



Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Башкирский государственный аграрный университет»

Кафедра почвоведения, агрохимии,
и точного земледелия

Б 1. Б.15 Ботаника

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

к лабораторной работе

«Строение растительной клетки»

Направление подготовки
35.03.01 Лесное дело

Профиль подготовки
Лесное хозяйство

Квалификация выпускника: бакалавр

Уфа 2019

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета агротехнологий и лесного хозяйства «28» марта 2019 г. (протокол № 7).

Составитель: к.б.н., доцент кафедры почвоведения, агрохимии и точного земледелия
Хасанова Г.Р.

Ответственный за выпуск:

Заведующий кафедрой почвоведения, агрохимии и точного земледелия д.с-х.н.,
Исламгулов Д.Р.

Лабораторная работа «Строение растительной клетки»

1 Цель занятия: Ознакомиться с особенностями строения клеток растений

2.Материал и оборудование: кожица лука; покровное стекло; препаровальные иглы, лупы, лезвии; готовые препараты.

3. Общие сведения.

3.1.Общие правила работы с микроскопом

1. Взять микроскоп одной рукой за тубусодержатель, другой – поддержать его за основание и поставить на рабочее место у края стола против левого плеча. При работе смотреть в окуляр левым глазом, не закрывая правый, сидеть вплотную к столу, без напряжения.
2. Протереть мягкой салфеткой объективы, окуляр и зеркало.
3. Зафиксировать с помощью револьверной пластинки объектив малого увеличения напротив отверстия в предметном столике, а с помощью макровинта установить объектив на расстоянии 1 см от предметного столика.
4. Поднять конденсор в крайнее верхнее положение и полностью открыть диафрагму.
5. Глядя в окуляр, осветить микроскоп, ориентируя зеркало на источник света, до появления в поле зрения ярко и равномерно освещенного белого круга. После установки освещения микроскоп передвигать не рекомендуется.
6. Поместить микропрепарат на предметный столик, чтобы объект исследования попал в поле зрения, и плавным поворотом макровинта на себя или обратно добиться четкого изображения.
7. Примечание: не помещать на предметный столик мокрые стекла.
8. Для изучения объекта при большом увеличении следует поместить его точно в центр поля зрения. Затем, не поднимая тубус, поворотом револьвера сменить объектив малого увеличения на требуемый объектив (до слышимого щелчка ограничителя). Осторожным вращением макровинта в ту или другую сторону на $\frac{1}{2}$ или $\frac{3}{4}$ полного оборота добиться четкого изображения.
9. При необходимости отрегулировать конденсором и диафрагмой яркость и контрастность освещения.
- 10.Недопустимо: попадание реактивов на оптику, резкое и неограниченное вращение макро- и микровинтов, развинчивание объективов, нанесение царапин на линзы и другие механические повреждения.

11. По окончании работы положить салфетку на предметный столик, установить объектив на малое увеличение и убрать микроскоп в шкаф.

3.2. Структура растительной клетки.

Клетки это структурные и функциональные единицы живых организмов. Подобное представление известно как клеточная теория, сложилось постепенно в XIX в. в результате микроскопических исследований. Наука, занимающаяся микроскопическим изучением клетки, называлась в то время **цитологией**. Позже, в конце XIX в., а затем уже в XX в., изучение клеток приобрело в значительной мере экспериментальный характер, и теперь существует целая большая отрасль науки, именуемая биологией клетки, которая использует самые разнообразные методы для того, чтобы постичь жизнедеятельность организмов на клеточном уровне. Подобно биохимикам, клеточные биологи часто исследуют фундаментальные процессы, а потому биология клетки, так же как и биохимия, является в биологии объединяющим предметом. Некоторые наиболее важные события, определившие собой развитие биологии клетки, перечислены в табл.1.1.

Можно вполне убедительно обосновать клеточную основу жизни. Клетка, по существу, представляет собой самовоспроизводящуюся химическую систему. Для того чтобы поддерживать в себе необходимую концентрацию химических веществ, эта система должна быть физически отдалена от своего окружения, и вместе с тем она должна обладать способностью к обмену с этим окружением, т.е. способностью поглощать те вещества, которые требуются ей в качестве «сырья», и выводить наружу накапливающиеся «отходы». Таким путем, т.е., выполняя работу, эта система может сохранять стабильность (**гомеостаз**). Роль барьера между данной химической системой и ее окружением играет плазматическая мембрана; она помогает регулировать обмен внутренней и внешней средой и, таким образом, служит границей клетки.

В каждой клетке имеются цитоплазма и генетический материал в форме ДНК. ДНК регулирует жизнедеятельность клетки и воспроизводит самое себя, благодаря чему образуются новые клетки. Убеждение, что новые клетки происходят только от других, ранее существовавших клеток также принадлежит к числу открытий XIX в. это весьма важный пункт клеточной теории.

Термин «протоплазма» был предложен в XIX в. для обозначения живого содержимого клеток; в ту пору в протоплазме было трудно что-либо разглядеть и ее представляли как некую жидкость, в которой и происходят все жизненные процессы. Теперь – главным образом благодаря успехам электронной микроскопии – мы знаем, что в протоплазме существует «разделение труда» и что каждая из ее обособленных более мелких структур выполняет свою особую функцию. Такие четкие очерченные структуры были названы органеллами, что в переводе означает «маленькие органы». Первым среди органелл было открыто ядро, которое в 1831 г. описал Роберт Браун (табл.1.1). Ядро имеется во всех **эукариотических** клетках. Это самая крупная и важная органелла, поскольку в ядре содержится ДНК и, следовательно, именно оно регулирует клеточную активность. Самые мелкие органеллы - рибосомы присутствуют во всех клетках, как прокариотических, так и эукариотических. Некоторые органеллы встречаются только в специализированных клетках. Таковы, например, хлоропласты, которые можно обнаружить только в клетках, обладающих способностью к фотосинтезу.

