

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

Ю.М. Бачура, Н.М. Дайнеко

БОТАНИКА

Практическое руководство
для студентов специальности 1-75 01 01
«Лесное хозяйство»
часть 1

Введение в ботанику, строение клетки

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2019

УДК 576.31
ББК 28.551
Б 32

Рецензенты:

кандидат биологических наук А.Е. Падутов;
кандидат биологических наук Н.И. Тимохина.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
учреждения образования «Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины»

Бачура, Ю.М.

Б 32 Ботаника (часть 1): практ. рук-во / Ю.М. Бачура,
Н.М. Дайнеко; М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т им.
Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2019. – 36 с.

Практическое руководство ставит своей целью оптимизировать учебно-познавательную деятельность студентов по усвоению сведений по истории развития ботаники и о строении растительной клетки на основе теоретического и тестового материала. Оно может быть использовано как на лабораторных занятиях по соответствующим темам курса «Ботаника», так и для самостоятельной подготовки.

Адресовано студентам биологического факультета специальности «Лесное хозяйство»; может быть использовано учащимися средних школ для углубленного изучения ботаники, студентами специальности «Биология».

**УДК 576.31
ББК 28.551**

© Бачура Ю.М., Дайнеко Н.М., 2019
© УО «Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины», 2019

Содержание

Введение	4
Тема 1 Введение в ботанику.....	5
Проверочные тесты по теме 1.....	13
Тема 2 Строение растительной клетки	14
Проверочные тесты по теме 2.....	27
Литература	33

Введение

В практическом руководстве приводятся основные теоретические сведения, которые необходимы для самостоятельной подготовки студентов по темам «Введение в ботанику» и «Строение растительной клетки».

Предлагаемое руководство позволит аудиторным занятиям быть более эффективными и повысит качество усвоения студентами достаточно сложного учебного материала. В практическом руководстве содержится минимальный объем знаний, на основе которых можно организовать эффективную самостоятельную работу студентов по изучению данных тем. Изложение материала построено в соответствии с программой курса. Материал по каждой теме включает теоретические сведения, вопросы для самоконтроля и тестовые задания, направленные на закрепление знаний.

При подготовке практического руководства была использована информация, изложенная в пособиях и учебниках белорусских и российских ученых: Г.А. Бавтуто, М.В. Ерёмина, И.И. Андреевой, Л.С. Родман, Г.П. Яковлева, В.А. Челомбитько, И.И. Лотовой, Н.П. Власовой, М.Д. Лисова, Т.А. Сауткиной, В.Д. Поликсеновой, В.Г. Хржановского, С.Ф. Пономаренко, Л.С. Пашкевич, Г.Я. Климчика [1-13].

На классические иллюстрации, использованные в руководстве, приведены ссылки. Руководство адресовано студентам специальности 1-75 01 01 – «Лесное хозяйство», может быть использовано студентами специальности 1-31 01 01-02 – «Биология (научно-педагогическая деятельность)», быть полезным для учителей биологии, учащихся средних школ при углубленном изучении ботаники.

Тема 1 Введение в ботанику

- 1 Происхождение высших растений
- 2 Краткая история ботаники
- 3 Основные разделы ботаники

1 Происхождение высших растений

Первые гипотезы, объяснявшие возможность перехода от водорослей к высшим растениям, появились в конце XIX века (Ф. Боуэр, Ф. Фрич, Р. Ветгштейн). Внимание исследователей было обращено на:

- 1 четко выраженное чередование диплоидного, бесполого поколения – спорофита и гаплоидного, полового поколения – гаметофита;

- 2 тенденцию к более мощному развитию спорофита, чем гаметофита (у всех высших растений, за исключением мхов);

- 3 наличие у большинства высших растений, кроме цветковых, специфических многоклеточных половых органов – антеридиев и архегониев, что позволяет называть эти растения архегонияльными.

Г. Шенк, Г. Потонье разработали **гипотезу происхождения высших растений от бурых водорослей**. Из отечественных ботаников ее сторонником был К.И. Мейер. Обоснованиями этой гипотезы служили наличие у некоторых бурых водорослей, например, у ламинарии, четко выраженной смены поколений и гетероморфного цикла развития, сложное расчленение тела, дифференциация нескольких тканей, а также появление у других представителей этого отдела многоклеточных спорангиев и гаметангиев. Однако бурые водоросли отличаются от высших растений по составу пигментов и запасных веществ. Кроме того, бурые водоросли – исключительно морские организмы и, если признать их филогенетическую связь с высшими растениями, то следует предположить, что последние появились в мелководьях морей.

Во второй половине XX века появились гипотезы, связывающие **происхождение высших растений с зелеными водорослями** (Л. Стеббинс, М. Шадефо и др.) Это было обусловлено сходством пигментного состава (наличием хлорофилла А и В), накоплением крахмала как основного запасного вещества, сходным строением пластид.

У зеленых водорослей выявлены практически все возможные циклы развития и типы половых процессов. Живут они преимущественно в пресной воде, встречаются и на суше. Такое морфологическое и экологическое разнообразие позволило этой группе водорослей эволюционировать в разных направлениях.

В настоящее время большое распространение получила **гипотеза происхождения высших растений от водорослей, напоминающих ныне живущие харовые**. С высшими растениями их сближает характер развития межклеточной пластинки (с участием фрагмопласта), сложное морфологическое расчленение таллома, многоклеточные оогонии и др. Полагают, что эволюция древнейших харовых водорослей, которая могла привести к возникновению высших растений, происходила в наземных условиях, при этом важную роль играл симбиоз с грибами, обеспечивающий лучшее использование минеральных веществ и поглощение воды, что в условиях жизни на суше имело большое значение.

Существуют и другие взгляды на происхождение высших растений. Все эти гипотезы, конечно, интересны, но на сегодняшний день остаются только гипотезами.

Возникновение высших растений произошло в палеозое, вероятно, в силуре. К этому времени относится одна из наиболее древних палеоботанических находок – куксония, произраставшая на Земле 415 млн лет назад. Она была обнаружена в 1937 г. **У. Лангом** в силурийских песчаниках Шотландии. Растение представляло собой похожий на водоросль кустик из зеленых веточек, несущих спорангии, и прикреплялось к субстрату с помощью ризоидов.

Силур считают наиболее вероятным временем возникновения высших растений потому, что в этот период палеозоя происходили значительные изменения климатических условий, способствовавшие не только обмелению океана, но и опреснению воды. В это время происходило и уменьшение интенсивности влияния ультрафиолетового излучения и повышение содержания в воздухе кислорода. Ультрафиолетовая радиация, способствовавшая формированию биологических макромолекул на начальных этапах развития жизни на Земле, в то же время выступала и в качестве фактора, ограничивающего эволюцию при отсутствии в атмосфере достаточного количества кислорода, которое необходимо для деления ядра и клетки.

2 Краткая история развития ботаники

Первоначальными знаниями о растениях обладал первобытный человек. Обширнейшими сведениями о растениях, особенно сельскохозяйственных и лекарственных, располагали культуры Индии, Финикии, страны древнего Египта и Месопотамии. Не случайно первый «травник на камне» был создан в храме в Карнаке фараоном новой египетской династии Тутмосом III.

Основы ботаники как научной дисциплины были заложены в античное время **Теофрастом** (371-286 гг. до н.э.), учеником Аристотеля. Теофраст изучал не только применение растений в хозяйстве и медицине, но и строение и физиологические особенности растений, их распространение, влияние на них почвы и климата. Теофраст описал свыше 500 растений, сделал попытку их классификации. Ему принадлежат труды «Исследования о растениях», «О причинах растений».

