

2. РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА

2.1. Лабораторная работа № 1. «Устройство светового микроскопа и правила работы с ним. Методы анатомии растений. Общий план строения растительной клетки. Движение цитоплазмы»

Цель работы: ознакомиться с устройством и правилами работы со световым микроскопом, освоить методы приготовления временных микропрепаратов и проведения цитохимического окрашивания, рассмотреть общий план строения растительной клетки, изучить движение цитоплазмы растений (циклозис).

Задание 1. Познакомиться с устройством светового микроскопа (см. п. 1.1). Заполнить табл. 2.1.

Таблица 2.1. Устройство светового микроскопа

Осветительная система	Оптическая система	Механическая система
1.	1.	1.
2	2.	2.
3.		3.
4.		4.
		5.
		6.
		7.
		8.

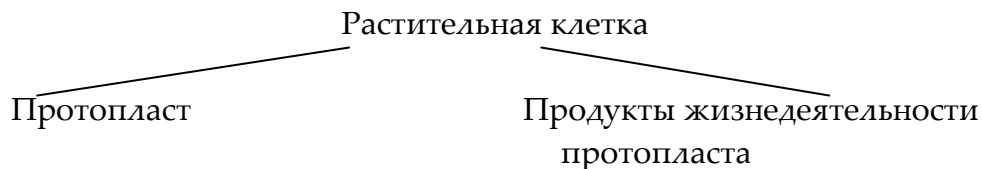
Рассчитать увеличение микроскопа (см. п. 1.1), если:

- а) увеличение окуляра $\times 10$, а объектива $\times 8$; Ув. м.=
б) увеличение окуляра $\times 7$, а объектива $\times 40$. Ув. м.=

Теоретические сведения. Общий план строения растительной клетки

Во взрослой полностью сформировавшейся растительной клетке различают три основные части: клеточную оболочку, протопласт (живое содержимое) и вакуоль. Сложная организация процессов жизнедеятельности возможна благодаря специализированным структурным элементам – органеллам, выполняющим различные функции. Это ядро, пластиды, митохондрии, эндоплазматический ретикулум, рибосомы, аппарат Гольджи и др. Клеточная оболочка, вакуоль и включения являются продуктами жизнедеятельности протопласта, и образуются им на определенных этапах развития клетки.

Задание 2. Составить схему «Основные компоненты и органеллы растительной клетки» и указать органеллы (подчеркнуть или выделить другим цветом), характерные только для растительной клетки.



Задание 3. Освоить технику приготовления временных микропрепаратов (см. п. 1.3). Приготовить микропрепарат эпидермиса сочной чешуи лука (*Allium cepa*).

Последовательность работы. Кусочек наружного эпидермиса сочной чешуи лука репчатого размером примерно 1.5 × 2 см поддеть препаровальной иглой и поместить на предметное стекло в каплю воды, накрыть покровным стеклом. На препарате найти участок, где клетки располагаются монослоем и хорошо видны. Препарат рассмотреть при малом (x8) и большом (x40) увеличении микроскопа. Обратить внимание на то, что цитоплазма прижата к клеточным стенкам. В слое цитоплазмы располагается ядро, в котором при большом увеличении хорошо заметно 1 или 2 ядрышка.

Зарисовать микропрепарат эпидермиса сочной чешуи репчатого лука при малом (x 8 –А) и большом (x 40 – Б) увеличении и сделать обозначения.

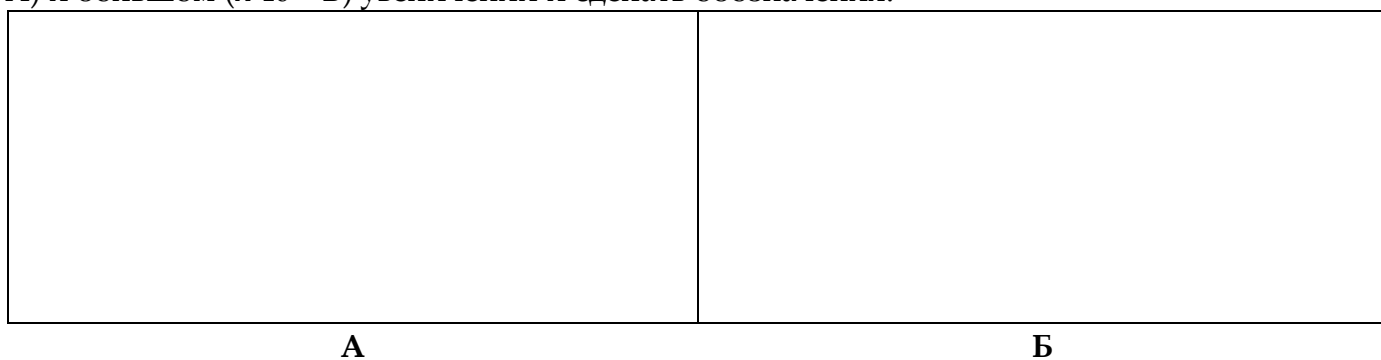


Рис. 2.1. Микропрепарат эпидермиса сочной чешуи лука (*Allium cepa*)

(А – увеличение объектива x 8; Б – увеличение объектива x 40) :

1 – клеточная оболочка; 2 – цитоплазма; 3 – ядро; 4 – ядрышко; 5 – вакуоль

Задание 4. Провести окрашивание микропрепарата реактивом Люголя.

Последовательность работы. Окрашивание можно провести сразу на предметном стекле, не снимая покровного стекла. Для этого каплю реактива Люголя наносят рядом с краем покровного стекла, а с противоположной его стороны прикладывают полоску фильтровальной бумаги. Бумага впитывает воду, а под стекло проникает краситель.

Описать, какие изменения наблюдаются в результате окрашивания препарата реактивом Люголя.