В отличие от животной для растительных клеток характерны:

1. пластидная система, возникающая в связи с фототрофным способом питания;
2. полисахаридная клеточная стенка, окружающая клетку;
3. центральная вакуоль в зрелых клетках, играющая важную роль в поддержании тургора.

В рисунке 1.1 приведена ультраструктура обобщенной растительной клетки, выявляемая при помощи электронного микроскопа.

На таблице 1.2. приведены основные органоиды клетки, их структура и функции. После изучения данных таблиц и рисунка дополнительно предлагаем материал по следующим вопросам: строение и функции биологических мембран, клеточных стенок, пластид и вакуолярной системы клетки.

Строение и функции биологических мембран.

Клеточные мембраны играют важную роль по ряду причин. Они отделяют клеточное содержимое от внешней среды, регулируют обмен между клеткой и средой и делят клетки на отсеки, предназначенные для тех или иных специализированных метаболических путей. Некоторые химические реакции, в частности световые реакции фотосинтеза в хлоропластах или окислительное фосфорилирование при дыхании в митохондриях, протекают на самих мембранах.

Клеточные мембраны обладают избирательной проницаемостью: через них медленно диффундируют глюкоза, аминокислоты, жирные кислоты и ионы.

В 1959 г. Робертсон, объединив имевшиеся в то время данные, выдвинул гипотезу о строении «элементарной мембраны», в которой он постулировал структуру, общую для всех биологических мембран:

- а) все мембраны имеют толщину около 7,5 нм;
- б) в электронном микроскопе все они представляются трехслойными;
- в) трехслойный вид мембраны есть результат именно того расположения белков и полярных липидов, которое предусматривала модель Давсона и Даниелли (табл.1.2), - центральный липидный бислой заключен между двумя слоями белка.

Липиды, входящие в состав мембранного бислоя, не закреплены жестко, а непрерывно меняются местами.

В состав мембран входят белки, выполняющие функции ферментов, насосов, переносчиков, ионных каналов, а также белки – регуляторы и структурные белки.

Лабильная структура мембран позволяет выполнять им различные функции: барьерные, транспортные, осмотические, электрические, структурные, энергетические, биосинтетические, секреторные, пищеварительные, рецепторно-регуляторные и некоторые другие. Первичным назначением клеточной мембраны было отделение внутренней среды от внешней. Затем в процессе эволюции возникло большое количество специализированных внутриклеточных отсеков, что позволило клетке и органоидам удерживать в небольших объемах необходимые ферменты и метаболиты, создавать гетерогенную физико-химическую среду. Параллельно возникали механизмы транс-мембранного переноса ионов, субстратов, метаболитов.

В живых клетках различают пассивный (по химическому и электрическому градиентам) и активный (против электрохимического градиента с затратой метаболической энергии) транспорт.

Многообразно роль осмотической работы, выполняемой мембранами.

1.2. Оболочка клетки

Клеточная оболочка возникает в результате деятельности цитоплазмы; она появляется при делении клетки.

При образовании двух дочерних ядер по середине клетки возникают две **первичные оболочки**, делящие клетки пополам. Они соединены между собой межклетным веществом-**серединой пластинкой**, которая состоит из протопектиновых, нерастворимых в воде

веществ. Каждая первичная оболочка состоит из целлюлозы (8-14%) и пектиновых веществ. Количество целлюлозы в них в дальнейшем возрастает.

Целлюлоза или клетчатка,- полисахарид. Формула ее $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Целлюлозная оболочка обладает анизотропностью, т.е. у нее скорость роста, прочность, теплопроводность, набухание, оптические свойства в разных направлениях различны.

Целлюлоза – сложное вещество тонкокристаллической структуры. Структурной единицей ее является **мицелла**, состоящая из 4-60 молекул. Мицеллы образует пучки-**фибриллы**, совокупность которых создает основу оболочки. Промежутки между мицелярными пучками заполнены пектиновыми веществами, способными впитывать воду и набухать.

В состав клеточной оболочки входит иногда гемицеллюлоза-близкое к целлюлозе, но менее стойкое соединение.

В начале молодая клетка имеет только первичную оболочку.

Рост клетки сопровождается ростом ее оболочки, который может происходить двумя путями. Частицы целлюлозы, образованные протопластом, внедряются между уже имеющимися частицами, и таким образом увеличивается объем клетки. Происходит растяжение ее оболочек или **рост внедрением (интуссусцепцией)**. Если же новые частицы целлюлозы накладываются на старые, то наблюдается утолщение оболочки, или рост наложением (**аппозицией**). В результате утолщения возникает вторичная оболочка, нарастающая на первичной слоями, которые иногда бывают хорошо заметны. Но вторичная оболочка не сплошная, а имеет промежутки-**поровые каналы**.

Таблица 1.2.

Структура растительной клетки.