Дальнейшее развитие ботаники в античном мире, особенно в Древнем Риме, шло в прикладном направлении и касалось в основном земледелия и медицины. Древнеримский ученый **Плиний Старший** (23–79 гг. н.э.) написал первый учебник по ботанике, дошедший до наших дней.

В период средневековья развитие общества шло очень медленно и не способствовало развитию наук, т.к. потребности феодального общества были очень ограничены, что было связано с периодом инквизиции католической церкви, борьбой с ересями, научным познанием природы. В это время развитие ботаники приостановилось.

Переломный момент в истории ботаники наступил в конце XV века, в эпоху великих географических открытий. Из заморских стран стали привозить новые виды растений, возникла необходимость в их инвентаризации, т.е. описании, наименовании и классификации. В это время зарождаются и развиваются формы сохранения растений для их сравнительного изучения.

В середине XVI века было положено начало гербаризации. Возникают первые ботанические сады в Италии (1540 г. – в Падуе, 1545 г. – в Пизе), Швейцарии (1560 г. – в Цюрихе). В России первый ботанический сад появился в Москве в 1707 г. с целью выращивания лекарственных растений. В 1714 г. по указу Петра I организован «аптекарский огород» при Академии наук в Петербурге. В 1583 г. итальянец **Д. Чезальпино** сделал попытку классификации растений, в основу которой положил признаки строения плодов и семян. Таким

образом, в этот период закладываются основы ботанической терминологии, достигает расцвета описательная морфология растений.

В 17 веке началось изучение внутреннего мира растений. Выдающийся английский естествоиспытатель **Р. Гук** (1635-1703) усовершенствовал микроскоп и при рассмотрении среза пробки обнаружил, что она состоит из крохотных ячеек. В 1665 г. он описал растительные клетки и ввел термин «*cellula*», что на латыни означает «клетка». **М. Мальпиги** (1628–1694) и **Н. Грю** (1641–1712) положили начало анатомии растений, описав клетки, ткани различных видов и их значение. В 1671 г. они, независимо друг от друга, выпустили книги с одинаковым названием «Анатомия растений».

Систематика и описательная морфология XVIII в. достигла высшего развития в трудах шведского ботаника **К. Линнея** (1707–1778). В 1735 г. Линней выпустил книгу «Система природы», где классифицировал растения по строению органа размножения – андроеца. Система была искусственна, т.к. в ее основу было положено не родство растений, а сходство некоторых признаков; однако система Линнея была очень удобной и позволяла легко найти растение по строению цветка. Важным нововведением Линнея в систематику была бинарная номенклатура. В ней каждый вид обозначался двумя словами (первое – название рода, второе – видовой эпитет).

Значительными успехами в ботанике был отмечен XIX век. Оформились и возникли такие разделы, как физиология, география и экология растений, геоботаника, палеоботаника, эмбриология и т.д. Во всех разделах ботаники был накоплен огромный фактический материал, что создало базу для обобщающих теорий. Важнейшими из них стали клеточная теория и теория эволюционного развития жизни.

В 1838 г. немецкий ботаник **М. Шлейден** установил, что клетка – это универсальная структурная единица в теле растений, а в 1839 г. зоолог **Т. Шванн** распространил этот вывод и на животных. Разработка клеточной теории оказала огромное влияние на дальнейшее развитие биологии.

Появление эволюционной теории **Ч. Дарвина** (1809-1882), изложенной в книге «Происхождение видов путем естественного отбора», 1859 г. стало началом новой эпохи в развитии всех биологических наук. Начался новый период для систематики – эволюционный (филогенетический), т.е. возникла необходимость

объединять в одни таксоны виды, единые по происхождению, а не по внешнему сходству.

В 1865 г. **Г. Менделем** установлены закономерности наследственности; в конце 19 века открыт митоз (**И.Д. Чистяков**, **Э. Страсбургер**, независимо) и мейоз (**Э. Страсбургер**).

Новый прорыв в развитии ботаники, как и всей биологии, произошел в XX веке. Одной из его причин стал научно-технический прогресс, стимулировавший появление новых исследовательских инструментов и методов. В середине века были изобретены электронные микроскопы с высокой разрешающей способностью, что определило бурное развитие анатомии, цитологии, биохимии, молекулярной биологии, генетики.

В 1953 г. выяснены структура и механизм биологических функций молекул ДНК и РНК – **Дж. Уотсон** и **Ф. Крик**. Существенное развитие в 20 веке получили исследования фотосинтеза школой физиологов, созданной **К.А. Тимирязевым**; проблема природы и происхождения цветка.

В различных странах начинают работать школы анатомов-морфологов.

В 40-60-е гг. обоснована система высших растений **А.Л. Тахтаджяна**, получившая широкое признание. В 40-50-е гг. в СССР плодотворно работал **К.И. Мейер**, изучавший вопросы эволюционной анатомии, морфологии растений. Появляются работы о жизненных формах растений.

В настоящее время исследования по ботанике ведутся во многих научных центрах, издается ряд журналов ботанической направленности («Ботанический журнал», «Экология», «Растительные ресурсы» и др.), обобщающих материалов (Жизнь растений, Красные Книги и др.).

В истории изучения растительного покрова Беларуси от первых отрывочных ботанических сведений до серьезных комплексных исследований можно выделить несколько периодов:

1 Ранние флористические исследования (до 1873 г.). Первые сведения об изучении флоры республики относятся к концу 18 века. В 1773 г. академик Петербургской АН **И.И. Лепехин** обследовал Беларусь и Прибалтику, положив начало ботаническим экспедициям. В начале 19 века чл.-корр. **В.Г. Бессер** составил ботанические списки юго-востока России, в том числе и Беларуси, и создал гербарные коллекции, включающие сборы растений их окрестностей Минска, Слуцка, Мозыря. В 1883 г. **В.В. Пашкевич** опубликовал «Очерк

флоры цветковых растений Минской губернии» – описано 958 видов растений с учетом ранее известных данных.

2 Ботанические исследования в первоначальный период освоения Полесья (1973-1917 гг.). В 1973-1899 гг. – на Полесье работала западная экспедиция по осушению болот под руководством **И.И. Жилинского** и проводились фрагментарные изучения флоры данного региона. В 1886 г. **И.Ф. Шмальгаузен** опубликовал монографию, содержащую сведения и флоре Южного Полесья. В 1905 г. **П.П. Семенов-Тянь-Шанский** дал краткое геоботаническое описание Беларуси. Польским исследователем **И.К. Пачоским** подготовлена сводная работа «Флора Полесья и прилежащих местностей» – описан 1291 вид растений. Появились первые работы об изучении флоры Беловежской пущи (**Н.К. Генко**) и лесов Беларуси (**Н. Никитин**).

3 Изучение флоры и растительности в период с 1917-1941 гг. После 1917 г. ботанические исследования проводились научными и высшими учебными заведениями. Прежде всего, следует отметить Горецкий сельскохозяйственный институт и Институт сельского и лесного хозяйства в Минске. В 20-е гг. проведены две экспедиции для флористических и геоботанических исследований растительности Беларуси под руководством **Н.И. Кузнецова**. Результаты ботанических исследований в то время публиковались в «Записках Белорусского института сельского и лесного хозяйства» и «Материалах по изучению флоры и фауны Беларуси». Проводились исследования болотной, луговой и лесной растительности, лишайников и грибов.

4 Ботанические исследования в послевоенные годы. Особое развитие ботаническая наука получила в послевоенный период. В 1949 г. начали издавать «Флору БССР». В течение 10 лет было выпущено 5 томов, в создании которых принимали участие такие ученые как **М.П. Томин, Н.Д. Нестерович, Н.А. Дорожкин, В.А. Михайловская, Б.К. Шишкин, Б.А. Федченко** и др. В связи с освоением Полесья с целью освоения природных ресурсов в послевоенные годы проводились и флористические исследования.