Теоретические сведения. Движение цитоплазмы

Одним из важнейших свойств цитоплазмы живой клетки является ее способность к движению. *Движение цитоплазмы (циклозис)* играет важную роль в осуществлении обмена и распределении веществ внутри клетки, а также характеризует уровень ее жизнедеятельности. О движении цитоплазмы можно судить по перемещению органелл в крупных клетках с большими вакуолями. В осуществлении движения цитоплазмы принимают участие элементы цитоскелета – *микрофиламенты*. Источником энергии для движения служит АТФ. Различают виды движения цитоплазмы: *спонтанное, постоянное и индуцированное внешними факторами* (изменением освещенности, температуры, химическими веществами, механическими воздействиями и т. п.). Основными типами движения цитоплазмы являются *круговое (вращательное или ротационное), струйчатое и колебательное*.

Задание 5. Пронаблюдать и зарисовать *круговое движение* цитоплазмы по перемещению хлоропластов в листе валлиснерии (*Vallisneria spiralis*) или элодеи (*Elodea canadensis*).

Последовательность работы. Оторвать лист элодеи или отрезать часть листа валлиснерии и положить его в каплю воды. Объект накрыть покровным стеклом и рассмотреть сначала при малом, а затем при большом увеличении. Обрывание листа вызывает в его клетках движение цитоплазмы, которое легко наблюдать по перемещению хлоропластов в одном направлении вдоль клеточной стенки (круговое движение). Наиболее интенсивное движение можно увидеть в длинных узких клетках средней жилки листа.

Зарисовать круговое движение цитоплазмы в клетках листа валлиснерии (или элодеи). Сделать обозначения:

- 1 – клеточная оболочка;
- 2 – пристенный слой цитоплазмы;
- 3 – пластиды в разном положении.

Направление движения цитоплазмы показать стрелками.

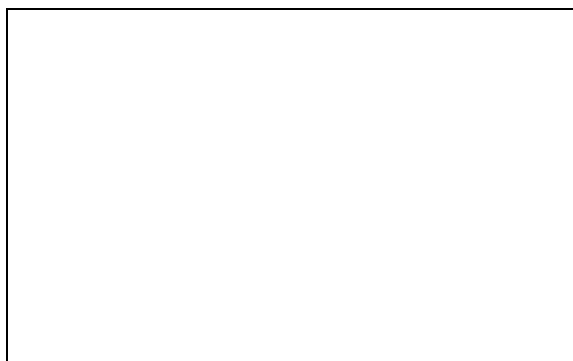


Рис. 2.2. Циклозис в клетках листа элодеи

Ответьте на вопрос: «В чем отличие вращательного (ротационного) движения цитоплазмы от струйчатого?»

Задание 6. Заполнить табл. 2.2.

Таблица 2.2. Цитохимические реакции в растительных тканях (см. п. 1.4)

Краситель	Окрашиваемое вещество	Анатомические структуры	Цвет
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Глоссарий

Апопласт – _____

Клеточная оболочка – _____

Плазмодесмы – _____

Протопласт – _____

Симпласт – _____



Контрольные вопросы и задания:

1. Назовите основные характерные особенности растительной клетки.
2. Какие органеллы характерны только растительных клеток и с чем это связано?
3. Опишите последовательность проведения цитохимических реакций (окрашивания) временных микропрепаратов на предметном стекле.
4. В чем заключается различие понятий «цитоплазма» и «протопласт»?
5. Что такое циклозис? Происходит ли он в мертвых клетках? Свой ответ обоснуйте.

2.2. Лабораторная работа № 2. «Пластидная система, клеточная стенка и ее физико-химические видоизменения»

Цель работы: ознакомиться с пластидной системой, рассмотреть хлоропласты, хромопласты, лейкопласты; ознакомиться с организацией и видоизменениями клеточной стенки.

Теоретические сведения. Пластидная система.

Характерным признаком, отличающим клетки растений от клеток животных, является наличие пластидной системы.

Пластиды – это органеллы протопласта, характерные только для растительных клеток. Они выполняют различные функции, связанные, главным образом, с синтезом органических веществ в процессе фотосинтеза. В зависимости от окраски, обусловленной наличием пигментов, различают три основных типа пластид: хлоропласты (зеленые), хромопласты (имеют желтую, оранжевую или красную окраску) и лейкопласты (бесцветные).

Задание 1. Приготовить временный микропрепарат листа элодеи (*Elodea canadensis*) или валлиснерии (*Vallisneria spiralis*) в капле воды и рассмотреть хлоропласты. (рис. 2.3).

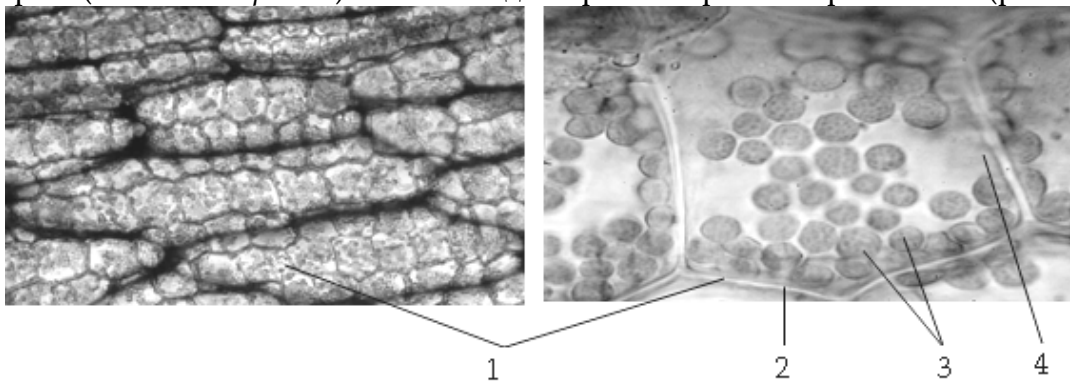


Рис. 2.3. Хлоропласты в клетках листа элодеи (*Elodea canadensis*) или валлиснерии (*Vallisneria spiralis*) в капле воды:

1 – клетки листа, 2 – клеточная стенка, 3 – хлоропласты, 4 – цитоплазма.

Последовательность работы. Приготовить временный микропрепарат листа водного растения. Найти тонкий участок на листе (обычно около центральной жилки или по краям листа), где клетки хорошо видны. При малом увеличении найти хлоропласты, которые в большом количестве содержатся во всех клетках листа. При большом увеличении микроскопа рассмотреть хлоропласты, имеющие форму мелких овальных зеленых телец. Обратит внимание на их количество в клетке.

