам.

Сине-зеленые водоросли широко распространены в пресных водоемах, морях, океанах, в почве. Это наиболее древние из организмов, содержащих хлорофилл. Сине-зеленые водоросли обильно размножаются в водоемах, загрязненных органическими веществами, поэтому они могут служить индикаторами степени загрязненности воды.

Существует около 2 тыс видов цианобактерий. В Беларуси распространены роды микроцистис, осциллятория, анабена, носток и др.

5. Царство **Протисты** (*Protista*) (Простейшие) объединяет необычную группу организмов, значительно отличающихся друг от друга по строению, образу жизни. Часть из них ранее относили к животным (амебу, инфузорию), часть – к растениям (хлореллу, хламидоманаду), часть – к грибам (фитофтору).

**Особенности простейших.** К простейшим относят животных, тело которых состоит из одной клетки микроскопических размеров. Размеры у большинства простейших колеблются от 0,02 до 3 мм.

Обитают простейшие во влажной среде. Очень малые размеры, позволяют им находить все необходимые условия жизни даже в небольшом количестве жидкости. Поэтому простейшие могут жить во влаге почвы, и в каплях воды, скопившейся в пазухах листьев, между стебельками мха. Они живут и внутри растений, животных и человека. Для представителей этого царства характерен одноклеточный или колониальный тип организации.

По строению клетки простейших соответствуют отдельным клеткам многоклеточных организмов. Кроме обычных для всех клеток структурных единиц (цитоплазма, ядро, митохондрии, рибосомы и др.) у простейших есть и специальные структуры. Их иногда называют **органеллами** – это органеллы движения, питания, выделения, защиты.

Форма тела простейших весьма разнообразна. Это зависит от их жизни в разных условиях. Форма тела может быть постоянной (жгутиковые, инфузории) и непостоянной (амебы). У многих простейших на поверхности имеется оболочка или раковина.

Передвигаются простейшие при помощи органелл движения – **ложноножек, жгутиков, ресничек**. Ложноножки (псевдоподии) – временные выросты цитоплазмы. В них медленно перетекает все содержимое тела, и таким образом животное перемещается на новое место. Жгутики и реснички – постоянные образования цитоплазмы. При вращательном движении жгутиков или взмахах многочисленных ресничек простейшие передвигаются в воде. Существуют неподвижные илидвигающиеся за счет особого «скользящего» движения формы.

Размножение простейших осуществляется половым и бесполом путями.

По типу питания протисты делятся на три группы: гетеротрофные, автотрофные и автотрофные.

**Саркодовые** – большая группа простейших (тысячи видов), объединяющая одноклеточных гетеротрофных протистов, у которых отсутствуют жгутики. Все саркодовые – достаточно примитивные организмы со слабой дифференциацией цитоплазмы и наружной мембраны.

Классификация саркодовых, как и всех остальных протистов, недостаточно ясна. Основные группы саркодовых: корненожки, актиноподы, фораминиферы, радиолярии, солнечники.

**Корненожки** отличаются наличием ложноножек – выростов цитоплазмы, образующихся в разных частях клетки, благодаря которым они движутся и захватывают пищу. Типичным представителем корненожек является амеба-протей.

Амеба – это всеядное животное диаметром до 0,1 мм, обитающее в мелких прудах и проточных ручьях. Ее пищу составляют микроскопические водоросли, инфузории, жгутиконосцы. Цитоплазма отделена от внешней среды тончайшей мембраной и дифференцирована на два слоя: прозрачный наружный (эктоплазма или плазмагель) и зернистый внутренний (эндоплазма или плазмозоль). В эндоплазме помимо ядра и органоидов имеются капельки жира, обеспечивающие плавучесть. Частица пищи обхватывается ложноножками и обволакивается цитоплазмой; вокруг нее образуется пузырек пищеварительной вакуоли с ферментами. Питательные вещества всасываются внутрь цитоплазмы, остальное выбрасывается прочь (рис 5).

Выделение избытка воды и продуктов жизнедеятельности из организма амебы происходит через сократительную вакуоль.

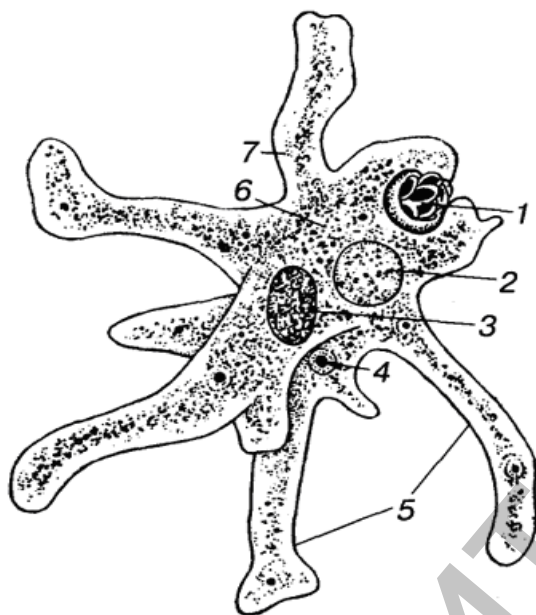


Рис. 5.

- 1,4 – пищеварительная вакуоль;  
 2 – выделительная вакуоль; 3 – ядро;  
 5 – псевоподии;  
 6 – эндоплазма; 7 – эктоплазма.

У амебы нет специализированных чувствительных структур, однако она реагирует на пищу, избегает яркого света и механических раздражителей, а также некоторых химических веществ. Чтобы переместиться вперед, амеба вытягивает в нужном направлении ложноножку, а затем «перетекает» в нее. Скорость ее движения – 10–15 мм в час. Размножение амебы происходит путем деления надвое; процесс деления занимает не более получаса.

Цитоплазма **фораминифер** заключена в известковую (с вкраплениями песка и других частиц), однокамерную или многокамерную, иногда ветвящуюся раковину. Это морские, как правило, донные организмы. Среди фораминифер чаще всего попадаются экземпляры размерами от 0,1 мм до 1 мм, хотя встречаются и настоящие гиганты – до 20 см. Внутренняя полость раковины сообщается с окружающей средой через многочисленные поры, а также через отверстие в раковине – устье.

У фораминифер наблюдается последовательная смена полового и бесполого поколений. При этом на разных этапах жизненного цикла ядро дважды многократно делится. Образовавшиеся в результате клетки в дальнейшем сливаются, давая начало организмам нового поколения.

Другая группа саркодовых – **радиолярии, или лучевики**. Это морские (преимущественно тепловодные) планктонные животные размеров от

40 мкм до 1 мм. У радиолярий есть подобие внутреннего скелета, который образован плотным слоем цитоплазмы и пронизан многочисленными порами. Находящаяся снаружи от скелета эктоплазма богата жировыми капельками, что помогает лучевику парить в воде. Нитевидные ложноножки служат дополнительным приспособлением для парения и помогают захватывать пищу. Минеральный скелет, состоящий из кремнезёма или сульфата стронция (у акантарий), принимает форму правильных геометрических фигур (шаров, многогранников, колец), состоящих из отдельных игл. Лёгкие и прочные, они несут защитную функцию, а также значительно увеличивают площадь поверхности, что также является приспособлением к планктонному образу жизни. Размножаются радиолярии делением; лишь у некоторых видов наблюдается половой процесс (копуляция двужгутиковых гамет). Скелеты радиолярий образуют ил, переходящий со временем в осадочную породу – радиолярит.

Кремнезёмный наружный скелет имеют и большинство представителей другой, большей частью пресноводной, группы саркодовых – **солнечников**. У всех солнечных из шаровидного тела подобно лучам солнца расходятся плотные прямые нитевидные ложноножки; в цитоплазме расположено одно или несколько ядер (до 500). В эндоплазме часто симбиотируют водоросли. Солнечники питаются водорослями и простейшими; чтобы захватить более крупную добычу (коловраток, ресничных червей), несколько солнечных объединяются вместе. Добычу, скорее всего, убивают ядом. Эти простейшие также размножаются в результате полового деления или простым путём.