Схематическое изображение	Структура	Функции
Плазматическая мембрана (плазмалемма, клеточная мембрана) <div> <div>----</div> <div>белок</div> <div>липидной бислой</div> <div>----</div> <div>белок</div> </div>	Два слоя липида (бислой) между двумя слоями белка.	Избирательно проницаемый барьер, регулирующий обмен между клеткой и средой
Ядро Ядерная оболочка (две мембраны) Ядерная пора Гетерохроматин Эухроматин Ядрышко Нуклеоплазма	Самая крупная органелла, заключенная в оболочку из двух мембран, пронизанную ядерными порами. Содержит хроматин – в такой форме раскрученные хромосомы находятся в интерфазе. Содержит также структуру, называемую ядрышком.	Хромосомы содержат ДНК – вещество наследственности. ДНК состоит из генов, регулирующих все виды клеточной активности. Деление ядра лежит в основе размножения клеток, а следовательно, и процесса воспроизведения. В ядрышке образуются рибосомы.
Эндоплазматический ретикулум (ЭР) Рибосомы <div>цистерны</div>	Система уплощенных мембранных мешочков – цистерн – в виде трубочек и пластинок. Образует единое целое с наружной мембраной ядерной оболочки.	Если поверхность ЭР покрыта рибосомами, то он называется шероховатым. По цистернам такого ЭР транспортируется белок, синтезированный на рибосомах. Гладкий ЭР (без рибосом) служит местом синтеза липидов и стероидов.
Рибосомы	Очень мелкие органеллы, состоящие из	Место синтеза белка, где удерживаются в

<p>Большая субчастица</p> <p>Малая субчастица</p>	<p>двух субчастиц – большой и малой. Содержат белок и РНК приблизительно в равных долях. Рибосомы, обнаруживаемое в митохондриях (а также в хлоропластах – у растений) еще мельче.</p>	<p>правильном положении различные взаимодействующие молекулы. Рибосомы связаны с ЭР или свободно лежат в цитоплазме. Много рибосом могут образовать полисому (полирибосому), в которой они нанизаны на единую нить матричной РНК.</p>
<p>Митохондрии (ед. чис.-митохондрия)</p> <p>Фосфатная гранула</p> <p>рибосома</p> <p>матрикс</p> <p>криста</p> <p>оболочка (две мембраны)</p> <p>кольцевая молекула ДНК</p>	<p>Митохондрия окружена оболочкой из двух мембран; внутренняя мембрана образует складки (кристы). Содержит матрикс, в котором находятся небольшое количество рибосом, одна кольцевая молекула ДНК и фосфатные гранулы.</p>	<p>При аэробном дыхании в кристах происходит окислительное фосфорилирование и перенос электронов, а в матриксе работают ферменты, участвующие в цикле Кребса и в окислении жирных кислот.</p>
<p>Аппарат Гольджи</p> <p>Пузырьки Гольджи</p> <p>Диктиосома, или тельце Гольджи</p>	<p>Стопка уплощенных мембранных мешочков – цистерн. На одном конце стопки мешочки непрерывно образуются, а с другого – отшнуровываются в виде пузырьков. Стопки могут существовать в виде дискретных диктиосомы, как в растительных клетках, или образовывать пространственную сеть, как во многих животных клетках.</p>	<p>Многие клеточные материалы, например ферменты из ЭР, претерпевают модификацию в цистернах и транспортируются в пузырьках. Аппарат Гольджи участвует в процессе секреции и в нем образуются лизосомы.</p>
<p>лизосомы</p>	<p>Простой сферический мембранный мешочек (мембрана одинарная), заполненный пищеварительными (гидролитическими) ферментами. Содержимое кажется гомогенным.</p>	<p>Выполняют много функций, всегда связанных с распадом каких-либо структур или молекул. О роли лизосом в аутофагии, автолизе, эндоцитозе и экзоцитозе см. текст.</p>
<p>Микротельца</p>	<p>Органелла не совсем правильной</p>	<p>Все микротельца содержат каталазу – фермент,</p>

	сферической формы, окруженная одинарной мембраной. Содержимое имеет зернистую структуру, но иногда в нем попадает кристаллоид или скопление нитей.	катализирующий расщепление пероксида водорода. Все они связаны с окислительными реакциями. У растений в микротельцах протекает глиоксилатный цикл.
Клеточная стенка, срединная пластинка, плазмодесмы (ед.чис.-плазмодесма)	Жесткая клеточная стенка, окружающая клетку, состоит из целлюлозных микрофибрилл, погруженных в матрикс, в состав которого входят другие сложные полисахариды, а именно гемицеллюлозы и пектиновые вещества. У некоторых клеток клеточные стенки претерпевают вторичное утолщение.	Обеспечивает механическую спору и защиту. Благодаря ей возникает тургорное давление, способствующее усилению опорной функции. Предотвращает осмотической разрыв клетки. По клеточной стенке происходит передвижение воды и минеральных солей. Различные модификации, например пропитывает лигнином, обеспечивают выполнение специализированных функции.
Клеточная стенка		
Воздухоносный межклетник		
Плазматическая Мембрана		
Срединная Пластинка	Тонкий слой пектиновых веществ (пектатов кальция и магния).	Скрепляет друг с другом соседние клетки.
Плазмодесма	Тонкая цитоплазматическая нить, связывающая цитоплазму двух соседних клеток через тонкую пору в клеточной стенке. Пора выстлана плазматической мембраной. Сквозь пору проходит десмотубула, часто соединенная на обоих концах с ЭР.	Объединяют протопласты соседних клеток в единую непрерывную систему – симпласт – по которой происходит транспорт веществ между этими клетками.
Строение плазмодесмы		
ЭР		
Десмотубула		
Хлоропласт		