Зарисовать хлоропласты в клетках листа элодеи или валлиснерии (при увеличении $\times 40$). Сделать обозначения:
1 – клеточная стенка,
2 – хлоропласты,
3 – цитоплазма,
4 – ядро (если видно).

Рис. 2.3. Хлоропласты в клетках листа _____

Задание 2. Приготовить и рассмотреть микропрепараты из мякоти зрелых плодов рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*), шиповника собачьего (*Rosa canina*), томата (*Lycopersicon esculentum*), перца болгарского (*Capsicum annuum*) в каплях воды (рис. 2.4).

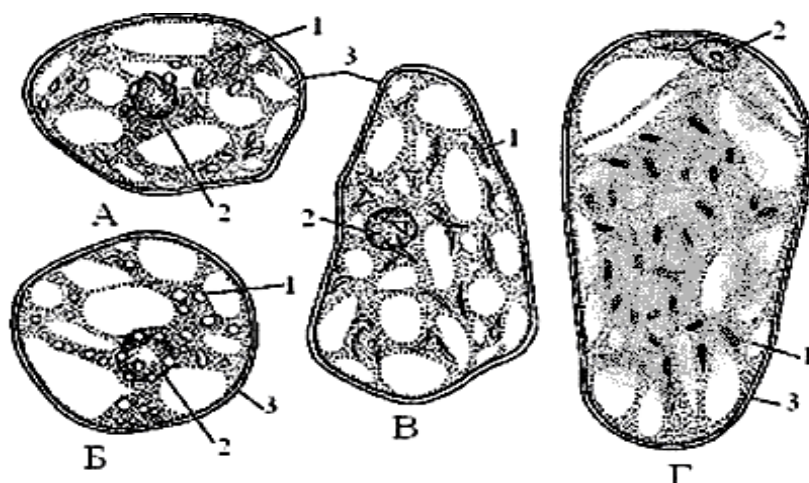


Рис. 2.4. Хромопласты в паренхимных клетках мякоти зрелых плодов:

А – шиповник (*Rosa canina*); Б – томат (*Lycopersicon esculentum*); В – рябина (*Sorbus aucuparia*); Г – перец болгарский (*Capsicum annuum*):

1 – хромопласты; 2 – ядро; 3 – клеточная оболочка

Последовательность работы. Приготовить 2 препарата из предложенных объектов. Для этого извлечь небольшой кусочек мякоти из зрелого плода, поместить его в центр предметного стекла в каплю воды, осторожно измельчить, разрыхлить с помощью лезвия или препаровальной иглы и накрыть покровным стеклом. При малом увеличении найти участок со свободно лежащими клетками, при большом увеличении исследовать их. Клетки имеют округлую форму. Стенки их очень тонкие. Внутри клеток хорошо видны скопления хромопластов. В плодах рябины хромопласты имеют вытянутую, заостренную, слегка изогнутую форму, в клетках плодов шиповника – овальную, в клетках плода томата более или менее шаровидную, в клетках плодов перца – пластинчатую или веретеновидную форму.

Зарисовать хромопласты в клетках мякоти 2-х объектов, которые были выбраны для изучения. Сделать обозначения.

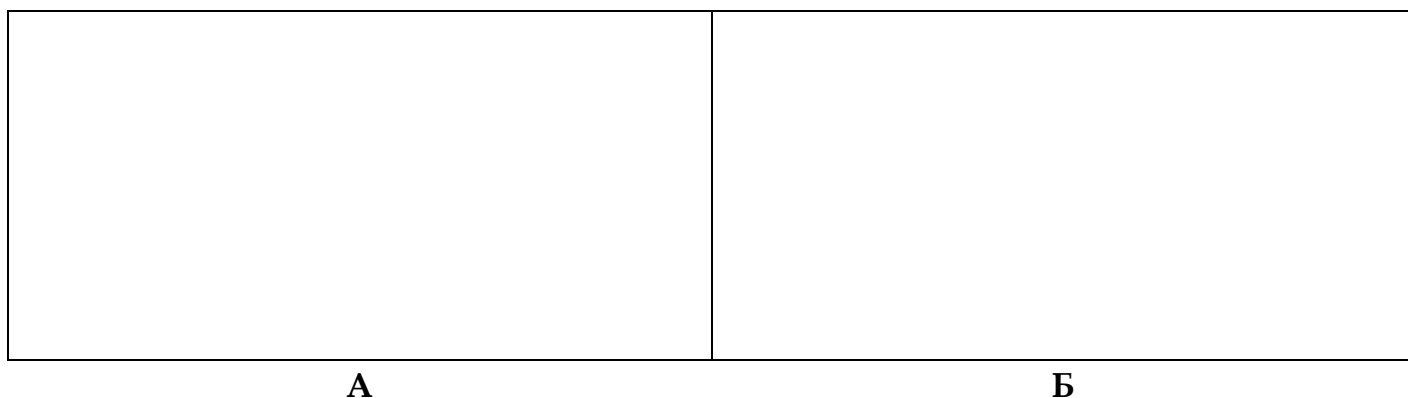


Рис. 2.5. Хромопласты в паренхимных клетках плодов А – _____,
Б – _____: 1 – клеточная оболочка; 2 – ядро; 3 – хромопласты

Задание 3. Приготовить микропрепарат мякоти зрелого плода снежноягодника (*Symphoricarpos albus*) (рис. 2.6). Найти и рассмотреть лейкопласты, провести их окрашивание реактивом Люголя, сделать рисунок.

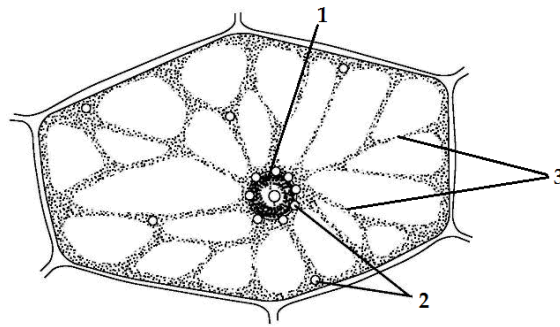


Рис. 2.6. Лейкопласты в клетках мякоти зрелых плодов снежноягодника (*Symphoricarpos albus*):

1 – ядро; 2 – лейкопласты; 3 – цитоплазматические тяжи.