Особое внимание уделялось и изучению древесных растений – опубликован 3-томник «Интродуцированные деревья и кустарники белорусской ССР».

В 1967 г. был подготовлен «определитель растений Беларуси» под редакцией **Б.К. Шишкина**. Начиная с 1965 г. семь изданий выдержала книга «Лекарственные растений» под редакцией

И.Д. Юркевича и др. В 60-70 гг. проведены исследования по изучению флоры Беловежской пущи.

В 70-80-е гг. белорусские ботаники от общих флористических исследований перешли к изучению отдельных видов растений, их экологии. Проведен ряд исследований по изучению антропогенных изменений флоры республики (**В.И. Парфенов, Н.В. Козловская, Г.А. Кими** др.), по выявлению и культивированию редких видов растений, их охране (**Н.В. Смольский, М.А. Кудинов, Г.А. Пашина**).

Широкое исследование получили геоботанические исследования всех типов растительности, в том числе и лесной. Обобщающее значение имеет работа «Растительный покров Беларуси» (1974 г.). Цикл этих работ выполнен коллективом авторов под руководством **И.Д. Юркевича**. В настоящее время ботанические исследования в республике проводятся в институте экспериментальной ботаники НАНБ, в Центральном ботаническом саду, в университетах и на природоохранных территориях. Главные задачи – изучить флористический состав растений, характерные черты и на этой основе рационально использовать и пополнять растительные ресурсы, способствовать охране и обогащению зеленого покрова земли.

3 Основные разделы ботаники

Ботаника (от греч. *botane* – росток, трава) – наука о растениях, их структуре, жизнедеятельности и распространении. В сферу ботаники входят изучение строения и функций растений, их происхождения, эволюции, классификации, взаимоотношений друг с другом и средой обитания, представления об образуемых растениями сообществах, расселении на Земном шаре, использовании и охране.

Для растений характерны все специфические **признаки живого**: обмен веществ, процессы роста и размножения, явления раздражимости и наследственности.

Зеленые растения являются **автотрофами** (от греч. *autos* – сам, *trophe* – питание) – организмами, питающимися минеральными веществами.

Растения образуют органические вещества из минеральных (углекислого газа и воды) на свету, данный процесс называется **фотосинтезом**. Он происходит только в зеленых частях растений, клетки которых имеют хлоропласты, содержащие пигмент хлорофилл

(с участием хлорофилла идет поглощение солнечного света и восстановление углекислого газа до органических соединений). Суммарное уравнение фотосинтеза:



Среди растений условно выделяют **низшие и высшие**, сегодня данные категории имеют в основном историческое значение. Под названием «низшие растения» объединяют разнородные организмы, у которых тело не дифференцировано на органы (корень, стебель, лист) и отсутствуют настоящие ткани. К ним относят водоросли, грибы и лишайники. Высшие растения – сложно дифференцированные многоклеточные организмы, приспособленные к жизни в наземной среде: мхи, плауны, семенные растения.

Согласно современной классификации живых организмов по молекулярно-генетическим данным высшие растения выделяют в подцарство в составе царства Платикристы (отличаются пластинчатыми кристами митохондрий). Каждое растение относится к определенному виду, например – береза повислая, одуванчик лекарственный.

Растения изучают в различных аспектах их жизнедеятельности в связи с чем различают ниже перечисленные **отрасли ботанической науки**.

1 Морфология – наука, изучающая внешнее строение растений, отдельных органов, их видоизменения в зависимости от окружающей среды.

2 Цитология – наука, изучающая строение и функции клеток.

3 Гистология растений – наука, рассматривающая растительные ткани, их расположение в теле растений и функции.

4 Анатомия растений – наука, изучающая внутреннее строение растений.

5 Эмбриология растений – наука о закономерностях образования органов размножения растений, процессов оплодотворения, развития зародыша и семени.

6 Систематика растений – наука о разнообразии организмов и их взаимодействии.

7 Физиология растений – наука о процессах жизнедеятельности и процессах превращения веществ в них.

8 Экология растений – наука, исследующая взаимоотношение растений друг с другом и с внешней средой, влияние условий обитания на структуру и жизнедеятельность.

9 География растений – наука о размещении и распространении растений по поверхности земного шара в прошлом и настоящем.

Проверочные тесты по теме 1

1 Кто из ученых считается основоположником ботаники:

- а) Теофраст;
- б) П. Старший;
- в) Р. Гук;
- г) Аристотель.

2 Кто и когда впервые рассмотрел клетку и дал ей название:

- а) М. Мальпиги, Н. Грю в 1675 году;
- б) Р. Гук в 1665 году;
- в) А. Левенгук в 1695 году;
- г) М. Шлейден и Т. Шванн в 1839 году.

3 Кто и когда впервые описал ядро клетки как важнейшее образование:

- а) Я. Пуркинье в 1839 году;
- б) М. Мальпиги, Н. Грю в 1675 году;
- в) Р. Броун в 1833 году;
- г) А. Левенгук в 1695 году.

4 Кто и когда обобщил все исследования о клетке и сформулировал клеточную теорию:

- а) Р. Броун в 1831 году;
- б) А. Левенгук в 1695 году;
- в) Р. Гук в 1665 году;
- г) М. Шлейден и Т. Шванн в 1839 году.

5 Кто и когда предложил бинарную номенклатуру растений:

- а) Р. Броун в 1831 году;
- б) А. Левенгук в 1695 году;
- в) К Линней в 1735 году;
- г) Т. Шванн в 1839 году.

6 Выберите белорусских ученых послевоенного периода:

- а) И.И. Жилинский, И.Ф. Шмальгаузен, И.К. Пачоский;
- б) И.И. Лепехин, В.Г. Бессер, В.В. Пашкевич;

- в) Н.И. Кузнецов, В.В. Петровский, В.Д. Деменков;
г) Б.К. Шишкин, И.Д. Юркевич, В.И. Парфенов.

7 Под редакцией какого ученого в Беларуси 1967 г. был подготовлен «Определитель растений Беларуси»:

- а) В.В. Пашкевич;
б) Б.К. Шишкин;
в) Н.И. Кузнецов;
г) И.Д. Юркевич.

8 Наука, изучающая строение и функции клеток, называется:

- а) морфология;
б) цитология;
в) гистология;
г) систематика.

9 Наука, изучающая внешнее строение растений, отдельных органов, их видоизменения в зависимости от окружающей среды, это:

- а) анатомия;
б) систематика;
в) морфология;
г) цитология.

10 Укажите, как называется наука, рассматривающая растительные ткани, их расположение в теле растений и функции:

- а) гистология;
б) систематика;
в) морфология;
г) цитология.

Ответы

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Правильный ответ	а	б	в	г	в	г	б	б	в	а

Тема 2 Строение растительной клетки

- 1 Ультраструктура растительной клетки
- 2 Особенности строения оболочки и вакуолей растительной клетки
- 3 Запасные вещества и включения клетки растений
- 4 Деление клеток

Клетка – основная структурно-функциональная единица всех живых существ. Она представляет собой элементарную часть организма, обладающую всеми признаками живого: клетке свойственны рост, обмен веществ и энергии с внешней средой, дыхание, деление, раздражимость, наследственность и др.

Все клеточные организмы можно разделить на две основные группы: прокариоты и эукариоты. Прокариоты – это доядерные организмы, возникшие около 3,5 млрд лет назад (бактерии, цианобактерии, или синезеленые водоросли). Эукариоты – это ядерные организмы, возникшие около 1 млрд лет назад (растения, грибы и животные).