<p>Фотосинтетические мембраны, Содержащие хлорофилл</p> <p>Ламелла Грана</p> <p>Строма</p> <p>Оболочка (две мембраны)</p> <p>Кольцевая молекула ДНК</p> <p>Капелька масла</p> <p>Рибосомы</p> <p>Крахмальное зерно</p>	<p>Крупная содержащая хлорофилл пластида, в которой протекает фотосинтез. Хлоропласт окружен оболочкой из двойной мембраны и заполнен студенистой стромой. В стро- ме находится система мембран, собранных в стопки, или граны. В ней же может отлагаться крахмал. Кроме того, строма содержит рибосомы, кольцевую молекулу ДНК и капельки масла.</p>	<p>В этой органелле происходит фотосинтез, т.е. синтез сахаров и других веществ из CO₂ и воды за счет световой энергии, улавливаемой хлорофиллом. Световая энергия превращается в химическую.</p>
<p>Крупная центральная вакуоль</p> <p>(Более мелкие вакуоли встречаются как в растительных, так и в животных клетках; таковы, например, пищеварительные и сократительные вакуоли.)</p>	<p>Мешок, образованный одинарной мембраной, которая называется тонопластом. В вакуоли содержится клеточный сок – концентрированный раствор различных веществ, таких, как минеральные соли, сахара, пигменты, органические кислоты и ферменты. В зрелых клетках вакуоли обычно бывают большими.</p>	<p>Здесь хранятся различные вещества, в том числе и конечные продукты обмена. От содержимого вакуоли в сильной степени зависят осмотические свойства клетки. Иногда вакуоль выполняет функции лизосом.</p>

Они упираются в первичную оболочку. Таким образом, поры-это неутолщенные участки вторичной оболочки. Поры двух соседних клеток располагаются друг против друга, благодаря чему через них легко происходит обмен веществ клетками путем осмоса.

Поры пронизаны тончайшими нитями цитоплазмы, называемыми **плазмодесмами**. Они обеспечивают связь между протопластами соседних клеток. Впервые плазмодесмы были обнаружены в 1879г. Э.Руссовым и И.Н. Горожанкиным.

Поры бывают **простые и окаймленные**. В простых порах диаметр порового канала по всей длине одинаковый, поэтому полость канала цилиндрическая, а поры округлые. Они характерны для паренхимных клеток. В прозенхимных клетках простые поры обычно имеют щелевидную полость. Отверстия щелевидных пор направлены косо по отношению к продольной оси стенки клетки. В очень толстостенных паренхимных клетках встречаются ветвистые поровые каналы.

Окаймленные поры характеризуются тем, что поровой канал в каждой из соседних клеток имеет форму конуса, сужающегося внутрь клетки. Такие поры встречаются в стенках трахеид и сосудов.

У хвойных окаймленные поры имеют на замыкающей пленке утолщение-**торус**, диаметр которого немного превышает диаметр входного отверстия порового канала. При искривлении замыкающей пленки торус прижимается к отверстию и закрывает его, вследствие чего сообщение между клетками прекращаются.

Если к прозенхимной клетке с окаймленной порой примыкает паренхимная клетка с простой порой, то образуется полуокаймленная пора. В перегородках между клетками, по которым движется вода (в члениках сосудов), образуются сквозные поры (отверстия), называемые перфорациями. Число и величина их бывают различными.

Между собой клетки плотно соединены межклетным веществом, которое можно растворить хромовой кислотой или смесью Шульце (азотной кислотой с бертолетовой солью). Тогда произойдет **мацерация** клеток, т.е. их разъединение. Естественная мацерация взрослых клеток происходит в зрелых плодах, когда протопектиновые вещества под влиянием ферментов переходят в водорастворимые пектины.

1.2.1. Видоизменения клеточной оболочки

В процессе жизнедеятельности клетки целлюлозная оболочка может претерпевать изменения: одревеснение, опробковение, кутинизацию, минерализацию.

1. Одревеснение клеточной оболочки происходит в результате отложения лигнина в промежутках между мицелярными рядами целлюлозы. При этом возрастает твердость, плотность оболочек, но уменьшается пластичность. Лигнин повышает устойчивость тканей к разрушительному действию бактерий и грибов. Он изменяет свойства оболочек.

Одревесневшие оболочки не теряют способности пропустить воду. Клетки с одревесневшими стенками могут оставаться живыми, но чаще они становятся мертвыми.

Стволы деревьев, несущие огромную тяжесть в виде ветвей, листьев, плодов, должны обладать большой крепостью, поэтому стенки их клеток почти сплошь одревесневают. Оболочки многих клеток травянистых растений к концу вегетационного периода часто также одревесневают. Поэтому важно вовремя скосить траву на сено, пока оболочки состоят из целлюлозы.

2.Опробковение вызывается особым жироподобным веществом-суберином. Опробковевшие оболочки становятся непроницаемыми для воды и газов, и содержимое клеток с опробковевшими оболочками отмирает. Слой таких клеток на поверхности растений играет защитную роль от транспирации. В местах поранения растения также

образуются клетки с опробковевшими стенками, которые отделяют здоровые ткани от поврежденных.

3. Кутинизация заключается в выделении жироподобного вещества кутина на свободную поверхность клеточной оболочки. Обычно кутинизируются наружные стенки кожицы листьев и травянистых стеблей. Это делает их менее проницаемыми для воды. Таким образом, кутинизация уменьшает испарение у растений. Кутин образует на поверхности органа пленку, называемую **кутикулой**. Иногда тонкие прослойки кутина пронизывают наружную стенку клеток кожицы.

4. Минерализация клеточных оболочек – это отложение в них минеральных веществ: кремнезема и солей кальция.

Наиболее сильно инкрустируются кремнеземом (SiO_2) оболочки клеток кожицы листьев и стеблей злаков, осок, хвощей.

1.3. Пластиды

Зеленый цвет листьев весной и летом, желто-красные листья кленов осенью, яркая окраска плодов часто объясняются присутствием в растительных клетках органоидов – пластид, хорошо заметных в световом микроскопе.

Пластиды бывают бесцветные – лейкопласты, оранжево-красные – хромопласты и зеленые – хлоропласты (хлорофилловые зерна). Окрашенные пластиды содержат пигменты, от которых и зависит окраска растений.