Последовательность работы. Для приготовления препарата извлеките небольшой кусочек мякоти из зрелого плода, поместите его в центр предметного стекла в каплю воды, осторожно разрыхлите и накройте покровным стеклом. При малом увеличении найдите участок со свободно лежащими клетками и при большом увеличении рассмотрите их. Клетки имеют округлую форму. Стенки их очень тонкие. Обратите внимание на крупное ядро, расположенное в центре клетки, вокруг которого цитоплазмой образован ядерный кармашек, соединенный с ее пристенным слоем тонкими тяжами. Рассмотрите лейкопласты (мелкие шаровидные тельца, сильно преломляющие свет), расположенные в ядерном кармашке и в тяжах цитоплазмы. Провести окрашивание реактивом Люголя, при этом лейкопласты окрашиваются в желтый цвет.



Зарисовать клетки мякоти зрелых плодов снежноягодника. Сделать обозначения:

- 1 – ядро;
- 2 – лейкопласты;
- 3 – цитоплазматические тяжи (если видны);
- 4 – клеточная оболочка

Рис. 2.7. Клетки мякоти зрелых плодов снежноягодника

Нарисуйте схему «Взаимные превращения пластид» (укажите все виды пластид и условия, при которых возможны превращения).


Заполнить табл. 2.3. «Полифункциональность пластидной системы»


Название пластид	Функции
1. Пропластиды	
2. Хлоропласты	
3. Хромопласты	
4. Лейкопласты:	
а) амилопласты	
б) протеинопласты	
в) олеопласты	
5. Этиопласты	


Теоретические сведения. Клеточная оболочка и ее видоизменения

Клеточная оболочка является продуктом жизнедеятельности протопласта, так как образуется в результате его функционирования. В ее биосинтезе принимает участие Аппарат Гольджи, где синтезируются компоненты матрикса клеточной стенки и целлюлозосинтазный ферментативный комплекс, который непосредственно встроен в плазмолемму. Клеточная оболочка в значительной степени определяет форму клеток и текстуру растительных тканей. Она выполняет опорную и защитную функции. Ей принадлежит важная роль в таких процессах жизнедеятельности, как поглощение, передвижение веществ, транспирация и выделение секретируемых веществ.

В растительной оболочке различают три части:

 **Срединная пластинка** (межклетное вещество) находится между первичными оболочками двух смежных клеток и состоит, главным образом, из пектиновых веществ.

 **Первичная оболочка** – это первая собственная оболочка, образующаяся в развивающейся клетке, которая у многих типов клеток остается и единственной на протяжении всей жизни. В ней содержится целлюлоза, гемицеллюлозы и пектины.

 **Вторичная оболочка** накладывается на первичную изнутри, т. е. со стороны протопласта. Она состоит, в основном, из целлюлозы, лигнина, суберина и других веществ. Клетки, имеющие вторичные оболочки, в зрелом состоянии часто лишены протопласта.

Поры в клеточной оболочке являются своеобразными приспособлениями, облегчающими обмен веществ между клетками, и представляют собой углубления в клеточной оболочке, над которыми не формируется вторичная оболочка.

Многие клетки сохраняют целлюлозные оболочки до конца своей жизни. Однако очень часто, в процессе развития клетки, в ее оболочке происходят различные физико-химические видоизменения в результате отложения новых слоев из другого вещества. За счет этого возможны следующие видоизменения клеточной оболочки: *одревеснение (лигнификация), опробковение (суберинизация), кутинизация, ослизнение, минерализация.*

Задание 4. Приготовить микропрепарат из эпидермы верхней стороны листа аспидистры широколистной (*Aspidistra elatior*) в капле раствора хлор-цинк-йода. Рассмотреть под микроскопом и зарисовать строение клеточной оболочки (рис. 2.8).

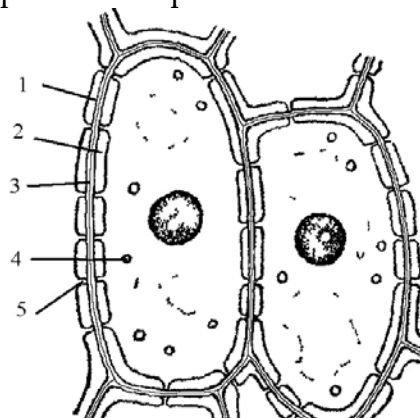


Рис. 2.8. Строение клеточной оболочки эпидермы листа аспидистры широколистной (*Aspidistra elatior*): 1 - первичная оболочка, 2 - вторичная оболочка, 3 - срединная пластинка, 4 - простая пора (вид сверху), 5 - простая пора (вид сбоку).

Последовательность работы. Сделать парадермальный срез верхней стороны листа аспидистры, поместить его на предметное стекло в 2-3 капли реактива хлор-цинк-йода, покрыть покровным стеклом. Найти клетки лежащие монослойно и рассмотреть их при большом увеличении. На месте соединения двух клеток рассмотреть сплошную темную линию срединную пластинку, первичные оболочки соседних клеток, вторичную оболочку, в которой видны поровые каналы с параллельными стенками (простые поры). Обратит внимание, что поры в соседних клетках совпадают, образуется пара пор, разделенная тонкой мембраной - замыкающей пленкой, состоящей из двух первичных стенок и межклетного вещества. Затем, пользуясь микрометренным винтом, рассмотреть нижнюю и верхнюю стенки клетки. На них рассеяны светлые кружочки – простые поры (вид сверху).



Зарисовать строение клеточной оболочки эпидермы листа аспидистры. Сделать обозначения.