**Жгутиковые** (Жгутиконосцы) – представляют собой очень обширную и разнообразную группу простейших организмов, широко распространённую в природе. Характерные черты: наличие жгутиков – органоидов движения и постоянная форма тела. По типу питания встречаются автотрофные, гетеротрофные и автогетеротрофные (соединяющие в себе признаки и животных, и растительных организмов) формы. Среди жгутиковых встречаются колониальные формы (вольвокс), имеющие сложное строение и представляющие собой как бы переходные формы от одноклеточных к многоклеточным. Жгутиковые обитают как в морских, так и в пресноводных водоёмах. Многие жгутиковые паразитируют в организме животных и человека.

Типичными представителями одиночных жгутиковых являются эвглена зеленая и хламидомонада. Эвглена зеленая обитает в небольших пресных водоёмах со стоячей водой – лужах, озерах, болотах, а также на влажной почве. Тело эвглены зеленой длиной около 0,05 мм имеет вытянутую обтекаемую форму, хорошо приспособленную к движению в воде. Наружный слой цитоплазмы у эвглены уплотнен и образует оболочку – **пелликулу**, которая и придает телу вполне определенную форму. На переднем конце тела эвглены находится углубление (глотка). Из углубления выходит жгутик – органоид движе-

ния. Постоянно вращая жгутиком, эвглена как бы ввинчивается в воду и за счет этого плывет вперед. В цитоплазме эвглены располагаются ядро, ярко-красный светочувствительный глазок, около 20 хлоропластов, содержащих хлорофилл, и другие органеллы (рис. 6).

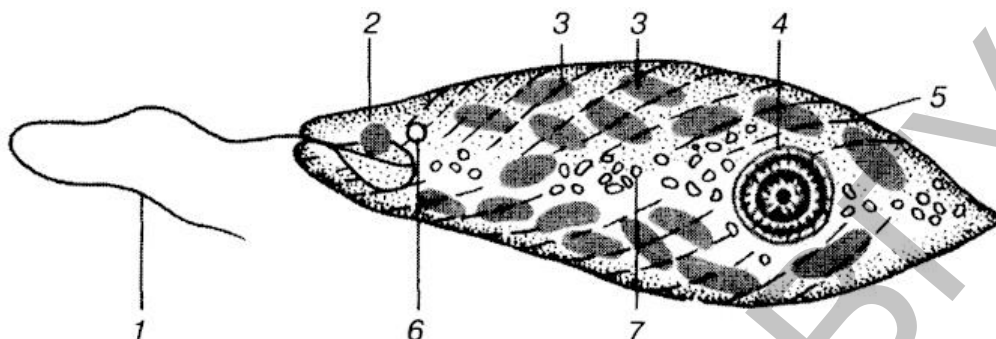


Рис. 6. Эвглена зеленая.

1 – жгутик; 2 – глазок; 3 – хлоропласты; 4 – ядро; 5 – пелликула; 6 – сократительная вакуоль; 7 – запасные питательные вещества.

Особенностью эвглены является способность менять характер питания и обмена веществ в зависимости от условий среды обитания. На свету ей присущ автотрофный тип питания. Эвглены всегда находятся в освещенной части водоема, где более благоприятные условия для фотосинтеза. Находить освещенные места эвглене помогает светочувствительный глазок, расположенный на переднем конце тела. Если эвглену поместить на длительное время в темноту, она теряет хлорофилл и становится бесцветной. Вследствие этого прекращается фотосинтез, эвглена начинает усваивать готовые органические вещества, т.е. питается гетеротрофно.

Дыхание и выделение у эвглены происходит так же, как и у других пресноводных протистов. Размножение у эвглены бесполое.

**Инфузории или ресничные** – группа наиболее высокоорганизованных гетеротрофных простейших. Инфузории перемещаются при помощи согласованной работы многочисленных ресничек. Некоторые реснички способны воспринимать механические раздражения. У сосущих инфузورий реснички отсутствуют, зато есть большое количество щупалец, впи- вающихся в добычу.

Размеры инфузورий колеблются от 12 мкм до 3 мм. Внешний облик инфузورий разнообразен: среди них встречаются сидячие и подвижные, одиночные и колониальные, меняющие и не меняющие форму клетки. Реснички собраны в ряды, их основания находятся под клеточной оболочкой. Клетка инфузории покрыта плотной оболочкой и желеобразной эндоплазмой. Хорошо развиты микрофибриллы. В цитоплазме находятся два типа ядра – макронуклеус и микронуклеус. Первое контролирует процессы метаболизма и дифференцировки клетки, второе – процесс размножения. Микронуклеус даёт начало новым макронуклеусам.

Большинство инфузорий – хищники. У некоторых из них между ресничками имеются трихоцисты, при нападении вонзающиеся в жертву. Пища (мелкие водоросли, грибы, бактерии) заглатывается глоткой (некоторые инфузории питаются путем пиноцитоза); переваривание происходит в пищеварительных вакуолях, «путешествующих» по цитоплазме, а непереваренные остатки выбрасываются наружу через порошицу. Избыток воды выводится через сократительные вакуоли (рис. 7).

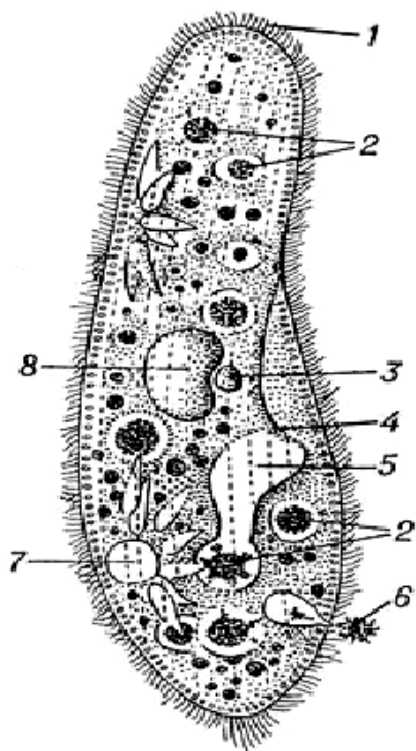


Рис. 7. Инфузория.

1 – реснички; 2 – пищеварительные вакуоли; 3 – микро-нуклеус; 4 – ротовое отверстие; 5 – глотка; 6 –анальная вакуоль; 7 – сократительная вакуоль; 8 – макронуклеус.

Размножение инфузорий бесполое, путем множественного деления или деления надвое, либо почкованием. При половом процессе – конъюгации – инфузории соединяются на несколько часов для обмена генетическим аппаратом.

Следующая большая группа простейших – **споровики**. Она включает только паразитические формы. Под влиянием паразитизма строение споровиков сильно упростилось: они не имеют органоидов движения, пищеварительных и сократительных вакуолей. Для всех споровиков характерно чередование поколений и форм размножения. Представители: малярийный плазмодий, грегарины, кокцидии и др.

**Слизевики** – отдел сравнительно просто устроенных организмов, ранее относившийся к царству грибов. Слизевики имеют различные размеры (до полуметра в диаметре), цвет (жёлтый, розовый, красный, фиолетовый) и форму. Слизевики можно принять за обычную плесень, но под микроскопом видно, что их слагают не гифы, а цитоплазма с многочисленными ядрами. Форма слизевиков может меняться; более того, они способны распадаться на отдельные организмы, а затем соединяться вновь. Слизевики способны двигаться: медленно переползая с места на место, они обеспечивают себя питанием. Перемещающуюся массу слизевиков, представляющую собой, по сути, один организм, называют **плазмодием**.

Большинство слизевиков – почвенные сапрофиты, играющие важную роль в разложении органических останков. Встречаются также паразиты растений: возбудители килы капусты, порошистой гнили картофеля и другие.

**Оомицеты** – еще один отдел одноклеточных организмов с неясным систематическим положением. Одни исследователи относят оомицеты к

грибам, другие – к протистам, третьи выделяют его в отдельное царство хромистов.

В отличие от настоящих грибов клеточные стенки оомицетов состоят из целлюлозы, а не из хитина. Мицелий состоит из разветвленных нечленистых многоядерных гиф, ветвится в межклеточном пространстве внутри листьев. Размножение половое и бесполое.

К оомицетам относится целый ряд патогенных организмов, в том числе возбудители ложной мучнистой росы и фитофторы. Другие оомицеты (так называемые «водные плесени») паразитируют на рыбах и их икре.