Растительные и животные клетки (рисунок 1) характеризуются рядом общих признаков: единством структурных систем (цитоплазмы и ядра), сходством процессов обмена веществ, энергии и деления клеток, универсальным мембранным строением, единством химического состава.

При этом существует ряд **отличий растительной клетки от животной**:

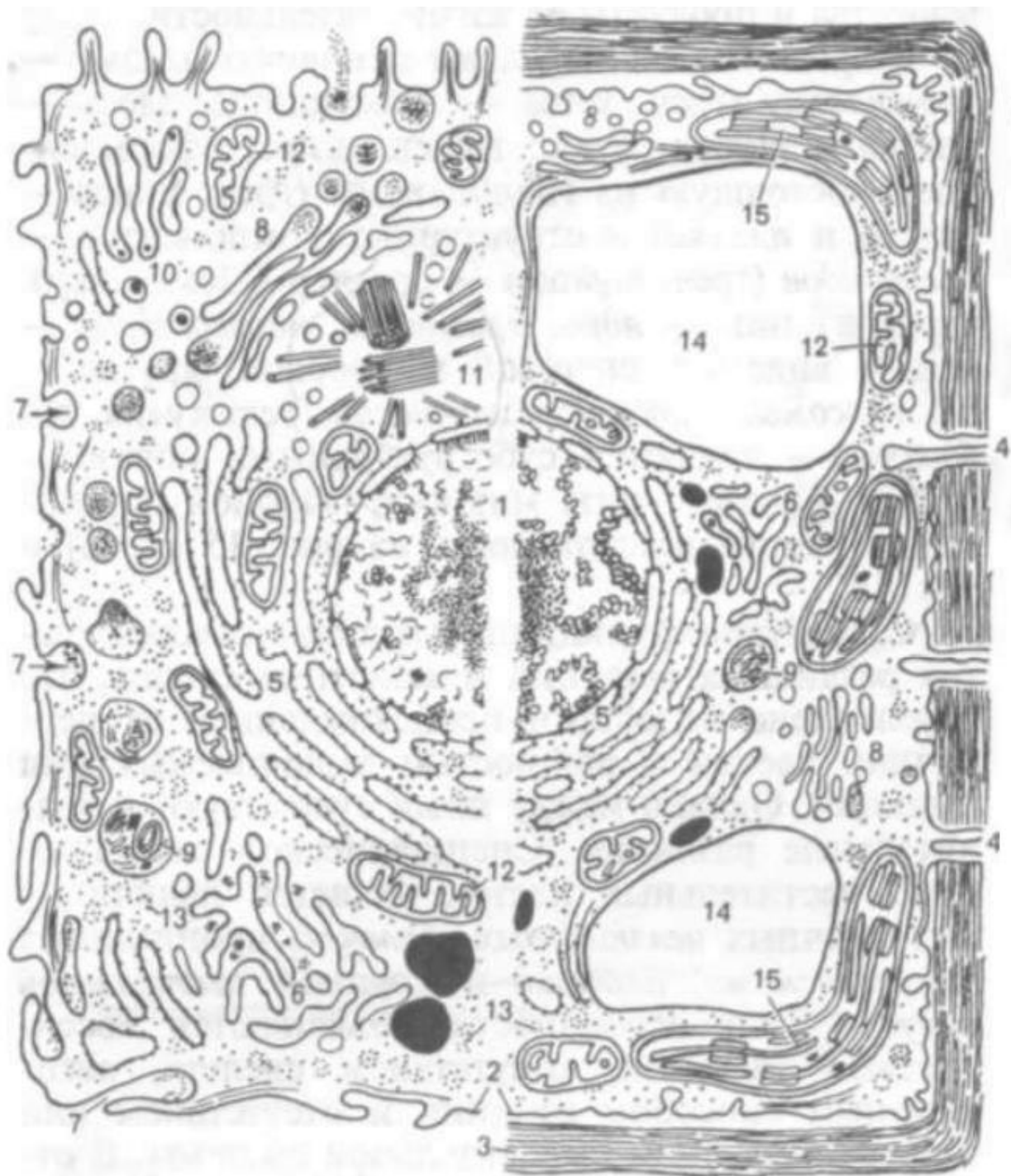
- 1 наличие пластид (хлоро-, хромо- и лейкопластов);
- 2 наличие жесткой углеводной клеточной оболочки;
- 3 запасные питательные вещества в виде зерен крахмала, белка, капель масла (в животной клетке – жиры, гликоген);
- 4 наличие крупных полостей, заполненных клеточным соком, – вакуолей (в животной клетке – обычно мелкие, сократительные, выделительные и пищеварительные вакуоли);
- 5 отсутствие у высших растений клеточного центра (есть в животной клетке).

Клетки растений обычно микроскопических размеров: от 10 до 100 мкм. По форме можно выделить на два типа клеток растений:

1 паренхимные клетки – это клетки, у которых длина, ширина и высота примерно одинаковы;

2 прозенхимные клетки – это клетки, отличающиеся сильно вытянутой формой, их длина может во много раз превышать ширину.

Клетки растения морфологически и физиологически взаимосвязаны между собой происхождением, ростом и жизнедеятельностью. В молодом состоянии клетки имеют более или менее одинаковые размеры или форму, с возрастом параметры клеток меняются.



1 – ядро, 2 – цитоплазматическая мембрана, 3 – клеточная оболочка,
 5 – плазмодесмы, 5 – гранулярный эндоплазматический ретикулум, 6 – агранулярный эндоплазматический ретикулум,
 7 – пиноцитозная вакуоль, 8 – аппарат Гольджи, 9 – лизосома,
 10 – жировые включения, 11 – центриоль и микротрубочки,
 12 – митохондрии, 13 – полирибосомы, 14 – вакуоли,
 15 – хлоропласты, 16 – цитоплазма

Рисунок 1 – Комбинированная схема строения эукариотической клетки: слева – животной, справа – растительной [12]

1 Ультраструктура растительной клетки

В растительной клетке выделяют протопласт (содержимое живой клетки) и его производные. В состав **протопласта** входят цитоплазма, ядро и другие органоиды: эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, лизосомы, сферосомы, митохондрии, пластиды, рибосомы. К **производным протопласта** относят клеточную стенку, вакуоль и эргастические вещества (рисунок 2).



Рисунок 2 – Схема строения растительной клетки

Цитоплазма (ЦП) – многофазная высокоупорядоченная коллоидная система, заключенная между плазмолеммой и ядром. Цитоплазма представляет собой вязкую прозрачную бесцветную массу; упруга, эластична, с водой не смешивается. В молодой клетке ЦП занимает всю полость клетки, в старой – появляются вакуоли, сливающиеся со временем в одну крупную вакуоль, цитоплазма образует узкий постенный слой. В цитоплазме вода составляет 75-86%, белки – 10-20, липиды – 2-3, углеводы – 1-2, минеральные соли – 1%.

Ядро – важнейший компонент живой клетки. Впервые ядро было описано Р. Броуном в 1833 г. Ядро выполняет две важные функции: 1) контролирует жизнедеятельность клетки; 2) хранит генетическую информацию и передает ее дочерним клеткам в процессе деления.

Форма ядра, как правило, округлая, но бывает веретеновидная, нитевидная, лопастная и др., размеры – от 2-3 до 500 мкм. Ядро состоит из ядерной оболочки, или мембраны, хроматиновых структур, ядрышка и ядерного сока.