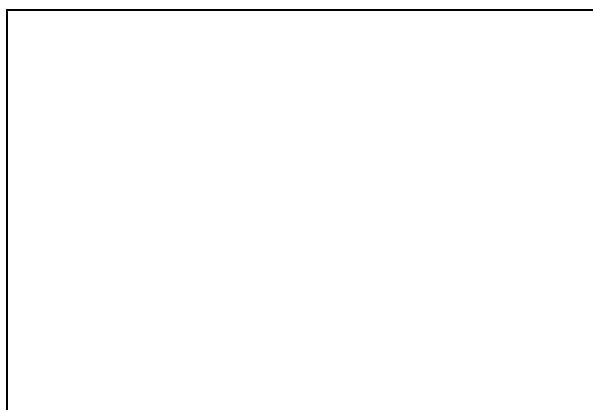
- 1 – первичная оболочка;
- 2 – вторичная оболочка;
- 3 – срединная пластинка;
- 4 – поры.

Рис. 2.9. Строение клеточной оболочки эпидермы листа аспидистры широколистной.

Описать, какие анатомические структуры препарата окрашиваются реактивом хлорцинк-йод и в какой цвет.

Задание 5. Провести качественную реакцию на присутствие лигнина в оболочках клеток груши обыкновенной (*Pyrus communis*). Рассмотреть и зарисовать каменные клетки.

Последовательность работы. Приготовить временный микропрепарат мякоти плода груши, окрасив его флороглюцином в соляной кислоте. Срез (или соскоб) сделать лучше с твердых участков, под кожицей или ближе к середине плода. При малом увеличении среди бесцветных паренхимных клеток, найти разбросанные группы мелких клеток с оболочками, окрашенными в малиновый или розовый цвет. Тонкостенные удлиненные клетки мякоти плода расходятся от них как лучи. Выбрать группу клеток с окрашенными стенками (склереиды) и рассмотреть ее при большом увеличении. В толстой стенке клетки видна слоистость, а также узкие, часто разветвленные поровые каналы. На наружной поверхности клетки видны поры в виде кружочков. Живое содержимое в полостях клеток не сохраняется.



Зарисовать каменные клетки в мякоти плода груши обыкновенной. Сделать обозначения.

- 1 – паренхимные клетки мякоти плода;
- 2 – каменные клетки;
- 3 – оболочка клетки;
- 4 – полость клетки;
- 5 – ветвистые поры

Рис. 2.10. Каменные клетки (брахисклереиды) в мякоти плода груши обыкновенной.

Задание 6. Заполните табл.2.4 «Видоизменения клеточной оболочки».

Название видоизменения	Откладываемое вещество и его свойства	Пример тканей и ее структурных компонентов	Клетки живые или мертвые
1.			
2.			
3.			

4.			
5.			

Глоссарий

Поры - _____

Пропластиды - _____

Срединная пластинка - _____

Суберинизация - _____

Этиопласты - _____



Контрольные вопросы

1. Назвать основные типы пластид. Какое они имеют строение?
2. В каких органах растений чаще всего можно встретить хромопласты, хлоропласты, лейкопласты?
3. Какие пигменты содержатся в хлоропластах и хромопластах?
4. Какие химические вещества принимают участие в образовании первичной оболочки?
5. Какие типы пор различают в клеточной оболочке?

2.3. Лабораторная работа № 3. «Вакуоль. Явление плазмолиза и деплазмолиза. Кристаллические включения»

Цель работы: изучить осмотические свойства растительной клетки на примере плазмолиза и деплазмолиза; рассмотреть кристаллические включения.

Теоретические сведения. Осмотические свойства растительной клетки

В поглощении и выделении веществ растительной клеткой большую роль играют процессы *диффузии* и *осмоса*. *Осмотическими* называют явления, происходящие в системе, состоящей из двух растворов разной концентрации, разделенных полупроницаемой мембраной. В растительной клетке роль полупроницаемых мембран выполняют плазмалемма и тонопласт.

Плазмалемма – наружная мембрана цитоплазмы, прилегающая к клеточной оболочке. *Тонопласт* – внутренняя мембрана цитоплазмы, окружающая вакуоль. *Центральная вакуоль* растительной клетки представляет собой полость в цитоплазме, заполненную *клеточным соком* – водным раствором различных веществ: углеводов, органических кислот, солей, гидрофильных белков, пигментов и др.

Концентрация веществ в клеточном соке и во внешней среде (в почве, водоемах) обычно не одинакова. Чем больше концентрация содержащихся в клеточном соке веществ, тем сильнее **сосущая сила** – сила, с которой клетка поглощает воду. При увеличении объема клеточного сока, вследствие поступления в клетку воды, увеличивается его давление на цитоплазму, плотно прилегающую к оболочке. Состояние внутреннего напряжения клетки, обусловленное высоким содержанием воды и развивающимся давлением содержимого клетки на ее оболочку носит название **тургора** (рис. 2.10, А). Если клетка находится в *гипертоническом растворе*, концентрация которого больше концентрации клеточного сока, то вода из клеточного сока будет диффундировать в окружающий раствор. Вследствие выхода воды из клетки объем клеточного сока сокращается, тургор уменьшается. Уменьшение объема клеточной вакуоли сопровождается отделением цитоплазмы от оболочки – происходит **плазмолиз**.

В ходе плазмолиза форма протопласта меняется. Вначале протопласт отстает от клеточной стенки лишь в отдельных местах, чаще всего в уголках. Плазмолиз такой формы называют уголковым (рис. 2.10, Б). Затем протопласт продолжает отставать от клеточных стенок, сохраняя связь с ними в отдельных местах, поверхность протопласта между этими точками имеет вогнутую форму. На этом этапе плазмолиз называют вогнутым (рис. 2.10, В). Постепенно протопласт отрывается от клеточных стенок по всей поверхности и принимает округлую форму. Это выпуклый плазмолиз (рис. 2.10, Г). Если у протопласта связь с клеточной стенкой в отдельных местах сохраняется, то при дальнейшем уменьшении объема в ходе плазмолиза протопласт приобретает неправильную форму. Протопласт остается связанным с оболочкой многочисленными *нитями Гехта*. Такой плазмолиз называется судорожным (рис. 2.10, Д). При длительном нахождении клеток в растворе нитрата калия (15 мин и более) цитоплазма набухает и в клетках образуются так называемые колпачки цитоплазмы – колпачковый плазмолиз (рис. 2.10, Е).