#### ЛЕКЦИЯ 4. ГРИБЫ. НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ

1. Общая характеристика и классификация царства Грибы
2. Царство Растения. Общая характеристика низших растений
3. Водоросли – особенности организации, основные признаки некоторых отделов
4. Лишайники, как комплексные организмы

##### 1. Общая характеристика царства Грибы (*Mycophyta* или *Fungi*).

Грибы – это группа многоклеточных ядерных гетеротрофных организмов. Грибы имеют признаки сходства как с протистами и растениями, так и с животными. С растениями и некоторыми протистами их сближают наличие клеточной стенки (оболочки), неподвижность, расселение спорами, рост в течение всей жизни, поглощение пищи путем всасывания, а не заглатывания. С животными и отдельными протистами они схожи отсутствием в клетках хлоропластов и фотосинтезирующих пигментов и, как следствие, гетеротрофностью. В процессе обмена веществ у грибов, как и у животных, синтезируется и откладывается в запас органическое вещество гликоген (у растений – крахмал), образуется и выделяется мочевины. Царство Грибы объединяет более 100 тыс. видов, причем предполагается, что реальное число их значительно большее – свыше 1,5 млн видов.

Грибы широко распространены на нашей планете и встречаются в различных, иногда самых неожиданных местах. Они живут в почве и воде, на различных мертвых остатках растений и животных, а также паразитируют на живых организмах.

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 (без перегородок), многоядерный мицелий. У самых примитивных форм мицелия может не быть, а вегетативное тело гриба может быть представлено плазменной массой, лишенной твердой оболочки (хитридиомицеты).



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.

Размножение грибов чрезвычайно разнообразно:

- вегетативное размножение может происходить частями мицелия, почкованием и др.;
- бесполое размножение осуществляется с помощью спор или зооспор (у водных особей);
- половое размножение состоит в слиянии мужских и женских половых гамет, в результате чего возникает зигота.

По способу питания различают три основные группы:

- паразитные – на первых порах стимулируют рост хозяина (мучнистая роса, ржавчинные грибы);
- сапрофиты – составляют 3/4 всех грибов;
- грибы-симбионты – лишайники, микориза (сожительство гриба с корнями высших растений).

Общепринятой классификации грибов в настоящее время не существует, поэтому приведенные в литературе, либо иных источниках сведения могут существенно различаться у разных авторов. Классификация царства Грибов основана прежде всего на способе размножения.

**Хитридиомицеты** – наиболее древняя группа грибных паразитов, имеющих еще очень примитивное строение. У некоторых грибов вегетативное тело представляет собой цитоплазматическую массу (амебоид), у других мицелий, состоящий из тонких гиф. Цитоплазматическая масса образует зооспорангий с зооспорами. Зооспора при помощи жгутика передвигается и поражает растение. Это бесполое размножение. При половом размножении в результате слияния ядер клеток образуются покоящиеся мелкие споры (цисты). После периода покоя споры делятся и из проросшей зиготы образуются зооспоры. Таким образом, бесполое размножение сменяется половым. Хитридиомицеты поражают молодые ткани и органы, вызывая разрастание (гипертрофию) и образование наростов на клубнях и корнях растений. Наиболее опасны среди них синхитриум эндобиотикум – возбудитель рака картофеля и плазмодиофора брассика – возбудитель килы капусты.

**Зигомицеты** – в основном грибы-сапрофиты, обитатели суши и лишь некоторые из них встречаются в воде. Вегетативное тело – в виде хорошо развитого неклеточного или в зрелом состоянии разделенного на клетки мицелия. Бесполое размножение осуществляется неподвижными, лишенными жгутиков спорангиоспорами, развивающимися в спорангиях, либо конидиями, развивающимися экзогенно на конидиеносцах. Половой процесс – **зигогамия**, которая заключается в слиянии содержимого двух клеток, не дифференцированных на гаметы. Наиболее яркими представителями являются **муковорые** – развиваются на различных гниющих субстратах, образуя налет «плесени».



**Аскомицеты** или сумчатые грибы – представляют собой одну из самых многочисленных групп грибов – более 32000 видов. Их отличает огромное разнообразие – от микроскопических почкующихся форм обладающих очень крупными плодовыми телами грибов. Вегетативное тело – хорошо развитый многоклеточный гаплоидный мицелий. Особенностью представителей этого класса является образование особых вместилищ – сумок (асков), в которых развиваются споры полового размножения. Бесполое размножение осуществляется *конидиями* – спорами, образующимися на мицелии или его выростах. К аскомицетам относятся многие дрожжи, спорыньевые, мучнисторосяные, некоторые плесневые грибы, а также грибы, входящие в состав лишайников. К аскомицетам относятся и некоторые съедобные грибы – сморчок, строчок, трюфель.

**Базидиомицеты** – относятся к так называемым высшим грибам, состоят из плодового тела (половое размножение) и грибницы (вегетативное размножение (кусочками грибницы)).

У базидиомицетов споры созревают в гимениальных пластинках, расположенных в базидиях (на нижней поверхности шляпки плодового тела). Созревшие споры высыпаются и переносятся ветром, после чего попадают в почву и прорастают в гифы. Затем у большинства базидиомицетов сливаются клетки одной или нескольких гиф; на диплоидной грибнице прорастают новые плодовые тела.

Большинство шляпочных грибов – почвенные сапрофиты. Некоторые – паразиты деревьев (опёнок осенний) или злаков (головня). Среди базидиомицетов известны как съедобные, так и крайне ядовитые грибы.

**Дейтеромицеты** или несовершенные грибы – в эту гетерогенную группу объединены все грибы с развитым мицелием, размножающиеся частями мицелия и конидиями и с неизвестным до настоящего времени половым процессом. Насчитывается около 30000 видов. К несовершенным грибам, в частности, относятся формы, вызывающие грибковые заболевания ног, и стригущий лишай. Из пенициллов добывается антибиотик пенициллин.

Аско-, базидио- и дейтеромицеты объединяют в группу Высшие грибы.

**2. Царство Растения (*Plantae*). Общая характеристика низших растений.** В современной систематике царство Растения делят на три *подцарства*: **Багрянки или Красные водоросли (*Rhodophyta*)**, **Настоящие водоросли (*Phycobionta*)** и **Высшие растения (Листостебельные) (*Streptophyta*)**.

Низшие растения – неформальный термин, объединяющий те растения, тело которых, в отличие от высших растений, не расчленено на части (корень, стебель, лист). Тело низших растений называется *слоевищем, или талломом*. Для низших растений характерно отсутствие сложной внутренней дифференцировки, у них нет анатомо-физиологической системы тканей, как у высших растений. Органы полового размножения низших, как правило, одноклеточные (за исключением харовых и некоторых бурых

водорослей), тогда как большинство высших растений имеют преимущественно многоклеточные архегонии и антеридии. К низшим растениям относятся водоросли и лишайники.

**3. Водоросли – особенности организации, основные признаки некоторых отделов.** Водоросли широко распространены в природе и играют исключительно важную роль в общем круговороте веществ в биосфере. Они обитают преимущественно в воде. Общим для водорослей является способность к автотрофному питанию благодаря наличию фотосинтезирующего аппарата – хлоропластов и пигментов. Необходимые для фотосинтеза минеральные соли и углекислый газ они поглощают из воды всей поверхностью тела.

Водоросли характеризуются большим разнообразием строения: бывают нитчатые, разветвленные, пластинчатые, кустистые.

Размножаются водоросли вегетативным, бесполом и половым способом. Бесполое размножение осуществляется посредством зооспор. В клетке водоросли образуются зооспоры – клетки грушевидной формы, имеющие ядро и хроматофоры, снабженные жгутиками, посредством которых зооспоры передвигаются в воде после выхода из материнской клетки. Впоследствии зооспора прикрепляется к субстрату и дает начало новой водоросли.

Половое размножение у различных видов происходит по-разному, и это разнообразие можно свести к следующим трем формам:

- **изогамия** – сливаются две одинаковые морфологически и по величине гаметы;
- **анизогамия** – участвуют резко различающиеся подвижные гаметы – крупная (женская) и мелкая – (мужская);
- **оогамия** – сливается крупная неподвижная женская гамета и мелкая подвижная мужская.