Из пропластид образуются лейкопласты. Лейкопласты могут видоизмениться в хлоропласты, а последние в хромопласты. Сформировавшиеся пластиды размножаются делением.

Лейкопласты – бесцветные пластиды, большей частью шаровидной формы. Обычно они находятся в клетках запасющих тканей, в меристемах, а также в эпидермисе однодольных растений, где они группируются вокруг ядра. Основная функция лейкопластов – вырабатывать из растворимых моносахаридов ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) вторичный крахмал – полисахарид ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n. Он

15

накапливается в клетках клубней картофеля, зерновок ржи, пшеницы и других растений и играет огромную роль в жизни человека. Те лейкопласты, которые накапливают вторичный, или запасной, крахмал, называются амилопластами.

Хлоропласты – пластиды чечевицеобразной, овальной или округлой формы диаметром 4-9 мк (табл.1.2). В клетке находится от 10 до 36 хлоропластов. Кроме белков и липоидов, они содержат четыре пигмента: хлорофилл а ($\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_5\text{N}_4\text{Mg}$); хлорофилл в ($\text{C}_{55}\text{H}_{70}\text{O}_6\text{N}_4\text{Mg}$), каротин ($\text{C}_{40}\text{H}_{56}$) и ксантофилл ($\text{C}_{40}\text{H}_{56}\text{O}_2$). В листьях хлорофилла а бывает в 3 раза больше, чем хлорофилла в. Биохимический анализ показал, что в хлоропластах содержатся также РНК, витамины Е, К, Д, некоторые минеральные соли, ряд ферментов и вода (75%).

У покрытосеменных растений хлорофилл образуется на свету. Без света вытянувшиеся желтоватые (этиолированные) растения.

Роль зеленых пигментов в растениях чрезвычайно важна. Синтез органического вещества из углекислого газа и воды при участии солнечной энергии происходит именно в хлоропластах. Особенно богаты листья, но хлорофилловые зерна содержатся также в стеблях, плодах и в других зеленых частях растения.

Хлоропласты - пластиды оранжево-красного и желтого цвета. Окраска их зависит от двух красящих веществ (пигментов): желтого – ксантофилла ($\text{C}_{40}\text{H}_{56}\text{O}_2$) и оранжево-красного – каротина ($\text{C}_{40}\text{H}_{56}$). Они также имеют белково-липидную основу (строму) и кроме пигментов содержат ферменты.

Форма хлоропластов разнообразная: многогранная, округлая и т.д. Она определяется характером кристаллов, в виде которых находятся пигменты.

Окраска листьев и плодов часто зависит от хромопластов. Осенью хлорофилл в листьях разрушается и тогда отчетливо выявляется желтая и оранжевая окраска хромопластов, в которые превратились хлоропласты. То же можно сказать про плоды помидоров, апельсинов, мандаринов.

Хромопласты в настоящее время рассматриваются как дегенеративная форма пластид – конечный продукт одностороннего развития пластид (лейкопласт-хлоропласт-хромопласт). Лишь в редких случаях хромопласты возникают из лейкопластов (в корне моркови).

Основная роль хромопластов – биологическая. Ярко окрашенные плоды и семена успешнее разносятся птицами и животными, а выделяющиеся желто-красной окраской цветки (лютик, настурция) привлекают насекомых-опылителей.

1.4 Вакуолярная система. Клеточный сок.

В процессе роста и развития клетки в ней появляются полости. Первые микроскописты считали эти полости пустыми и называли их вакуолями. В действительности в вакуолях находится **клеточный сок**, который представляет собой комплекс веществ, вырабатываемых клеткой. Эти вещества имеют большое значение не только для растения, но и для человека. В молодых клетках вакуолей бывает немного и они мелкие, в более старых – они соединяются и образуют одну большую вакуолю, занимающую центральную часть клетки (рис.1.1)

Химический состав клеточного сока сильно варьирует в зависимости от растения. Главным компонентом его является вода. В ней находятся в растворенном состоянии следующие вещества: углеводы, алкалоиды, глюкозиды, дубильные вещества, пигменты, органические кислоты и их соли, минеральные соли, водорастворимые пектины.

Клеточный сок большей частью имеет кислую реакцию.

Углеводы в клеточном соке могут быть представлены всеми тремя группами сахаров – моносахаридами, дисахаридами и полисахаридами. Они накапливаются в разных частях растения.

Моносахариды. В растениях чаще всего содержится два моносахарида – глюкоза (или виноградный сахар, декстроза) и фруктоза (или плодовый сахар, левулоза). Их формула $C_6H_{12}O_6$. Отличаются они друг от друга структурными формулами.

Полисахариды. Полисахаридом, растворимым в воде, является инулин $(C_6H_{10}O_5)_n$. Он встречается в клеточном соке представителей семейства колокольчиковых, сложноцветных и некоторых других. Так, его много в клубнях земляной груши и корневых клубнях георгины, в артишоке, девясиле.

Алкалоиды - вещества щелочного характера, образующиеся в растениях в результате распада белков, содержат углерод, водород, кислород и немного азота. Они не имеют запаха, но обладают горьким вкусом. Некоторые из них являются сильными ядами, ценными лекарствами и наркотиками. Образуются алкалоиды в разных частях растения и в разный период вегетации:

Хинин – в коре хинного дерева; применяется в медицине;

Морфин – в коробочках мака, является болеутоляющим и снотворным средством;

Кофеин – в семенах кофе и листьях чая, употребляется при сердечных заболеваниях;

Соланин – в проростках, молодых побегах и позеленевших клубнях картофеля; при кипячении в воде разрушается;

Никотин – в табаке, сильный яд, действующий на нервную систему; используется в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями;

Атропин и гиосциамин – в белладонне; атропин применяется для расширения зрачков при глазных операциях;

Глюкозиды (или гликозиды) – вещества, образовавшиеся от соединения сахаров (чаще всего глюкозы) с другими органическими соединениями (спиртами, альдегидами). Глюкозиды содержатся в клеточном соке многих растений (ландыша, наперстянки, горицвета). В большинстве случаев они имеют горький вкус и специфический аромат. Одним из наиболее распространенных глюкозидов является амигдалин, встречающийся в семенах миндаля, персика, абрикоса, сливы, вишни и других розоцветных.