Эндоплазматический ретикулум (ЭР) – органоид клетки, представляющий собой систему мелких вакуолей и канальцев, соединенных друг с другом и ограниченных одинарной мембраной. Мембраны ЭР толщиной 5-7 нм нередко переходят в ядерную мембрану. Различают два типа ЭР – шероховатый (гранулярный, несет на своих мембранах рибосомы) и гладкий (агранулярный, лишен рибосом). Гранулярный ЭР связывает в единое целое все структурно-функциональные единицы клетки, обеспечивает транспорт ионов и макромолекул внутри клетки, а также синтез белков на прикрепленных рибосомах. Гладкий ЭР участвует в синтезе липидов, обмене некоторых полисахаридов, накоплении и выведении из клетки ядовитых веществ.

Митохондрии – округлые или цилиндрические, реже нитевидные двухмембранные органеллы длиной до 10 мкм, диаметром 0,2-1 мкм. Внутренняя мембрана образует выросты – кристы, которые в растительных клетках обычно имеют вид трубочек. Внутри митохондрии заполнены матриксом, в котором содержатся молекулы митохондриальной ДНК, РНК и рибосомы. Основная функция митохондрий – образование энергии.

Аппарат Гольджи (комплекс Гольджи) состоит из отдельных диктиосом и пузырьков Гольджи. Диктиосомы – органеллы, представляющие собой пачки (2-7 и более) плоских округлых цистерн, ограниченных мембраной и заполненных матриксом. В цистернах аппарата Гольджи накапливаются, конденсируются и упаковываются вещества, подлежащие изоляции или удалению из цитоплазмы. Упакованные в пузырьки, они поступают в вакуоли. Аппарат Гольджи – место синтеза полисахаридов, идущих на построение клеточной стенки. Пузырьки Гольджи участвуют также в формировании новых клеточных стенок и плазмалеммы, происходящем после митоза.

Рибосомы – мельчайшие клеточные органеллы, около 17-23 нм в диаметре, состоящие примерно из равных количеств белка и

нуклеиновых кислот. Рибосомы располагаются в цитоплазме свободно или связаны с мембранами эндоплазматической сети. Рибосомы состоят из двух субъединиц: крупной округлой и мелкой несколько сплюсненной. Роль рибосом – внутриклеточный синтез белка.

Микротельца – сферические или палочковидные мелкие (0,2-1,5 мкм) одномембранные органеллы с плотным матриксом, состоящим в основном из окислительно-восстановительных ферментов. Различают: 1) **пероксисомы** – микротельца, играющие важную роль в метаболизме гликолевой кислоты и имеющие непосредственное отношение к фотодыханию; 2) **глиоксисомы** – микротельца, содержащие ферменты необходимые для превращения жиров в углеводы.

Лизосомы – округлые одномембранные органеллы, в матриксе которых содержится большое число гидролитических ферментов. Лизосомы осуществляют внутриклеточное переваривание, автолиз. Гидролитические ферменты лизосом очищают всю полость клетки после отмирания ее протопласта (например, при образовании сосудов).

Пластиды – органеллы, характерные исключительно для растительных клеток. Форма, размеры, строение и функции пластид различны. Они окружены двойной мембраной и заполнены матриксом. В матриксе имеются кольцевая ДНК и рибосомы прокариотического типа. Различают три типа пластид: хлоро-, хромо- и лейкопласты.

Хлоропласты высших растений имеют примерно одинаковую форму двояковыпуклой линзы. Их размеры: 5-10 мкм в длину при диаметре 2-4 мкм. Число хлоропластов в клетках высших растений 15-50. Внутренняя мембрана хлоропластов образует в строме систему замкнутых карманов – тилакоидов. Группы тилакоидов образуют стопки – граны. Хлоропласты часто содержат зерна крахмала, липиды. В онтогенезе хлоропласты формируются из пропластид путем образования из впячиваний внутренней мембраны уплощенных мешков – тилакоидов. Функция хлоропластов – фотосинтез; также они могут участвовать в синтезе аминокислот, служить хранилищем временных запасов крахмала.

Лейкопласты – бесцветные округлые пластиды, в которых обычно накапливаются запасные питательные вещества, в основном крахмал. По строению лейкопласты мало отличаются от пропластид, из которых они образуются: двумембранная оболочка окружает

бесструктурную строму. Внутренняя мембрана, вставая в строму, образует немногочисленные тилакоиды. Лейкопласты, в которых синтезируется и накапливается запасной крахмал, называются амилопластами, белки – протеинопластами, масла – элайопластами.

Хромопласты – пластиды оранжево-красного и желтого цвета, образующиеся из лейкопластов и хлоропластов в результате накопления в их стромах каротиноидов. Они встречаются в клетках лепестков (лютик, нарцисс, тюльпан, одуванчик), зрелых плодов (томат, тыква, арбуз, апельсин), редко – корнеплодов (морковь, кормовая свекла), а также в осенних листьях. Хромопласты – конечный этап в развитии пластид. Косвенное биологическое значение хромопластов в том, что ярко окрашенные плоды успешнее распространяются птицами и животными, а выделяющиеся яркой желто-красной окраской цветки привлекают насекомых-опылителей.

Цитоскелет – совокупность нитевидных белковых структур – микротрубочек и микрофиламентов, составляющих опорно-двигательную систему клетки. Цитоскелет служит механическим каркасом клетки, придавая клетке форму и обеспечивая связь между мембраной и органеллами. Компоненты цитоскелета определяют направление и координируют движение, деление, изменение формы клеток в процессе роста, перемещение органелл, движение цитоплазмы. Цитоскелет также служит для транспорта органелл и других крупных комплексов внутри клетки.

2 Особенности строения оболочки и вакуолей растительной клетки

Как уже отмечено, клеточная стенка, вакуоль и эргастические вещества являются производными протопласта.

Клетки растений окружены плотной оболочкой, выстланной изнутри плазмоллемой или цитоплазматической мембраной (представляет собой наружный слой цитоплазмы и играет активную физиологическую роль, определяя проницаемость клетки). **Клеточная оболочка** в значительной степени определяет форму растительных клеток и их механическую прочность. Кроме того, клеточная оболочка участвует в поглощении и проведении воды и минеральных элементов.

Главными компонентами оболочки растений являются клетчатка (целлюлоза), полуклетчатка (гемицеллюлоза) и пектин. **Молекулы**

целлюлозы нитевидны. Они вытягиваются в одном направлении и объединяются в пучки, которые называются **элементарными фибриллами**, или **мицеллами**. Элементарные фибриллы, объединяясь по 2, 4 и больше с помощью ковалентных и водородных связей, образуют **микрофибриллы** – основные структурные единицы клеточной оболочки. Фибриллярная система погружена в основное вещество оболочки – **матрикс**, который представляет собой пластичный гель, насыщенный водой и состоит из смеси полимеров (среди них преобладают гемицеллюлозы и пектиновые вещества).

Различают **оболочку первичную** и **вторичную**. Первичная оболочка тонкая, эластичная, может растягиваться и не препятствует росту клетки. **Вторичная оболочка** образуется в клетках закончивших рост. Она накладывается на первичную оболочку изнутри клетки, постепенно сокращая объем, занятый полостью клетки. Вторичная оболочка более прочная, многослойная, к растяжению не способна. Вторичная оболочка не сплошная. Участки первичной оболочки, оставшиеся не утолщенными, называются **порами**. Через поры с помощью тяжелой цитоплазмы (плазмодесм) объединяются в единое целое протопласты смежных клеток.

Рассмотрим **физико-химические изменения клеточной оболочки**.

1 Одревеснение (лигнификация) – инкрустирование клеточных оболочек лигнином – аморфным веществом, представляющим собой трехмерный полимер фенольной природы, содержащим до 60-65% углерода. Одревесневшие оболочки теряют эластичность, приобретают жесткость и прочность. Одревеснение, как правило, необратимый процесс.