У примитивных водорослей и споры, и гаметы даёт одна и та же особь; у более высокоразвитых функции полового и бесполого размножения выполняют разные особи – **спорофиты и гаметофиты**. У высших водорослей происходит чередование поколений; при этом либо гаметофит прорастает на спорофите, либо наоборот.

Экологические группировки водорослей – **фитопланктон** (обитают в толще воды), **фитобентос** (на дне водоемов) и почвенные водоросли. Обширную экологическую группировку составляют **наземные, или воздушные, водоросли**. Они образуют различно окрашенные налеты и пленки на коре деревьев, камнях, заборах и т.д. (диатомовые и зеленые водоросли).

Представители **подцарства Красные водоросли, или Багрянки** обладают характерной красной окраской, обусловленной наличием пигмента фикоэритрина. У некоторых форм окраска темно-красная (почти черная), у других розоватая. Морские (реже пресноводные) нитевидные, листовидные, кустистые или корковые водоросли.

Размножение бесполое и половое. Багрянки обитают преимущественно в морях, иногда на большой глубине, что связано со способностью фикоэритрина использовать для фотосинтеза зелёные и синие лучи, глубже других проникающие в толщу воды (максимальная глубина 285 м, на которой обнаружены красные водоросли, – рекорд для фотосинтезирующих растений). Некоторые красные водоросли обитают в пресной воде и почве. Из некоторых багрянок добывают агар-агар и другие химические вещества, порфира используется в пищу.

В царстве **Настоящие Водоросли** выделяют отделы из которых наиболее известными являются зеленые водоросли, бурые водоросли, диатомовые и др.

**Зеленые водоросли** – отдел включает водоросли зеленого цвета (содержат хлорофилл), одноклеточные или многоклеточные, размерами от 1 мкм до нескольких десятков сантиметров. Запасное вещество – крахмал, редко масла.

Многоклеточные зелёные водоросли имеют нитевидную либо пластинчатую форму. Примером являются виды рода *улотрикс* и *спирогира*.

Зеленые водоросли размножаются бесполом (частями слоевища, образованием спор) и половым путем. Среди 6000 видов зеленых водорослей встречаются употребляемые человеком в пищу (например, ульва), а также разводимые человеком для очистки сточных вод, в качестве регенерирующего элемента в замкнутых экосистемах.

**Бурые водоросли** – наиболее высокоорганизованная группа включает в себя 1500 видов, большинство из которых – морские организмы. Общим внешним признаком служит желтовато-бурая окраска их слоевища, обусловленная наличием пигмента фукоксантина. Слоевище растет за счет постоянного деления верхушечной клетки. Отдельные экземпляры бурых водорослей могут достигать в длину 100 м; они образуют настоящие заросли, например, в Саргассовом море. У некоторых бурых водорослей, например, ламинариевых, наблюдается дифференциация тканей и появление проводящих элементов. По внешнему виду слоевище напоминает ветвистые кусты, пластинки, шнуры, ленты. Некоторые представители (например, фукус) имеют воздушные пузыри, которые удерживают в воде ветви в вертикальном положении. К грунту прикрепляются с помощью ризоидов. Размножение половое (анизогамия) и бесполое (частями таллома и спорами). Бурые водоросли используются для получения альгиновых кислот, йода, кормовой муки; некоторые виды (например, ламинария) употребляются в пищу.

**5. Лишайники, как комплексные организмы.** Отдел Лишайники (*Lichenes*) – своеобразная группа симбиотических организмов, в теле которых сосуществуют два организма: водоросль (автотрофный фикобионт) и гриб (гетеротрофный микобионт). Вегетативное тело лишайников, как и

водорослей, называют слоевищем, или талломом, окраска которого зависит от тех или иных пигментов.

Из известных видов грибов в образовании лишайников участвуют в основном аскомицеты (98 %) и базидиомицеты. Фикобионт представлен зелёными водорослями (85%) и цианобактериями.

По внешнему виду различают лишайники:

- **накипные** – имеют вид налетов или корочек, плотно срастающихся с субстратом;
- **листоватые** – имеют форму розеток, лопастных пластинок, которые более или менее плотно прикрепляются к субстрату при помощи выростов нижнего коркового слоя;
- **кустистые** – слоевище образует множество округлых или плоских веточек и срастается с субстратом только своим основанием.

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. У слоевищ **гетеромерных лишайников** 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, сердцевина, 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.

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

Для лишайников характерно вегетативное, бесполое и половое размножение. Наиболее часто наблюдается вегетативное размножение (регенерация из отдельных участков слоевища).

Многие кустистые и листоватые лишайники в благоприятных условиях дают специализированные структуры вегетативного размножения, состоящие из клеток водорослей, оплетенных гифами гриба. **Изидии** – это выросты таллома в виде булавки, пуговицы, листочка или мелкой веточки. При воздействии ветра, воды, даже лёгкого прикосновения они отрываются. **Соредии** – крошечные гранулы, в которых клетки водоросли окружены плотным скоплением гиф. Изидии и соредии распространяются с ветром, дождем и животными. При попадании на подходящий субстрат прорастают, давая начало новому лишайнику.

При бесполом размножении у гриба образуются споры. Половой процесс сходен с половым процессом сумчатых грибов.

Лишайники являются индикаторами чистоты воздуха. Используются лишайники в рационе человека: как ароматизаторы при выпечке хлеба, в качестве источника витамина С. Некоторые виды используются в качестве красителей и лакмуса в парфюмерной промышленности. Антибиотические вещества (усниновая кислота) некоторых лишайников используют в медицине.

## ЛЕКЦИЯ 5. ПОДЦАРСТВО ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

1. Характеристика тканей растительного организма
2. Вегетативные органы растений
3. Особенности цикла развития высших растений

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

К высшим растениям относятся мохообразные и сосудистые растения (папоротникообразные, хвощевидные, плауновидные, голосеменные и покрытосеменные).

1. **Характеристика тканей растительного организма.** Формирование высших растений связано с выходом их на сушу. Вместо однородной водной среды растения оказались в несравненно более сложных и изменчивых условиях. В результате у наземных растений сформировались различные *ткани* – группы сходных по строению и происхождению клеток, которые выполняют определенные функции (таблица 2).

Таблица 2

**Ткани растительного организма**

Название ткани	Строение	Местонахождение	Функции
Образовательная ткань (меристема)			
Первичная	Живые паренхиматические тонкостенные клетки	Конус нарастания побега, кончик корня, основание листовой пластинки, междоузлия злаков	Рост органов в длину, образование других тканей, вегетативных органов
Вторичная	Живые клетки с крупным ядром, находящимся в постоянном делении	Между древесиной и корой в древесном стебле и корне	Рост корня и стебля в толщину

Основная ткань			
Ассимиляционная (хлоренхима)	Живые, чаще рыхло расположенные тонкостенные клетки с хлорофиллом	Мякоть листа, зеленые травянистые стебли	Фотосинтез, газообмен
Запасаящая	Тонкостенные живые клетки, заполненные различными включениями: зернами крахмала, капельками жира, кристаллами белка, вакуолями с клеточным соком	Мякоть корнеплодов, луковиц, плодов, клубней, корневищ, сердцевина стеблей, эндосперм семян	Запасание белков, жиров, углеводов. Клетки основных тканей способны превращаться в делящиеся клетки вторичной образовательной ткани, что важно при вегетативном размножении растений
Покровная ткань			
Кожица (эпидермис)	Плотно расположенные живые клетки с утолщенной наружной стенкой. Содержит устьица (две замыкающие клетки, между которыми расположена устьичная щель)	Поверхность листьев, травянистых зеленых стеблей, все части цветка	Защита от высыхания, проникновения микроорганизмов, транспирация и газообмен.
Пробка	Мертвые, плотно расположенные толстостенные клетки, пропитанные жироподобным веществом – суберином.	Покрывает зимующие стебли, корни, корневища, клубни	Защита от высыхания и механического повреждения
Корка	Большой слой пробки и других отмерших тканей	Покрывает нижнюю часть стволов деревьев	Защита от механических повреждений
Проводящая ткань			
Древесина (ксилема)	Состоит из полых трубок – капилляров с одревесневшими стенками и мертвым протопластом – сосуды и трахеиды	В стебле, корне, жилках листьев. Обеспечивает вертикальный восходящий ток воды и минеральных солей	Проведение воды и минеральных солей из почвы в растение, опора для клеток древесины
Луб (флоэма)	Состоит из живых клеток – ситовидных трубок с клетками-спутницами	Находится в коре стебля, корня, жилках листьев	Обеспечивает вертикальный нисходящий ток органических веществ из листьев в стебель, корни, цветки и плоды