Кумарин – глюкозид, находящийся в листьях и цветках донника, придает специфический запах сену.

Сапонины – растворимые в воде ядовитые вещества, дающие сильно пенящиеся растворы.

Дубильные вещества широко распространены в растениях. Это сложные безазотистые вещества вяжущего вкуса, близкие к глюкозидам. Они способствуют заживлению ран и защищают от гниения и разрушения. Плодам они придают вяжущий вкус (плоды японской хурмы, терна и др.). Вступая в соединение с белками образуют устойчивое, прочное вещество, поэтому широко употребляются для дубления кож. Благодаря вяжущим свойствам дубильные вещества (танины) применяются в медицине. В нашей стране лучшими дубителями считаются дуб, лиственница.

В коре дуба содержится дубильных веществ от 10 до 20%, в листьях чая – от 15 до 20, в коре ивы – от 9 до 13, в галах дуба, возникающих от укуса насекомых, – до 75%.

Пигменты. Наиболее часто встречающиеся клеточного сока – антоциан и антохлор.

Антоциан (или антоцианы, так как это группа близких пигментов) принадлежит к безазотистым соединениям, близким к глюкозидам. В зависимости от реакции раствора клеточного сока антоциан придает растению ту или иную окраску.

Красный цвет маков, роз, синий – васильков, голубой – колокольчиков зависит от антоциана. Плоды сливы, вишни, винограда, кочаны красной капусты, корни красной свеклы также окрашены этим пигментом. Антоциан встречается во всех органах растения – стеблях, листьях, цветках, пыльниках, плодах, семенах, а также в проростках.

Считают, что антоциановая окраска защищает растение от низких температур и от сильного солнечного цвета, особенно от ультрафиолетовых лучей, которые могут быть вредны для цитоплазмы.

У многих растений антоциан появляется только к концу вегетации, например, при созревании плодов. Иногда антоциан образует в клетках кристаллы.

Антохлор-пигмент желтого цвета. Встречается в клетках кожицы лепестков первоцвета, лядвенца, а так же в плодах лимона.

Органические кислоты. В растениях, особенно в плодах и овощах, содержится большое количество органических кислот:

Щавелевая ($C_2H_2O_4$)-встречается довольно часто в растительных клетках;

Яблочная ($C_4H_6O_5$)- в яблоках, в плодах рябины, малины, барбариса;

Лимонная ($C_6H_8O_7$)- в плодах лимона и других цитрусовых, в клюкве, лимоннике, смородине, крыжовнике;

Винная ($C_4H_6O_6$)- в плодах винограда, помидоров, шелковицы и в листьях некоторых растений;

Аминокислоты ($RCHNH_2COOH$), например аспарагин, тирозин, лейцин.

Кислоты играют большую роль в процессах обмена веществ.

Витамины. В сравнительно недавнее время в растениях были обнаружены вещества, необходимые для нормального метаболизма, роста, развития и воспроизведения, как растениям, так и животным и предохраняющие человека и животных от ряда болезней. Это витамины. Источником их являются плоды, зеленые овощи, семена, морские водоросли. Они выделены в чистом виде, изучены и теперь синтезируются в лабораториях и на заводах.

Известно 20 витаминов. Их принято обозначать большими буквами латинского алфавита: А, В, С, Д, Е и т.д. Отсутствие того или иного витамина отрицательно сказывается

на здоровье человека. Различают две группы витаминов: растворимые в жирах (А, Д, Е, К) и растворимые в воде (В, С, РР и др.)

Фитогормоны-вещества, вырабатываемые клеткой, способствующие усилению физиологических процессов. **Ауксинами** или гормонами роста называются фитогормоны, стимулирующие рост и деление клеток. Они образуются в конусах нарастания стеблей и корней, в листьях, семяпочках. Ауксины могут передвигаться по растению, притекая в те места, где идут интенсивные ростовые процессы.

Учение о фитогормонах было создано русским ученым Н.Г. Холодным. В настоящее время ауксины хорошо изучены. Их синтезируют искусственно. Ауксины применяются в сельском хозяйстве. Так, гетероауксин применяется для борьбы с опаданием бутонов и плодов, повышения семенной продукции.

Большие концентрации ростовых веществ используют для уничтожения сорной растительности, для предотвращения прорастания клубней и корневищ при хранении.

Антибиотики и фитоциниды- вещества, встречающиеся в клеточном соке и в цитоплазме и обладающие бактерицидными свойствами, т.е. убивающие бактерии.

Антибиотики синтезируются низшими растительными организмами-бактериями, актиномицетами и плеснями. В настоящее время некоторые антибиотики применяются в качестве лечебных препаратов.

Фитоциниды были открыты советским ученым Б.П. Токиным у цветковых растений. Они так же обладают бактерицидными свойствами. Особенно богаты фитоцинодами лук, чеснок, горчица, хрен, черемуха, дуб, борщевик, мандарин, лимонные деревья, крапива, тысячелистник и др.