2 Опробковение – пропитывание клеточных оболочек на поверхности стебля или корня суберином. Суберин – жироподобное вещество, состоящее из глицерина, феллоновой и пробковой кислот, не растворим в воде, спирте, устойчив к концентрированной серной кислоте. Опробковевшие оболочки непроницаемы для воды и воздуха.

3 Кутинизация – пропитывание клеточных оболочек кутином, который представляет собой смесь высших карбоновых оксикислот и их эфиров. Кутин откладывается в виде тонкой пленки на наружной стороне клетки, граничащей с внешней средой. Кутин обычно откладывается вместе с воском (легко плавится). Вся толща отложения воска и кутина поверх эпидермиса называется кутикулой.

Кутикула не пропускает жидкости и затрудняет диффузию газов. Препятствует проникновению микроорганизмов.

4 Ослизнение оболочек – процесс, связанный образованием в оболочке слизи и камедей. Слизь – гидрофильные полисахариды, присутствующие в семенах, корнях и коре и накапливающиеся преимущественно в полостях клетки или в слизевых ходах. Камеди представляют собой гетерополисахариды или их смеси. Выделяясь в виде вязких растворов при механическом или инфекционном повреждении растений камеди застывают в стекловидную массу.

5 Минерализация – накопление в оболочках минеральных веществ, в основном кремнезема и углекислого кальция. Эти вещества придают оболочкам твердость и хрупкость, защищают растения от поедания животными, гниения, снижают кормовую ценность некоторых растений.

Таким образом, клеточная оболочка – важный структурный элемент растительной клетки; структура и химический состав ее меняются в зависимости от возраста и физиологической роли клетки и на каждом этапе онтогенеза соответствуют ее функциональным особенностям.

Вакуоли – полости в цитоплазме, ограниченные тонопластом и заполненные клеточным соком. Для большинства зрелых клеток характерна крупная центральная вакуоль, которая занимает 70-90 % объема клетки. Она возникла при слиянии мелких цитоплазматических вакуолей, которые образуются цистернами ЭР. В образовании вакуолей участвует и аппарат Гольджи, где изолируются продукты вторичного обмена, транспортируемые затем пузырьками Гольджи в вакуоль. Клеточный сок – слабо концентрированный водный раствор минеральных и органических соединений, образующих истинные и коллоидные растворы. *Функции вакуолей* заключаются, с одной стороны, в накоплении запасных и изоляции эргастических веществ (отбросов, конечных продуктов обмена), с другой – в поддержании тургора и регуляции водно-солевого обмена.

3 Запасные вещества и включения клетки растений

В процессе жизнедеятельности протопласта возникают разнообразные вещества, получившие обобщенное название **эргастических**. Они образуются непосредственно в цитоплазме и отчасти сохраняются в ней в растворенном виде либо в форме включений. Часть веществ накапливается в клеточном соке вакуоли в

виде растворов или откладывается в виде включений. В значительно больших количествах эргастические вещества концентрируются вне протопласта, образуя оболочку клетки.

Природа и основные функции эргастических веществ различны. Главнейшие из них: белки (протеины), углеводы (глюкоза, сахароза и крахмал или близкий к нему инулин, а также целлюлоза); жиры и жироподобные вещества, продукты вторичного метаболизма (таннины, смолы, эфирные масла и др.), неорганические вещества.

Важнейшая группа эргастических веществ – запасные вещества. Это белки, углеводы, исключая целлюлозу, и жиры.

Запасные **белки** встречаются в растительных клетках в разной форме. Белки, растворимые в воде или в слабых растворах минеральных солей, находятся в клеточном соке. Первые из них называются альбуминами, вторые – глобулинами. Нерастворимые белки находятся в цитоплазме в форме кристаллов. Белковые кристаллы отличаются от минеральных определенными физическими свойствами и потому называются **кристаллидами**. Формой запасного белка являются **алейроновые зерна**, характерные для многих семян. Они образуются при высыхании вакуолей во время созревания семян.

Углеводы в качестве запасных веществ могут быть в форме сахаров, крахмала, инулина, полуклетчатки и других соединений. Сахара и инулин видимых отложений не образуют, потому что растворимы в воде и накапливаются в клеточном соке. Крахмал в воде не растворим и встречается в клетках в форме крахмальных зерен.

Крахмальные зерна имеют скрыто кристаллическую структуру и у разных растений имеют различные формы и размеры.

Крахмальные зерна клубней картофеля слоистые, яйцевидной формы с диаметром 50-100 мкм. Крахмальные зерна бывают простые, сложные и полусложные. Простое зерно имеет один центр крахмалообразования и концентрические или эксцентрические слои крахмала вокруг него. Сложные зерна имеют два или несколько центров крахмалообразования, каждый из которых отличается собственной слоистостью. У полусложных зерен также несколько центров; их внутренние слои – частные, имеющие собственные центры, наружные – общие для всего зерна.

Жиры как запасные питательные вещества встречаются очень часто в семенах, плодах, спорах. По сравнению с белками и углеводами жиры – соединения более восстановленные, поэтому в молекуле жира содержится почти вдвое больше потенциальной

энергии, чем в молекулах белков и углеводов. Жиры накапливаются в цитоплазме в форме мелких капель. Содержание их в семенах отдельных растений может быть очень высоким: подсолнечника – 29-56 %, льна – 30-47 %, мака – 45 %, клеверины – 60 %. Такие растения культивируются для получения масла.

В процессе жизнедеятельности клетки образуются вещества, которые в дальнейших химических процессах не участвуют. Это **конечные продукты обмена**, или **катаболиты**. К ним относятся камеди, смолы, слизи, глюкозиды, эфирные масла, каучук и т.п. Продукты, растворимые в воде, накапливаются в клеточном соке, нерастворимые – в специальныхместилищах, роль которых могут выполнять межклетники, отдельные клетки или система клеток.

Минеральные включения имеют форму кристаллов. Чаще других солей кристаллы образует оксалат кальция (CaC_2O_4).

Крупные призматические кристаллы, одиночные или реже двойные и тройные, можно видеть в клетках сухой чешуи лука. Сложные кристаллы – друзы образуются от срастания кристаллов типа октаэдров. Такие кристаллы встречаются наиболее часто. Их можно видеть в клетках коры липы, в черешках бегонии, в черешках и стеблях камнеломки и других растений. У однодольных растений кристаллы оксалата кальция имеют длинную заостренную с обеих сторон игольчатую форму. Это – **рафиды**. Их можно легко найти в корневищах и плодах купены, в листьях нарциссов и алоэ, в корнях спаржи и других растений. Рафиды образуются в большом количестве, в цитоплазме или вакуолях, где лежат плотным пучком, который обволакивается слизистой оболочкой.

В растениях встречаются кристаллы гипса, кремнезема и оксалата магния. Они не так широко распространены и образуются только у некоторых видов.

Углекислый кальций накапливается в форме **цистолитов** – своеобразных выростов клеточной оболочки, пропитанных углекислым кальцием и кремнеземом. Цистолиты имеют форму виноградной грозди или более простую и встречаются в растениях семейства крапивных, масличных, тутовых и других чаще всего в кожице листьев.

4 Деление клеток

Деление и образование новых эукариотических клеток связано с делением ядра. Жизнь клетки от одного деления до другого

составляет **митотический** или **клеточный цикл**. Он включает два периода, или две фазы, *деление* и период между двумя делениями, или *интерфаза* (от лат. *inter* – между, греч. *phasis* – проявление).