Выделительная ткань			
Железистые волоски, нектарники	Живые клетки, заполненные жидким секретом веществ, исключенных из обмена	Поверхность некоторых листьев и стеблей, цветков	Защита от испарения, поедания животными, привлечение опылителей
Смоляные ходы, млечники	Мертвые клетки, заполненные смолой (живицей) или млечным соком	Внутренние части стеблей хвойных, одуванчика, молочая	Защита от повреждений и поедания животными
Механическая ткань			
Волокна	Длинные клетки с толстыми одревесневающими стенками, могут быть мертвыми и живыми	Окружают проводящие пучки, расположенные в древесине и коре стеблей, корней, листьев, корневищ, в плодах	Выполняют опорную (скелетную) функцию
Каменистые клетки (склериды)	Мертвые клетки с очень толстыми оболочками, пропитанные лигнином	Скорлупа орехов, косточки вишни, сливы	Защита от механических повреждений и преждевременного прорастания

Развитие высших растений в наземных условиях привело к формированию *органов* – частей организма, выполняющих определенную функцию и имеющих приспособительное для этого строение.

2. **Вегетативные органы растений.** К вегетативным органам высших растений относят корень, стебель и лист.

**Корень.** Функции корня заключаются в закреплении растения в почве, поглощении из почвы воды и минеральных веществ, запасании питательных веществ, синтезе физиологически активных веществ (гормонов и др.).

Совокупность корней одного растения составляет **корневую систему**. В состав корневой системы входят главный корень, боковые и придаточные корни. Главный корень происходит от зародышевого корешка. От него, в свою очередь, отходят боковые корни, которые могут ветвиться. Корни могут происходить также от надземных частей растения – листьев или стебля. Такие корни называются **придаточными**. На способности растений образовывать придаточные корни основано размножение их черенками.

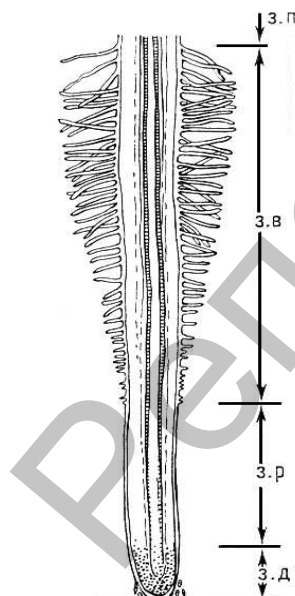


Рис. 8. Продольный разрез корня.

Известны два типа корневых систем – стержневая и мочковатая. У **стержневой** корневой системы главный корень хорошо выражен. **Мочко-**

**ватая** корневая система формируется, когда у основания побега образуются придаточные корни, приблизительно сходные по размерам.

Корень обладает неограниченным ростом. Растет он верхушкой, где сосредоточена образовательная ткань. Верхушка корня защищена корневым чехликом.

На продольном разрезе растущего корня можно видеть несколько зон: зону деления клеток, зону роста, зону всасывания и зону проведения (рис. 8).

В зоне деления клетки интенсивно размножаются, тем самым обуславливая рост корня в длину. На расстоянии 1–3 мм от кончика корня начинается зона всасывания длиной от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. В этой зоне покровные клетки корня образуют выросты – корневые волоски, поглощающие воду и минеральные соли. Выше зоны всасывания начинается зона проведения, которая обеспечивает транспорт всасываемых веществ к другим органам растения.

В процессе приспособления растений к условиям существования корни приобрели помимо основных (удержание растения в почве и всасывание растворов) некоторые дополнительные функции. К ним относится накопление запасных питательных веществ, особенно у двулетних и многолетних травянистых растений, ежегодно теряющих надземные побеги. Утолщенные в результате откладывания питательных веществ главные корни называются **корнеплодами** (свекла, брюква, репа, морковь, турнепс, петрушка). Утолщения придаточных корней (ятрышник, георгин) называются **корневыми клубнями**. У растений-паразитов (повилика, омела) корни преобразуются в сосущие органы.

Надземная часть растений представляет собой систему ветвящихся побегов. **Побег** – один из основных органов растения, состоящий из стебля, листьев и почек.

**Стебель.** Функции стебля – установление связи между корнями и листьями. Одна из главных черт, свойственных побегу – олиственность.

Участок стебля, от которого отходит лист (или листья), называют узлом, а расстояние между соседними узлами – **междоузлием**.

Первый (главный) побег растения образуется из зародышевого побега. Побеги второго, третьего и т. д. порядков развиваются из боковых почек, что можно наблюдать весной при распускании почек многолетних растений. Почкой называют зачаточный, еще не развившийся побег. Она состоит из укороченного стебля с зачаточными листьями и окружена почечными чешуями, выполняющими защитную функцию. Чешуи представляют собой видоизмененные листья.

**Ветвление стебля.** Ветвление у растений необходимо для увеличения площади соприкосновения со средой – водной, воздушной или почвенной. Оно возникло в процессе эволюции до появления органов. Различают два типа ветвления – верхушечное и боковое.

**Верхушечное**, наиболее простое и древнее, встречается у разных групп растений – от водорослей до плаунов у цветковых встречается ред-



ко). Оно заключается в том, что верхушка главной оси растения вильчато (или дихотомически, от греч. «дыха» – врозь) ветвится и дает начало двум осям следующего порядка (рис.9).

Чаще встречается боковой тип ветвления, при котором от главной оси растения отходят боковые оси. Выделяют два типа бокового ветвления: моноподиальное и симподиальное.

При **моноподиальном ветвлении** верхушечная почка активна на протяжении всей жизни растения и главная ось имеет неограниченный верхушечный рост. От главной оси отходят боковые оси второго порядка, от которых, в свою очередь, отрастают оси третьего порядка, и т.д. (рис. 9). Моноподиальное ветвление характерно для многих голосеменных – сосны, ели, пихты, а также для части травянистых покрытосеменных.

Большинству покрытосеменных свойствен **симподиальный тип** ветвления. В этом случае верхушечная почка отмирает или прекращает рост, в то время как боковые побеги усиленно развиваются (сирень, малина), и крона деревьев (груша, липа и др.).

Формы побегов очень разнообразны. Они различаются по направлению роста, очертаниям поперечного разреза, степени одревеснения и другим особенностям.

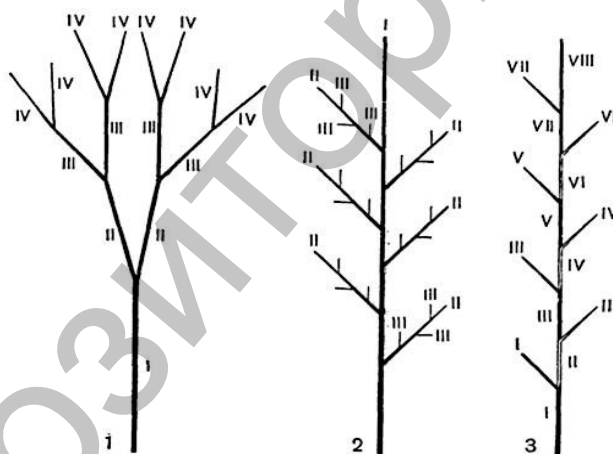


Рис. 9. Схема ветвления.

1 – дихотомическое; 2 – моноподиальное; 3 – симподиальное (Одинаковыми цифрами обозначены оси (ветви) одного и того же порядка).

**По направлению роста побеги** делятся на прямостоячие, вьющиеся, лазающие, ползучие.

Прямостоячие стебли имеют хорошо развитую механическую ткань. Вьющиеся побеги (например, лианы), поднимаясь вверх, обвивают стволы деревьев. Лазающие побеги цепляются за опору усиками (виноградная лоза) или придаточными корнями, отрастающими от стебля. Ползучие стебли стелются по земле (земляника, ежевика).