1.5. Внутриклеточные включения

Кроме рассмотренных соединений в клетке встречаются продукты обмена веществ, которые объединяют под общим названием эргастических веществ. Некоторые из них откладываются в запас для питания, другие используются в защитных целях, третьи оказываются ненужными (отброс). К запасным веществам относятся крахмал, запасные белки, жиры. Растения, как живой организм, в один период нуждается в большем количестве энергетического материала, в другой - ему не требуется большого количества запасных веществ. К зиме у многолетних растений большинство клеток обычно заполняется запасными питательными веществами, которых им должно хватить до следующего вегетационного периода.

Наиболее широко распространенным запасным веществом растений является **крахмал** $(C_6H_{10}O_5)^n$. Именно ему принадлежит основная энергетическая роль у большинства растительных организмов. Очень легко в клетках сахар переходит в крахмал и крахмал в сахар, что позволяет растению быстро накопить этот ценный полисахарид или использовать его для создания других органических веществ. В растениях такой синтез и распад крахмала осуществляется непрерывно. Крахмал играет важную роль в процессах фотосинтеза, дыхания, роста клеток.

Следует различать **крахмал ассимиляционный** (или первичный), запасной (или вторичный) и **транзиторный**. Ассимиляционный крахмал возникает в процессе фотосинтеза в хлоропластах из глюкозы, если она не успевает оттекать из фотосинтезирующего органа. Его можно обнаружить в хлорофилловых зернах в виде мелких крупинок. Запасной крахмал откладывается в лейкопластах (или, точнее, в амилопластах). Особенно много его в виде в клубнях, корневищах, луковицах, корнях и семенах растений. Зерна запасного крахмала отличаются большей крупностью и своеобразным строением.

Форма крахмальных зерен различная – округлая, овальная, яйцевидная, многогранная и т.д., и поэтому признаку можно узнать растения, в котором они содержатся.

Крахмальные зерна бывают **простые, сложные и полусложные**. Простые зерна имеют один центр, вокруг которого отлагаются слои крахмала. У сложных зерен в одном лейкопласте несколько центров, имеющих свои собственные слои.

При перемещении глюкозы из листьев к запасным органам – клубням и т.д. – она временно превращается в крахмал, который называется транзитным. Через небольшой промежуток времени он вновь может превратиться в глюкозу и транспортироваться дальше. По существу транзитный крахмал тоже несет функции запасного вещества, но кратковременно. Малейшее избыточное содержание глюкозы в клетках приводит к немедленному отложению крахмала в лейкопластах. Поэтому часто наблюдается скопление крахмальных зерен вокруг проводящих пучков.

Запасные белки. Наиболее ценным видом запасных белков является алейроновые или протеиновые зерна. У растений они образуются в семенах, плодах. Зерновках злаков они находятся в алейроновом слое, близко поверхности под околоплодником и кожурой семени, в семенах гороха, фасоли они имеются в каждой клетке семядолей.

Алейроновые зерна образуются из вакуолей, в которой содержались растворы белковых веществ. Вследствии потери воды они затвердевают и принимают форму зерен. Алейроновые зерна, содержащие лишь аморфный белок, называются простыми. Но встречаются и сложные алейроновые зерна.

Жиры – также очень распространенное запасное вещество растений.

В больших количествах их можно обнаружить в семенах и плодах многих растений. Так, их в среднем содержится: в клещевине 60%, маслине 50%, в конопле 30%, сое 20%, пшенице 2%, в клубнях картофеля 0,3%.

Главным образом жирные масла образуются в семенах и спорах. 90% семян содержит их в виде основного запасного вещества. Некоторые деревья запасают в вегетативных органах значительное количество масла. Богата им липа и сосна. Зимой они содержат 6-7% жира. Их называют (жирными деревьями). Дуб и клен содержат очень мало жира, но много крахмала. Их называют типичными (крахмалистыми деревьями).

Многие растительные масла используются человеком в пищу: подсолнечное, льняное, оливковое, конопляное, масло рапса, горчица, рыжика, грецкого ореха, орешника, миндаля.

Эфирные масла. Не следует смешивать с жирными маслами эфирные масла, которые отличаются сильным запахом, летучестью. Они не оставляют не исчезающих пятен на бумаге. По химическому составу эфирные масла – сборная группа (углеводы, спирты, альдегиды, кетоны, кислоты).

Эфирные масла используются в мыловаренной, парфюмерной и косметической промышленности, а также в медицине. Их получают из роз, лаванды, мяты, базилика, гвоздики и других растений.

Биологическое значение эфирных масел заключается в том, что своим запахом они привлекают насекомых – опылителей или отпугивают, предохраняя растения от поедания ими.

Смолы – комплексные соединения, образующиеся от углеводов или в процессе нормальной жизнедеятельности, или в результате разрушения ткани. Они могут находиться в виде капель в цитоплазме и в клеточном соке или выделяются через железистые образования и каналы. Из бальзамов хвойных деревьев получают скипидар.

Млечный сок. Многие растения вырабатывают сок молочного цвета, или окрашенный, который называется млечным соком. Это смесь смол, гумми (камеди), углеводов, питательных веществ. Млечный сок образуется в специальных клетках или сосудах, обычно в коре или в листьях.

Значение млечного сока для самого растения не известно. Но человек научился широко применять его. Из него получают резину (каучук).

Каучуконосами являются тропические растения – гевея, фикус, молочай, в нашей стране – одуванчик, кок сагыз, крым – сагыз, тау-сагыз. В настоящее время каучук широко получают синтетическим путем.

Воск. Поверхность листьев злаков, гвоздик, эвкалиптов, серебристой ели плодов сливы, терна, винограда часто бывает восковыми выделениями, защищающими их от потери воды при транспирации.

4.Порядок выполнения работы:

- 1.** Ознакомиться с правилами работы с микроскопом.
- 2.** Выявление зависимости цвета растительных тканей от состава цитоплазмы клеток.