Интерфаза, или фаза между 2-я делениями, подразделяется на 3 периода:

1 пресинтетический период (G1), в ходе которого происходит синтез ПНК, белка и рост клетки;

5 синтетический период (S) – период синтеза ДНК;

6 постсинтетический период (G2) – период подготовки к делению.

Продолжительность интерфазы различна; перед началом деления клетки имеют двойной набор хромосом – $2n4c$.

В ходе митотического цикла может происходить деление 2-х типов – *митоз* и *мейоз*. Третий тип деления – *амитоз* – происходит вне митотического цикла.

Митоз – тип деления клеток, при котором из одной материнской клетки образуются две дочерние с таким же набором хромосом.

Основной способ образования новых клеток растений, открыт в 1874 г. **И.Д. Чистяковым**. Биологическое значение митоза состоит в строго одинаковом распределении хромосом, что обеспечивает образование генетически равноценных клеток и сохраняет преемственность в ряду клеточных поколений.

В процессе митоза различают *несколько стадий*, или фаз: профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

Профаза – самая длительная фаза митоза. Хромосомы спирализуются (укорачиваются и утолщаются). Постепенно исчезает ядрышко, растворяется ядерная оболочка.

В *метафазе* хромосомы окончательно обособляются и собираются в одной плоскости – экваториальной пластинке, посередине между полюсами бывшего ядра. Хроматиды начинают отделяться друг от друга, оставаясь связанными лишь в области центромеры.

В *анафазе* центромеры делятся, каждая хромосома разделяется на две самостоятельные хроматиды, которые становятся дочерними хромосомами и с помощью нитей веретена движутся к полюсам.

К моменту *телофазы* дочерние хромосомы достигают полюсов клетки, веретено исчезает, хромосомы деспирализуются и вновь становятся неразличимыми, принимая форму хроматиновых нитей. Появляются ядрышки и ядерная оболочка вокруг двух новых ядер, каждое из которых вступает в интерфазу. Продолжительность митоза в среднем 1-2 ч.

После митоза происходит деление клетки (цитокинез).

Мейоз – тип деления клеток, при котором происходит редукция (уменьшение) числа хромосом и переход клеток из диплоидного состояния в гаплоидное.

Мейоз был открыт **В.И. Беляевым** в 1885 г. Мейоз регулирует постоянство числа хромосом; если бы организмы формировали половые клетки с диплоидным набором хромосом, то при половом размножении каждое поколение удваивало бы их число.

Мейоз состоит из двух последовательных делений ядра (фазы аналогичны митозу), в процессе которых удвоение ДНК происходит один раз. Обоим делениям предшествует одна интерфаза.

Отличительной особенностью первого деления мейоза является сложная и сильно растянутая во времени профза (профаза I), в которой выделяют 5 стадий. К моменту окончания профазы I фрагментируется ядерная оболочка, образуются пары гомологичных хромосом – биваленты, происходит обмен гомологичными участками хромосом (кроссинговер), что объясняет генетическое разнообразие потомства. На стадии метафазы I пары гомологичных хромосом выстраиваются по экватору веретена, образуя экваториальную пластинку. В анафазе I начинается движение гомологичных хромосом к противоположным полюсам клетки. Завершается первое деление телофазой I. Второе деление мейоза происходит по типу обычного митоза. Его условно делят на стадии: профза II, прометафаза II, метафаза II, анафаза II и телофаза II. В результате двух последовательных делений из одной исходной диплоидной клетки образуются четыре гаплоидные, генетически разнородные клетки (рисунок 3).

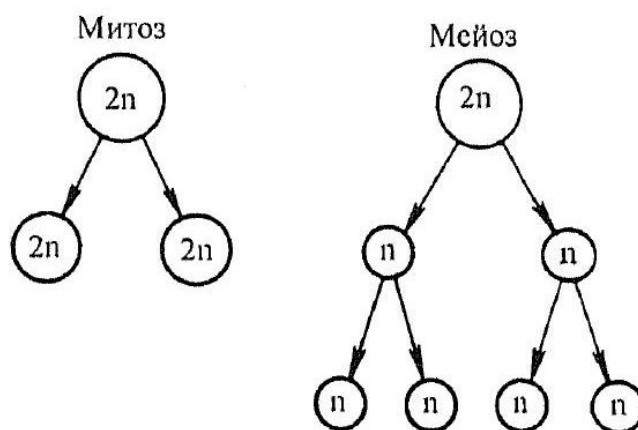


Рисунок 3 – Схема делений

Амитоз – прямое деление интерфазного ядра путем перетяжки без образования структуры хромосом вне митотического цикла. При этом ядерное вещество не всегда равномерно распределяется между дочерними клетками. Амитоз чаще всего наблюдается в патологических или стареющих клетках.

Проверочные тесты по теме 2

1 Размер растительных клеток обычно колеблется в пределах:

- а) от 10 до 100 нм;
- б) от 10 до 100 см;
- в) от 10 до 100 мм;
- г) от 10 до 100 мкм.

2 Растительные клетки, длина которых может во много раз превышать ширину, называются:

- а) паренхимными;
- б) изодиаметрическими;
- в) прозенхимными;
- г) вытянутыми.

3 Клетки называются паренхимными, если:

- а) они вытянуты, длина их превышает ширину и толщину в 5, 10, 100 раз и более раз;
- б) диаметр их примерно одинаков во всех направлениях, длина не более чем в 2-3 раза превышает ширину;
- в) они вытянуты, длина их превышает ширину и толщину в 5-10 раз;
- г) длина и ширина клеток примерно одинаковы, а их высота в 2-3 раза меньше длины и ширины.

4 Какие органоиды характерны только для растительной клетки:

- а) пластиды;
- б) ядра;
- в) митохондрии;
- г) рибосомы;
- д) аппарат Гольджи.

5 Из предложенного перечня выберите одномолекулярные органоиды растительной клетки:

- а) хлоропласты;
- б) аппарат Гольджи;
- в) митохондрии;
- г) рибосомы.

6 В ультраструктуре аппарата Гольджи можно различить:

- а) диктиосомы;
- б) граны;
- в) тилакоиды;
- г) кристы.

7 Укажите функцию митохондрий:

- а) синтез белков;
- б) внутриклеточное переваривание;
- в) образование энергии;
- г) накопление продуктов синтеза.

8 Какой органоид в клетке выполняет функцию фотосинтеза?

- а) аппарат Гольджи;
- б) рибосомы;
- в) митохондрии;
- г) хлоропласты.

9 Сколько клеток образуется в результате мейоза?

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

10 Во время какой стадии митоза хромосомы окончательно обособляются и собираются в одной плоскости – экваториальной пластинке:

- а) профазы;
- б) метафазы;
- в) анафазы;
- г) телофазы.

11 Какие органоиды являются общими для растительной и животной клетки:

- а) хлоропласты;

- б) лейкопласты;
- в) митохондрии;
- г) вакуоль.

12 Укажите функцию рибосом:

- а) синтез белков;
- б) образование энергии;
- в) накопление продуктов синтеза;
- г) транспорт веществ внутри клетки.

13 Из предложенного перечня выберите двухмембранные органоиды растительной клетки:

- а) эндоплазматическая сеть;
- б) аппарат Гольджи;
- в) митохондрии;
- г) рибосомы.

14 В ультраструктуре митохондрий можно различить:

- а) пузырьки;
- б) диктиосомы;
- в) кристы;
- г) грани.

15 Какой органоид в клетке выполняет функцию внутриклеточного переваривания:

- а) лизосомы;
- б) рибосомы;
- в) митохондрии;
- г) хлоропласты.

16 Сколько клеток образуется в результате митоза:

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

17 Во время какой стадии митоза происходит расхождение хроматид к полюсам клетки:

- а) профазы;
- б) метафазы;

- в) анафазы;
- г) телофазы.