**По степени одревеснения** покрытосеменные растения делятся на две резко различающиеся группы: одревесневшие (деревья и кустарники) и

травянистые (травы). Травянистые формы произошли от древесных путем ослабления или прекращения деятельности камбия.

**Строение стебля древесного растения.** На поперечном разрезе стебля можно различить несколько слоев. Наружный слой – это кора. Под корой располагается плотный широкий слой древесины. В центре стебля находится сердцевина. Молодые (однолетние) стебли снаружи покрыты кожицей, которая затем замещается пробкой. В состав коры входят лубяные волокна, придающие стеблям гибкость и прочность, и ситовидные трубки, по которым от листьев к тканям стебля и корня передвигаются органические вещества.

Между корой и древесиной находится слой образовательной ткани – камбий. Размножение клеток камбия обеспечивает формирование проводящей системы – ситовидных трубок луба и сосудов древесины, а также рост стебля в толщину. Деление клеток камбия начинается весной и прекращается осенью. На спиле ствола отчетливо видна граница между осенними клетками механической ткани древесины и крупными весенними клетками, образующими сосуды. Подсчитав число годичных колец, можно определить возраст дерева.

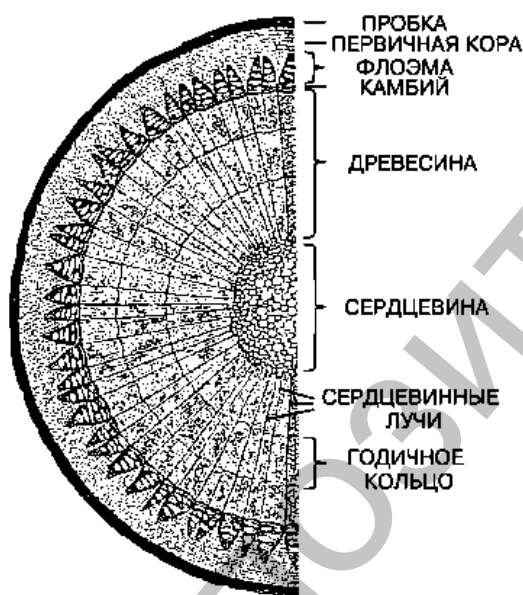


Рис. 10. Поперечный разрез стебля.

При этом он видоизменяется, образуя клубни, луковицы, корневища, колючки и др.

**Клубни** (например, у картофеля) – это сильно измененные подземные стебли с почками. Они служат для запасания питательных веществ и вегетативного размножения.

**Корневище** (у пырея, ириса, ландыша) – это сильно измененный подземный побег, напоминающий корень, также откладываются в запас углеводы.

**Луковица** представляет собой укороченный стебель — донце, окруженный сочными листьями, накапливающими воду и сахара.

Древесина составляет основную часть стебля. Серцевина образована паренхимными клетками, в которых накапливаются питательные вещества (рис. 10).

Главное отличие стебля травянистых растений от стебля древесных и кустарниковых заключается в сильном развитии у последних механических тканей и одревеснении клеток. В стеблях трав хорошо развиты паренхимные ткани.

Кроме основных функций – транспортной и опорной – стебель часто выполняет функции запасания питательных веществ, вегетативного размножения растений и защиты их от поедания.

Стеблевое происхождение имеют колючки у многих видов (дикая яблоня, боярышник, гледичия).

**Лист.** Листья возникли в процессе эволюции в результате уплощения боковых веточек древних растений типа риниофитов. Превращение веточек в плоские органы резко увеличило поверхность надземной части растений, привело к интенсификации фотосинтеза и испарения воды и послужило важным шагом на пути прогрессивной эволюции растений.

Лист осуществляет три основные функции – фотосинтез, газообмен и испарение воды, (транспирацию). Лист включает две основные части – листовую пластинку и черешок. Листья, не имеющие черешка, называются сидячими. У некоторых видов при основании черешка развиваются прилистники. По форме листья бывают округлыми, ланцетовидными, стреловидными и т. д. Листья подразделяют на простые и сложные. Простой лист состоит из листовой пластинки и черешка, сложный имеет несколько листовых пластинок, расположенных на одном черешке. Простые листья могут быть цельными и лопастными.

**Цельные** листья свойственны многим деревьям – березе, тополю, липе, груше, вишне и др. У **лопастных** листьев пластинка рассечена, в результате чего возникают лопасти (листья клена, дуба).

У **сложных листьев** несколько листовых пластинок могут прикрепляться в одной точке (пальчатосложные листья у каштана, люпина). Различают также перисто-сложные листья, у которых листовые пластинки прикрепляются по всей длине черешка. Перистосложные листья бывают двух видов: парноперистые и непарноперистые. Парноперистые заканчиваются парой листовых пластинок (например, у гороха), непарноперистые – одним листком (рябина) (рис. 11).

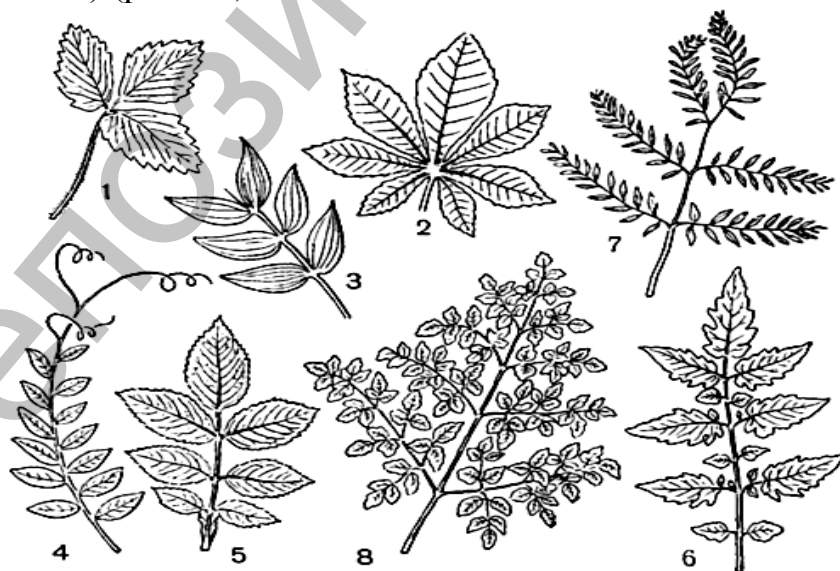


Рис. 11. Сложные листья.

1 – тройчатосложный; 2 – пальчатосложный; 3, 4 – парно-перистосложный; 5 – непарно-перистосложный; 6 – прерывчато-перистосложный; 7 – дважды-перистосложный; 8 – трижды-перистосложный.

Листовые пластинки пронизаны жилками, которые представляют собой проводящие пучки. Помимо проведения растворов жилки придают листьям прочность. Жилкование может быть *перистым* или сетчатым (у двудольных растений), *параллельным* или *дуговым* (у однодольных). Край листовой пластинки может быть ровным или изрезанным.

Листья располагаются на стеблях в определенном порядке. Если они сидят на стебле по одному, чередуясь друг с другом, такое расположение называется *очередным* (береза, яблоня, роза). При *супротивном* расположении листья находятся по два друг против друга, при *мутовчатом* – прикрепляются к стеблю пучками – мутовками.

**3. Особенности цикла развития высших растений.** Развитие высших растений в наземных условиях привело к эволюции органов размножения. Из одноклеточных, характерных для подавляющего большинства низших растений, они становятся многоклеточными, и стенки их надежнее защищают развивающиеся споры и гаметы.

Для всех высших растений характерно чередование в жизненном цикле полового и бесполого способов размножения и связанное с этим чередование поколений: бесполого – диплоидного спорофита и полового – гаплоидного гаметофита.

**Спорофит** – растение, образующее споры. На спорофите в органах бесполого размножения – спорангиях – после мейотического деления формируются гаплоидные споры. Из споры вырастает гаметофит – растение, образующее гаметы. Гаметы развиваются в специальных многоклеточных органах полового размножения: яйцеклетки – в *архегониях*, похожих на колбу, сперматозоиды – в мешкообразных *антеридиях*.