Если плазмолизированную клетку поместить в *гипотонический раствор*, концентрация которого меньше концентрации клеточного сока, вода из окружающего раствора будет диффундировать внутрь вакуоли. В результате увеличения объема вакуоли повысится

давление клеточного сока на цитоплазму, которая начинает приближаться к стенкам клетки, пока не примет первоначальное положение – произойдет **деплазмолиз**.

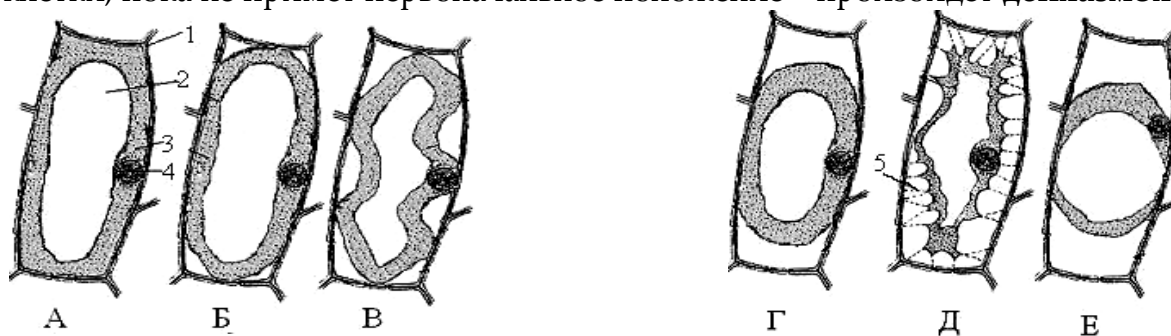


Рис. 2.10. Плазмолиз в растительной клетке (А – клетка в состоянии тургора; Б – угловатый; В – вогнутый; Г – выпуклый; Д – судорожный; Е – колпачковый):
1 – клеточная оболочка; 2 – вакуоль; 3 – цитоплазма; 4 – ядро; 5 – нити Гехта.

Задание 1. Пронаблюдать явление плазмолиза в клетках эпидермиса сочной чешуи лука репчатого (*Allium cepa*). Сделать соответствующие рисунки.

Последовательность работы. Отделить кусочек наружного эпидермиса с сочной чешуи лука репчатого и положить его на предметное стекло в каплю 6–8% раствора NaCl, накрыть его покровным стеклом. Через 2–3 минуты начать наблюдение, отмечая последовательные стадии плазмолиза.

Зарисовать формы плазмолиза в клетках эпидермы сочной чешуи лука репчатого. Сделать обозначения.

--	--	--

А

Б

В

Рис. 2.11. Формы плазмолиза в клетках эпидермы сочной чешуи лука репчатого (А – угловатый, Б – вогнутый, В – выпуклый):
1 – клеточная стенка; 2 – протопласт.

Задание 2. Пронаблюдать явление деплазмолиза в клетках эпидермиса сочной чешуи лука репчатого (*Allium cepa*).

Последовательность работы. Следует заменить раствор соли на воду, оттянув раствор фильтровальной бумагой (с одной стороны покровного стекла кладется бумага, с другой из капельницы наносится вода). Пронаблюдать постепенное возвращение цитоплазмы к клеточной стенке.

Ответить на вопрос: почему при помещении растительной клетки в раствор соли наблюдается явление плазмолиза, при помещении плазмолизированной клетки в воду происходит деплазмолиз?

Теоретические сведения. Кристаллические включения

Растения, не имеющие развитых органов выделения, вынуждены накапливать различные вещества в тканях. Избыточное накопление веществ, выключаемых из обмена, часто приводит к выпадению их в осадок в аморфном виде или в форме кристаллов, носящих название *включений*. Кристаллы, содержащиеся в растениях, чаще всего состоят из оксалата кальция и имеют разную форму (рис. 2.12). *Друзы* – шаровидные образования, состоящие из многих мелких сросшихся кристаллов (в клетках корневищ, коры, корки, черешков и эпидермы многих растений). *Рафиды* – игольчатые кристаллы, соединенные в пучки (в корневищах купены, стебле винограда). *Кристаллический песок* – скопление множества мелких одиночных кристаллов (в чешуе лука, стебле бузины). Как правило, друзы встречаются у двудольных растений, а рафиды – у однодольных. Встречаются *одиночные кристаллы* более простых и сложных форм. Кристаллы, имеющие форму сильно вытянутых призм, называют *стилоидами*. Стилоиды находятся в клетках по одному. Обычно они покрыты очень тонкой оболочкой.

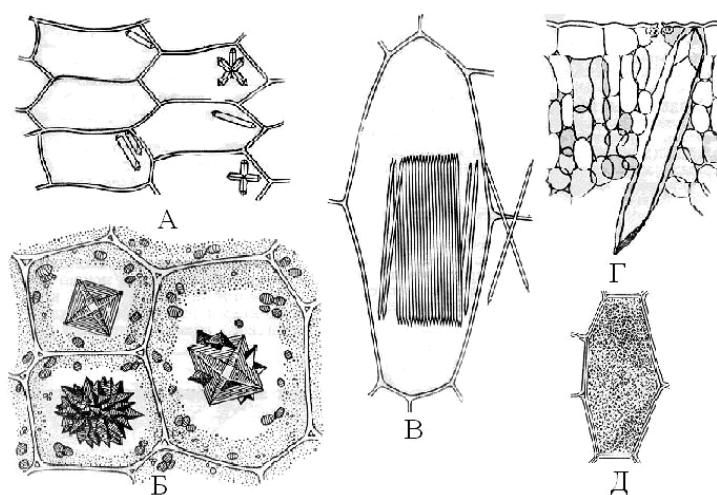


Рис. 2.12. Кристаллы щавелевокислого кальция в клетках:

А – одиночные и крестообразные в клетках сухой чешуи луковицы лука (*Allium cepa*); Б – одиночный кристалл и друза (черешок щавеля – *Rumex crispus*); В – пучок рафид в клетке корневища купены (*Polygonatum officinale*); Г – стилоид в листе эйхгорнии (*Eichhornia crassipes*); Д – кристаллический песок (картофель – *Solanum tuberosum*)

К кристаллическим включениям очень близки цистолиты (греч. *китос* – пузырь, или мешок, *литос* – камень). Они чаще всего состоят из карбоната кальция или кремнезема и представляют собой гроздевидные образования внутри клеток, возникшие на выступах клеточной оболочки (рис. 2.13).