5. Задания:

1. Подготовьте предметное стекло, протрите его марлей..
2. Нанесите 1-2 капли воды на стекло.
3. Препаровальной иглой снимите. кожицу с внутренней поверхности чешуи лука.
4. Положите кусочек кожицы в каплю воды и расправьте кончиком иглы.
5. Накройте кожицу покровным стеклом.
6. Рассмотрите приготовленный препарат под микроскопом.
7. Зарисуйте в тетрадь и обозначьте: клетку, клеточную стенку, цитоплазму, ядро.
8. Зарисуйте схему строения растительной клетки и обозначьте: ядро, клеточную стенку, цитоплазму, хлоропласты, вакуоль.
9. Запишите вывод в тетрадь

6.Контрольные вопросы

- 1.Какой способ питания характерен для вирусов и бактериофагов (паразитный, сапрофитный)?
2. Какие организмы относят к прокариотам (бактерии, фаги, вирусы, синезеленые)?
3. Какие организмы относят к одноклеточным эукариотам (бактерии, амеба, малярийная, хламидомонада, инфузория туфелька)?
4. Какую долю в среднем составляют в клетке: вода (80,20.1%); белки (80,20,1%); неорганические вещества (80,20,1%)?
5. Какую роль в жизнедеятельности клетки играют соединения азота (входит в состав ДНК, РНК, АТФ, аминокислот, белков, углеводов)?
6. Какую роль в клетке играет фосфорная кислота (входит в состав ДНК, РНК, АТФ, аминокислот, белков, углеводов)?
7. В состав какого жизненно важного соединения входят железо и магний? (хлорофилл, гемоглобин, ДНК, РНК)?
8. Какие соединения входят в состав АТФ (азотистое основание аденин, углеводов, рибоза, 3 молекулы фосфорной кислоты, глицерин, аминокислота)?
9. В каких органеллах синтезируется АТФ: в растительной клетке (рибосомы, митохондрии, хлоропласты): в животной клетке?
10. В результате, какого процесса, происходящего в митохондриях, синтезируется АТФ (фотосинтез, дыхание, биосинтез белков)?
11. Что служит источником энергии при синтезе АТФ в митохондриях (органич. соединения, теплота, свет)? В хлоропластах?

12. Что образуется при результате фотосинтеза (белки, жиры, углеводы)?
13. Какие углеводы относятся к моносахаридам (сахароза, целлюлоза)?
14. Какие полисахариды характерны для растительной клетки, а какие для животной клетки (целлюлоза, крахмал, гликоген, хитин)?
15. Какова роль углеводов в растительной клетке (строительная, энергическая, транспортная, компонент нуклеотидов)?
16. Какая структура единица ответственная за синтез определенной молекулы белка (ДНК, нуклеотид, триплет, ген)?
17. Каковы главнейшие функции белков?
18. Какова функция нуклеиновых кислот в клетке?
19. Какие вещества входят в состав нуклеотидов ДНК (аденин, гуанин, цитозин, урация, тимин, фосфорная кислота, рибоза, дезоксирибоза)?
20. Из каких молекул состоит биологическая мембрана (белки, липиды, углеводы, вода, АТФ)?
21. Какие органеллы цитоплазмы имеют двухмембранное строение (ЭС, митохондрии, пластиды, комплекс Гольджи)?
22. Что входит в состав рибосом (белки, ДНК, РНК)?
23. Каковы строение и функция митохондрий?
24. Почему митохондрий называют энергетическими станциями клеток?
25. Почему различия растительной клетки от животной?
26. Каковы функции хромопластов?
27. Каковы функции лейкопластов?
28. Каковы функции ядра (хранение и передача наследственной информации, участие в деление клеток, участие в биосинтезе белка, синтез ДНК, РНК)?
29. Почему ассимиляция называется пластическим обменом (создаются органические вещества, расщепляют орг. вещества)?
30. Почему диссимиляция называется энергетическим обменом (поглощается энергия, выделяется энергия)?
31. Где формируются сложные структуры молекулы белка (рибосомы, матрикс цитоплазмы, каналы ЭС)?
32. Какой тип деления клеток не сопровождается уменьшением набора хромосом (амитоз, мейоз, митоз)?
33. Сколько клеток образуется в результате митоза (одна, две, три, четыре)?
34. Какое деление сопровождается редукцией (уменьшением) числа хромосом в клетке в два раза (митоз, амитоз, мейоз)?
35. В какой фазе мейоз происходит конъюгация хромосом (профаза 1, метафаза 1, профаза 11)?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Андреева И.И. Ботаника. 2-е изд. [Текст]: учеб.пособие для высш.учеб.заведений /Андреева И.И., Родман Л.С.- М.: Колос, 1999. - 488 с. : ил – Библиогр.: с.468.
- 2) Хржановский В.Г. Практикум по курсу общей ботаники. [Текст]: учеб.пособие для высш.учеб.заведений /В.Г.Хржановский, С.Ф. Пономаренко - М.: Агропромиздат, 1989. – 416 с. ил –Библиогр.: с.414.
- 3) Родионова, А. С.Ботаника [Текст] : Учебник для вузов по спец. "Лесн. и садово-парковое хоз-во" / А. С. Родионова, М. В. Барчукова. - Л. : Агропромиздат, 1990. - 303 с.
- 4) Хасанова, Г. Р. Морфология и анатомия растений [Электронный ресурс] : учебное пособие / [сост.: Г. Р. Хасанова, Ф. Ф. Ишкинина, М. М. Хайбуллин] ; М-во сел. хоз-ва РФ, Башкирский ГАУ. - Уфа : [б. и.], 2015. - 129 с. – Режим доступа: <http://biblio.bsau.ru/metodic/30440.doc>