Гаметофит может быть или обоеполым, т. е. нести как мужские (антеридии), так и женские (архегонии) половые органы, или однополым – мужским или женским. После полового процесса образуется зигота, из которой развивается спорофит. Чем ниже уровень развития, тем в большей степени половой процесс высших растений зависит от наличия воды, необходимой для передвижения сперматозоидов (мхи, плауны, хвощи, папоротники).

Развитие бесполого поколения – спорофита – начинается с прорастания диплоидной зиготы, развитие полового поколения – гаметофита – с гаплоидной споры. Соотношение поколений может быть различным: с преобладанием гаметофита (у моховидных) или с преобладанием спорофита (у остальных высших растений). В целом для эволюции высших растений характерна тенденция к усложнению и совершенствованию спорофита при одновременной редукции гаметофита.

Одни высшие растения (мхи, плауны, хвощи, папоротники) распространяются (расселяются) при помощи спор – их называют споровыми; другие (голосеменные и цветковые) – при помощи семян – их называют семенными. Основное направление эволюции наземных растений заключалось в совершенствовании спорофита, в наземных условиях значительно более жизнеспособного, чем гаметофит. Окружающие нас растения – папоротники, злаки, разнотравье, хвойные и лиственные деревья – спорофиты. Основную часть биомассы на Земле – около 90 % – составляют наземные растения.

## ЛЕКЦИЯ 6. ВЫСШИЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ

1. Отдел Мохообразные
2. Отдел Плауновидные
3. Отдел Хвощевидные
4. Отдел Папоротникообразные
5. Отдел Голосеменные

**1. Отдел Мохообразные (*Bryophyta*).** Мохообразные представляют собой обособленную группу высших растений, развитие которой привело к эволюционному тупику. В отличие от всех других отделов высших растений, в жизненном цикле мхов гаплоидный гаметофит преобладает над спорофитом и осуществляет функции фотосинтеза, обеспечения водой и минеральным питанием. Моховидные существовали уже в каменноугольном периоде и в настоящее время их насчитывается около 25 тыс видов. Это в основном многолетние растения, широко распространенные во влажных местообитаниях практически повсеместно – от арктической тундры, умеренных зон северного и южного полушарий до высокогорных лесов тропического пояса.

Обычно размеры мхов от 1 мм до нескольких сантиметров. Водные и эпифитные мхи имеют стебли до 60 см и более. По строению мхи представляют собой слоевище или же имеют стебель и листья. Характерный признак всех моховидных – отсутствие корней. К грунту они прикрепляются одно- или многоклеточными ризоидами, представляющими собой выросты эпидермы. Другие ткани выражены слабо.

В жизненном цикле происходит правильное чередование полового и бесполого поколений. Половое поколение (гаметофит с гаплоидным набором хромосом) представлено зелеными растениями и преобладает над бесполом (спорофитом). На гаметофите образуются органы полового размножения – **антеридии и архегонии**. В антеридиях созревают подвижные двужгутиковые споры, а в архегониях – по одной неподвижной яйцеклетке. Оплодотворение происходит в капельножидкой среде. После слияния гамет образуется зигота, которая дает начало бесполому поколению - спорофиту. Спорофит развивается на гаметофите и представляет собой коробочку, расположенную на ножке и прикрываемую колпачком. Ножка спорофита в нижней части переходит в стопу, с помощью которой он прикрепляется к телу гаметофита. Бесполое размножение осуществляется спорами. Образование спор на спорофите происходит в спорангиях, расположенных внутри коробочек. Споры гаплоидны. При попадании в благоприятную среду они прорастают с образованием разветвленной нити (протонемы). На ней закладываются почки, из которых прорастают листовые побеги мха (рис.12).

У мхов широко распространено вегетативное размножение: почками, молодыми побегами, листьями.

Отдел моховидные включает три класса: Печеночники или Маршанциевые мхи, Антоцеротовые мхи, Листостебельные или Настоящие мхи.

Самую многочисленную группу моховидных составляет класс **Настоящие мхи** (около 10 тыс видов), включающий зеленые и сфагновые мхи.

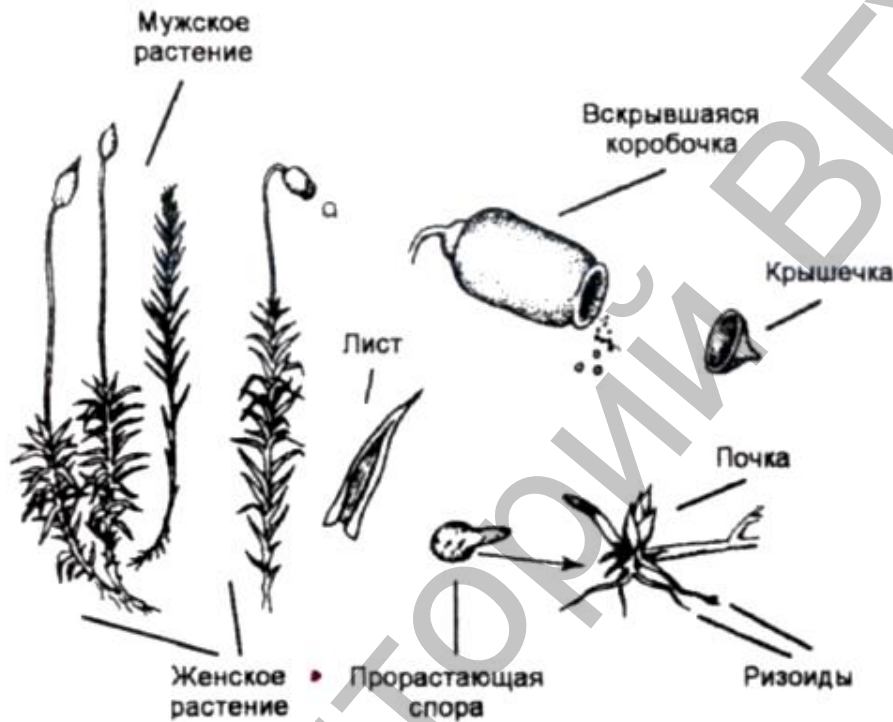


Рис. 12. Жизненный цикл мха кукушкин лен.

У мхов широко распространено вегетативное размножение: почками, молодыми побегами, листьями.

Отдел моховидные включает три класса: Печеночники или Маршанциевые мхи, Антоцеротовые мхи, Листостебельные или Настоящие мхи.

Самую многочисленную группу моховидных составляет класс **Настоящие мхи** (около 10 тыс видов), включающий зеленые и сфагновые мхи.

**Зеленые (Бриевые) мхи.** Они распространены повсеместно и поселяются на различных субстратах (почве, камнях, деревьях и др.). Одним из самых распространенных зеленых мхов является *кукушкин лен* – многолетнее растение высотой до 20 см. Широко распространен в еловых лесах, на болотах; принимает участие в образовании торфа.

**Сфагновые мхи.** Их еще называют белыми, или торфяными мхами. К сфагновым мхам относится около 350 видов, составляющих один род сфагнум. Доминируют на верховых болотах. В связи с тем, что у сфагновых мхов отсутствуют ризоиды вода и растворенные в ней вещества поступают непосредственно в клетки листа и стебля.

Анатомические особенности строения стебля и листа сфагнумов позволяют впитывать и удерживать большое количество воды, которая в 30–40 раз превышает массу самого растения. Поэтому почва, где поселяются эти мхи, постепенно переувлажняется и заболачивается.

Особенностью сфагновых мхов является непрерывное нарастание стеблей верхушкой и отмирание нижней части.

**2. Отдел Плауновидные (*Lycopodiophyta*).** Самая древняя группа современных высших растений, ископаемые остатки рода плаун известны с конца силура - начала верхнего девона палеозойской эры (примерно 380 млн. лет назад). В настоящее время это угасающая группа. Все современные плауновидные – травянистые растения численностью около 1 тыс. видов. В умеренных широтах встречаются в хвойных лесах, иногда на заболоченных лугах.

Это самые первые сосудистые растения: кроме хорошо развитых одностебельных побегов у них есть настоящие корни. Характерна микрофилия – мелкие размеры листьев. Листья возникли как поверхностные выросты на осевых органах, что делает их уникальной группой.