18 Внутренний слой цитоплазмы, ограничивающий вакуолю, называется:

- а) гиалоплазма;
- б) плазмалемма;
- в) мезоплазма;
- г) тонопласт.

19 Мембрана, отделяющая цитоплазму от оболочки растительной клетки, называется:

- а) плазмалемма;
- б) мезоплазма;
- в) тонопласт;
- г) гиалоплазма.

20 В цитоплазме растительной клетки различают:

- а) матрикс, мезоплазму и тонопласт;
- б) плазмалемму, мезоплазму и тонопласт;
- в) плазмалемму, органоиды клетки и тонопласт;
- г) матрикс, органоиды клетки и тонопласт.

21 Основными компонентами оболочки растительных клеток являются:

- а) целлюлоза, гемицеллюлоза и фосфолипиды;
- б) целлюлоза, гемицеллюлоза и пектиновые вещества;
- в) целлюлоза, галактоза и манноза;
- г) целлюлоза, включения и фосфолипиды.

22 К эргастическим веществам клетки относят:

- а) склереиды;
- б) трахеиды;
- в) включения;
- г) пектины.

23 Вторичная оболочка образуется в:

- а) в молодых клетках сразу после образования клеточной пластинки;
- б) в молодых клетках, находящихся в стадии активного роста;

- в) в клетках, закончивших рост;
- г) в клетках способных к дальнейшему росту.

24 Одревеснение клеточной оболочки вызывает:

- а) кутин;
- б) лигнин;
- в) суберин;
- г) камедь.

25 Пропитывание клеточных оболочек на поверхности стебля или корня суберином называется:

- а) одревеснение;
- б) кутинизация;
- в) минерализация;
- г) пробковение.

26 В алейроновых зернах накапливается:

- а) запасной белок;
- б) конституционный белок;
- в) запасной крахмал;
- г) первичный крахмал.

27 Функции вакуолей заключаются в:

- а) накоплении и выведении эргастических веществ, поддержании тургора и регуляция водно-солевого обмена;
- б) накоплении запасных и изоляции эргастических веществ, поддержании тургора и регуляция водно-солевого обмена;
- в) изоляции эргастических веществ, поддержании кислой реакции клеточного сока;
- г) накоплении эргастических веществ, поддержании кислой реакции клеточного сока и регуляция водно-солевого обмена.

28 Распределите органоиды растительной клетки на группы в соответствии с количеством мембран у них:

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| а) одномембранные; | 1 митохондрии; |
| б) двухмембранные; | 2 рибосомы; |
| в) немембранные; | 3 аппарат Гольджи; |
| | 4 пластиды; |
| | 5 эндоплазматическая сеть; |
| | 6 лизосомы. |

29 Сопоставьте органоиды растительной клетки с выполняемыми ими функциями:

- | | |
|---------------------|---|
| а) хлоропласты; | 1 биосинтез белка; |
| б) рибосомы; | 2 внутриклеточное переваривание; |
| в) лизосомы; | 3 образование энергии; |
| г) митохондрии; | 4 фотосинтез; |
| д) аппарат Гольджи; | 5 накопление веществ, синтез полисахаридов. |

30 Установите соответствие между фазами митоза и происходящими в фазах процессами;

- | | |
|--------------|--|
| а) профазы; | 1 хромосомы обособляются и собираются в одной плоскости – экваториальной пластинке; |
| б) метафазы; | 2 хромосомы разделяются на две самостоятельные хроматиды; |
| в) анафазы; | 3 хромосомы деспирализуются и вновь становятся неразличимыми; |
| г) телофазы; | 4 хромосомы спирализуются, постепенно исчезает ядрышко, растворяется ядерная оболочка. |

Ответы

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Правильный ответ	г	в	б	а	б	а	в	г	г	б
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Правильный ответ	в	а	в	в	а	б	в	г	а	б
№ вопроса	21	22	23	24	25	26	27	28		
Правильный ответ	б	в	в	б	г	а	б	а356, б14, в2		
№ вопроса	29						30			
Правильный ответ	а4, б1, в2, г3, д5						а4, б1, в2, г3			

Литература

- 1 Бавтуто, Г.А. Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие / Г.А. Бавтуто, Л.М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 349 – 390.
- 2 Хржановский, В.Г. Ботаника / В.Г. Хржановский, С.Ф. Пономаренко. – М.: Колос, 1988. – 383 с.
- 3 Яковлев, Г.П. Ботаника: учеб. для фармац. институтов и фармац. фак мед. вузов / Г.П. Яковлев, В.А. Челомбитко; под ред. И.В. Грушвицкого. – М.: Высш. шк., 1990. – 367 с.
- 4 Андреева, И.И. Ботаника: учеб. пособие / И.И. Андреева, Л.С. Родман. – М.: КолосС, 2002. – 488 с.
- 5 Лотова, Л.И. Морфология и анатомия высших растений: учеб. пособие / Л.И. Лотова, под ред. А.П. Меликяна. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 528 с.
- 6 Власова, Н.П. Практикум по лесным травам: учеб. пособие / Н.П. Власова. М.: Агропромиздат, 1986. – 108 с.
- 7 Лісаў, М.Дз. Батаніка з асновамі экалогіі: вучэб. дапаможнік / М.Дз. Лісаў. – Мінск: Вышэйшая школа, 1998. – 338 с.
- 8 Сауткина Т.А., Морфология растений: учеб. пособие / Т.А. Сауткина, В.Д. Поликсенова. – Минск: БГУ, 2012. – 311 с.
- 9 Тканкі: метадычныя ўказанні да лабараторных заняткаў па дысцыпліне «Батаніка» / склад. Л.С. Пашкевіч, Г.Я. Клімчык. – Мінск: БДТУ, 1994.
- 10 Батаніка: вучэбна-метадычны дапаможнік для студэнтаў спец. 1-75 01 01 «Лясная гаспадарка» і 1-75 01 02 «Садовапаркавае будаўніцтва» / склад. Л.С. Пашкевіч, Дз.В. Шыман. – Мінск: БДТУ, 2006. – 132 с.
- 11 Анатомия и морфология растений: практ. пособие для студентов спец. 1 – 31 01 01-02 «Биология (научн.-пед. деят.)» / Н.М. Дайнеко [и др.]. – Гомель: УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2007. – 143 с.
- 12 Бавтуто, Г.А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г.А. Бавтуто, М.В. Ерёмин. – Мінск: Вышэйш. школа, 1997. – 375 с.
- 13 Бачура, Ю.М. Ботаника. Клетка и ткани / Н.М. Дайнеко, Ю.М. Бачура. – Министерство образования РБ, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Чернигов: Десна Полиграф, 2015. – 48 с.

Для заметок

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ

Для заметок

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ

Производственно-практическое издание

Бачура Юлия Михайловна
Дайнеко Николай Михайлович

БОТАНИКА

Практическое руководство
для студентов специальности 1-75 01 01
«Лесное хозяйство»
часть 1

Введение в ботанику, строение клетки

Технический редактор *О.Н. Ермоленко*

Подписано в печать 23.05.2019.

Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.

Усл.печ.л. 2,25. Усл. краск.-отт. 2,25. Уч.-изд.л. 2,09.

Тираж 150 экз. Заказ № 0094.

Отпечатано ООО «Издательство «Десна Полиграф»

Свидетельство о внесении субъекта издательского дела в Государственный реестр
издателей, изготовителей и распространителей издательской продукции.

Серия ДК № 4079 от 1 июня 2011 года
14027 г. Чернигов, ул. Станиславского, 40
Тел.: (0462)972-664