Наиболее типичным представителем плауновидных является **плаун булавовидный** – травянистое растение с ползучим стеблем длиной до 3 м, густо оперенным темно-зелеными сидячими игольчатыми листьями. От стебля в почву отходят придаточные корни, а вертикально вверх растут боковые веточки, на верхушке последних образуются спороносные колоски. В них созревают споры. Высыпаясь на почву, споры прорастают в виде заростка, который живет под землей в симбиозе с грибами. На заростке в антеридиях созревают сперматозоиды со жгутиками, а в архегониях – яйцеклетки. При наличии капельно-жидкой среды происходит оплодотворение. Из образовавшейся зиготы формируется зародыш, который постепенно превращается во взрослое растение плауна. Таким образом, как и для мхов, для плаунов характерны смена способов размножения и чередование поколений. Бесполое поколение представляет само растение, а половое – заросток. Оба поколения существуют независимо друг от друга, причем доминирующим является спорофит.

**1. Отдел Хвощевидные (*Equisetophyta*).** насчитывают около 32 видов. Они распространены в основном в северных умеренных областях. Это многолетние корневищные растения. Были широко распространены в палеозое.

Наиболее типичным представителем является **хвощ полевой**. У него хорошо развиты корень, стебель и листья. Стебель членистый, имеет узлы и междоузлия. У хвоща полевого различают два вида побегов – весенние и летние. Весенние побеги – бурые, бесхлорофилльные, растут на корневище. На их верхушке формируются спороносные колоски, где созревают гаплоидные споры, внешне не отличающиеся друг от друга, но физиологически разные. Одни из них прорастают в мужской заросток, другие – в женский. На заростках развиваются соответственно антеридии с многожгутиковыми сперматозоидами и архегонии с яйцеклетками. При наличии влаж-

ной среды происходит оплодотворение и зигота дает начало новому растению. Летние побеги хвоща хлорофиллоносные. Они активно фотосинтезируют, в результате чего в корневище накапливаются органические вещества.

**Отдел Папоротникообразные (*Pteridophyta*).** Возникли в девонский период, а уже в карбоне были представлены широко распространенными древовидными формами. Остатки отмерших папоротников образовали залежи каменного угля. К настоящему времени сохранилось примерно 12 тыс. видов, которые распространены везде, кроме полярных широт. Обитают в тенистых и сырых местах. Основная жизненная форма – диплоидный спорофит (листо-стебельное растение).

Стебель у папоротников умеренной зоны представлен корневищем, от которого отрастают придаточные корни. Листья папоротников – *вайи* соответствуют ветвям других высших растений; имеют хорошо развитую проводящую систему; растут верхушками, могут иметь длину до 10 метров. Выполняют функции фотосинтеза, газообмена, транспирации, спороношения. На нижней стороне листа образуются спорангии, собранные в *сорусы* и покрытые индузией (покрывальцем).

В жизненном цикле происходит правильное чередование полового и бесполого поколений. Половое поколение (гаметофит) представлено заростком, бесполое поколение (спорофит) – самим растением со спорангиями на листьях. Спорофит преобладает над гаметофитом. В спорангиях образуются споры, которые при созревании разносятся ветром и, попав на влажную почву, прорастают, образуя гаметофит (заросток). Гаметофит представляет собой гаплоидную зеленую пластинку размером около 0,5 см, на которой формируются архегонии и антеридии. В архегониях созревают многожгутиковые сперматозоиды, в антеридиях – неподвижные яйцеклетки. Оплодотворение происходит в капельно-жидкой среде с образованием зиготы. Из зиготы образуется зародыш, из которого прорастает взрослое растение.

Представители: щитовник мужской, орляк обыкновенный, папоротник линнея, сальвиния плавающая (однолетний водный папоротник).

**5. Отдел Голосеменные растения (*Pinophyta*).** Голосеменные появились в конце девонского периода около 350 млн. лет назад. Предположительно они произошли от древних семенных папоротников, вымерших в начале каменноугольного периода.

Отдел современных голосеменных насчитывает более 650 видов. Наибольшее распространение они получили в умеренных широтах северного полушария.

Спорофит голосеменных – это одно- или двудомное растение с хорошо развитыми стеблем и стержневой корневой системой с выраженными главным и боковыми корнями. Представлен в основном древесными вечнозелеными формами, реже встречаются листопадные деревья (лиственница), имеются кустарники (можжевельник) и лианы (эфедра); травянистых растений нет. Листья игловидные (хвоя) или чешуевидные; располагаются



поодиночке, по два или несколько в пучках. Древесина голосеменных хорошо развита, обладает большой механической прочностью.

Подразделяются на четыре класса: Хвойные, Гнетовые, Саговниковые, Гинкговые.

**Класс Хвойные** – вечнозеленые растения, имеющие видоизмененные игольчатые листья, покрытые кутикулой или восковым налетом; устьиц мало, глубоко посажены (это обеспечивает жизнестойкость растений в засушливые и зимние периоды). Наиболее часто встречаются сосна, ель, лиственница, можжевельник, кедр, тис, секвойя, кипарис, туя и др.

*Сосна обыкновенная* – это однодомное светолюбивое растение, у которого весной формируется раздельнополые мужские и женские шишки (стробилы). Мужские шишки формируются у основания побега, имеют зеленовато-желтый цвет и длину около 5 мм. На осях таких шишек расположены слои мелких чешуек – микроспорофилл. На нижней поверхности каждой из чешуек расположены два микроспорангия (пыльцевых мешка), в которых образуется пыльца (мужской гаметофит). Каждое пыльцевое зерно содержит вегетативную клетку, два спермия и имеет два воздушных мешка, облегчающих перенос пыльцы ветром.

Женские шишки имеют красноватый цвет и содержат крупную, толстую семенную чешую (с двумя семязачатками на поверхности каждой чешуйки) и мелкую прозрачную кроющую чешую. В каждом семязачатке формируется женский гаметофит, который содержит гаплоидный эндосперм (особую питательную ткань) и два архегония с крупной яйцеклеткой в каждом. Семязачаток снаружи покрыт интегументом и имеет пыльцевход (микропиле), через который пыльца втягивается внутрь, где прорастает с формированием пыльцевой трубки. По ней созревшие спермии проникают к архегониям. Оплодотворение простое и не требует присутствия воды; в нем участвует только один из спермиев, сливающийся с одной из яйцеклеток, второй спермий погибает. Образовавшаяся зигота делится, из нее формируется зародыш семени, а вся семяпочка превращается в семя.

В этом заключается главное биологическое преимущество семенных растений перед споровыми, так как размножение семенем более надежно, чем спорой, поскольку в нем содержатся многоклеточный зародыш и запас питательных веществ, необходимых для его прорастания. Спора же представляет собой лишь гаплоидную клетку.

Представители других классов голосеменных менее известны, чем хвойные и встречаются преимущественно в южном полушарии. Произрастающие там саговниковые почти все являются декоративными растениями. Эфедры – невысокие безлистые кустарники служат источником сырья для получения алкалоидов эфедрина.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баландин, С.А. Общая ботаника с основами геоботаники / С.А. Баландин. – М., 2006.
2. Билич, Г.Л. Биология. Полный курс: в 3 т. / Г.Л. Билич. – М., 2007.
3. Биология: полный школьный курс / Н.Д. Лисов [и др.]. – Минск: Аверсэв, 2006.
4. Вахненко, Д.В. Биология с основами экологии / Д.В. Вахненко, Т.С. Гарнизоненко, С.И. Колесников. – Ростов н/Д: Феникс, 2003.
5. Долгачева, В.С., Алексахина, Е.М. Ботаника / В.С. Долгачева, Е.М. Алексахина. – М., 2003.
6. Лемеза, Н.А. Биология: учеб. пособие / Н.А. Лемеза, Л.В. Камлюк, Н.Д. Лисов. – Минск, 2007.
7. Лисов, Н.Д. Ботаника с основами экологии: практикум. – Минск, 1991.
8. Основы биологии: курс лекций /авт.-сост. А.И. Новицкая. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2010.

Учебное издание

**ОСНОВЫ БИОЛОГИИ**

Курс лекций

Часть I

Автор-составитель

**ЧУБАРО** Светлана Вильямовна

Технический редактор

*Г.В. Разбоева*

Компьютерный дизайн

*Е.В. Малнач*

Подписано в печать

2012. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 2,96. Уч.-изд. л. 3,13. Тираж            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.