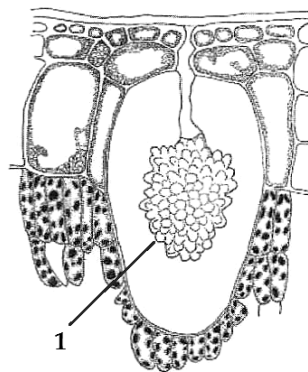


Рис. 2.13. Цистолит (1) в эпидерме листа фикуса (*Ficus elastica*)

Задание 3. Приготовить временный микропрепарат сухой чешуи лука (*Allium cepa*) в капле глицерина. Рассмотреть и зарисовать клетки с кристаллами.

Последовательность работы. Отрезать лезвием небольшой тонкий кусочек чешуи и поместить в каплю глицерина на предметное стекло, накрыть его покровным стеклом. При малом увеличении найти клетки с одиночными палочковидными и крестообразными кристаллами. Рассмотреть их при большом увеличении.



Зарисовать клетки сухой чешуи лука репчатого с кристаллами. Сделать обозначения:

- 1 – клеточная стенка;
- 2 – одиночный кристалл;
- 3 – крестообразный кристалл;
- 4 – т-образный кристалл (если видно)

Рис. 2.14. Одиночные кристаллы в клетках сухой чешуи лука репчатого.

Задание 4. Приготовить временный микропрепарат продольного среза корневища купены лекарственной (*Polygonatum officinale*), рассмотреть и зарисовать клетки с рафидами.

Последовательность работы. Сделать продольный срез и поместить его в каплю воды на предметное стекло, покрыть срез покровным стеклом. Найти клетки, содержащие рафиды. Они обычно вытянутые и крупнее, чем окружающие их соседние паренхимные клетки. Рассмотреть в клетках игольчатые кристаллы, лежащие группами параллельно друг к другу.



Зарисовать пучок рафид в клетке корневища купены. Сделать обозначения:

- 1 – рафидоносная клетка;
- 2 – паренхимные клетки;
- 3 – пачка рафид;
- 4 – отдельные рафиды

Рис. 2.15. Рафиды в клетке корневища купены

Задание 5. Рассмотреть и зарисовать друзы на поперечном срезе черешка щавеля (*Rumex crispus*).

Последовательность работы. Сделать тонкий поперечный срез черешка щавеля в капле воды. При малом увеличении микроскопа найти тонкостенные паренхимные клетки. В клеточном соке многих клеток встречаются отложения оксалата кальция либо в виде одиночных кристаллов – ромбоидов, либо в виде сростков многочисленных мелких кристаллов – друз. В некоторых клетках могут встретиться переходные формы, у которых на поверхности крупных одиночных кристаллов видны спаянные с ними более мелкие кристаллы. Найти клетки с разными по форме кристаллами (ромбоиды, друзы, переходные формы).

Глоссарий

Тургор – _____

Плазмолиз – _____

Цистолит – _____

Друза – _____

Рафида – _____



Контрольные вопросы

1. Объясните явление тургора, плазмолиза и деплазмолиза?
2. Объясните может ли происходить плазмолиз в мертвой клетке?
3. Дать определения понятиям осмос, диффузия и сосущая сила.
4. Какие вещества входят в состав клеточного сока?
5. Что представляют собой включения и цистолиты?

2.4. Лабораторная работа № 4. «Запасные питательные вещества растительных клеток»

Цель работы: ознакомиться с основными запасными веществами в растительных клетках; рассмотреть различные формы запасания органических веществ: крахмальные зерна, алейроновые зерна, сферокристаллы; провести цитохимические реакции на крахмал, белок и растительные масла.

Теоретические сведения. Запасные вещества: крахмальные зерна

Вещества живого содержимого растительной клетки - протопласта и продукты его жизнедеятельности очень разнообразны. Условно их объединяют в две группы:

1) *конституционные*, входящие в состав живой материи, и участвующие в обмене веществ (белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы и др.);

2) *эргастические включения* – это компоненты протопласта, играющие вспомогательную роль в его жизни и являющиеся либо источниками материи и энергии при росте и работе клетки, либо побочными продуктами ее метаболизма.

Крахмал образуется в хлоропластах во время фотосинтеза – *ассимиляционный* или *первичный крахмал*. Позже он расщепляется, транспортируется в запасные органы, где вновь синтезируется как *запасной* или *вторичный крахмал* в амилопластах. Крахмальные зерна имеют разную форму (рис. 2.18) и образуют слоистость вокруг одной точки, называемой *образовательным центром*.

Расположение слоев может быть *концентрическим*, например, у злаков и бобовых, и *эксцентрическим*, например, у картофеля. В последнем случае, точка, вокруг которой откладываются слои, находится не в центре зерна, а сдвинута вбок.

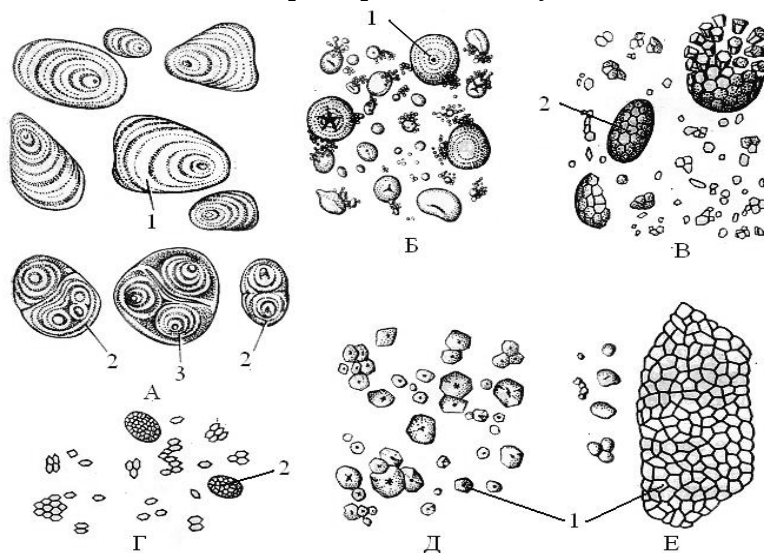


Рис. 2.18. Крахмальные зерна различных видов растений:

А – картофель (*Solanum tuberosum*); Б – пшеница (*Triticum aestivum*); В – овес (*Avena sativa*); Г – рис (*Oryza sativa*); Д – кукуруза (*Zea mays*); Е – гречиха (*Fagopyrum sagittatum*); 1 – простое крахмальное зерно, 2 – сложное, 3 – полусложное

Амилопласт может содержать одно (простое зерно) или несколько крахмальных зерен (полусложное и сложное). Если в лейкопласте имеется одна точка, вокруг которой откладываются слои, то образуется *простое зерно*, если две и более, то образуется *сложное зерно*, состоящее как бы из нескольких простых. *Полусложное зерно* образуется в том случае,

если крахмал сначала откладывается вокруг нескольких точек, а затем после соприкосновения простых зерен вокруг них возникают общие слои. Особенности строения крахмальных зерен могут служить систематическим признаком.

Задание 1. Приготовить, рассмотреть и зарисовать временный микропрепарат крахмальных зерен клубня картофеля (*Solanum tuberosum*).

Последовательность работы. Отрезать маленький кусочек клубня картофеля и сделать им мазок на предметном стекле в капле воды. Каплю накрыть покровным стеклом и рассмотреть при малом и большом увеличении. При большом увеличении хорошо видны овальные и яйцевидные зерна крахмала. При рассмотрении слоистости следует прикрыть диафрагму конденсора и слегка вращать микровинт.

Зарисовать простые (А), сложные (Б) и полусложные (В) крахмальные зерна клубня картофеля. Сделать обозначения. Подписать тип слоистости.

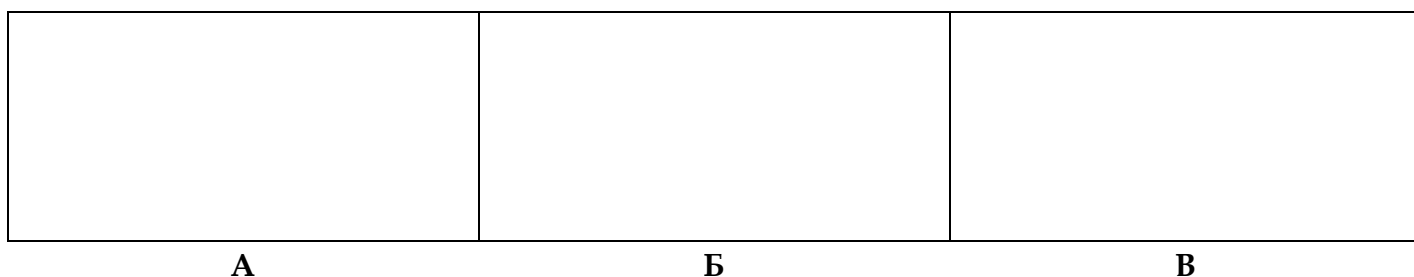


Рис. 2.19. Крахмальные зерна клубня картофеля: простое (А), сложное (Б) и полусложное (В), 1 – образовательный центр, 2 – слои крахмала

После рассмотрения и зарисовки крахмальных зерен, провести качественную реакцию на крахмал, используя реактив Люголя.

Ответить на вопрос: Почему крахмальные зерна образуют слоистость?

Теоретические сведения. Сферокристаллы инулина

В клубнях георгина, земляной груши, корнях одуванчика и других растений семейства сложноцветных клеточный сок содержит углевод *инулин*. При действии спирта инулин кристаллизуется, образует так называемые *сферокристаллы* (рис. 2.20).

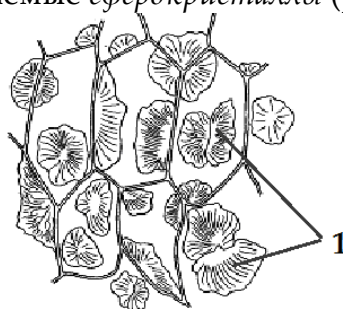
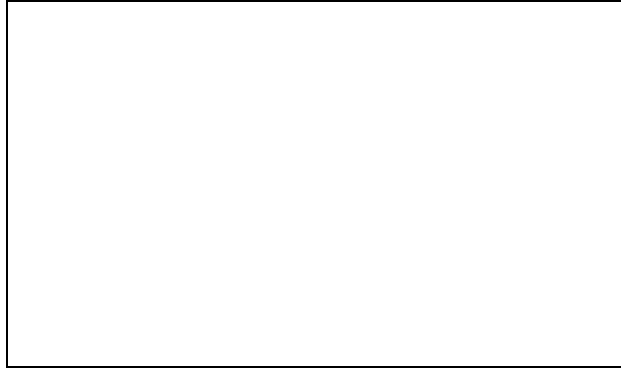


Рис. 2.20. Сферокристаллы инулина (1) в клетках клубня георгина (*Dahlia Variabilis*)

Задание 2. Рассмотреть сферокристаллы полисахарида инулина на срезе клубня георгина (*Dahlia Variabilis*).

Последовательность работы. Приготовить временный микропрепарат поперечного среза клубня георгина в капле глицерина (в воде сферокристаллы быстро растворяются). Сферокристаллы состоят из множества игловидных кристаллов. Они быстро разрастаются, захватывая несколько клеток. Стенки этих клеток видны в сферокристалле при работе с микровинтом.



Зарисовать сферокристаллы полисахарида инулина на срезе клубня георгина. Сделать обозначения:

- 1 – паренхимные клетки,
- 2 – сферокристаллы инулина

Рис. 2.21. Сферокристаллы инулина в клубне георгина

Теоретические сведения. Алейроновые зерна

Запасные белки наиболее часто откладываются в виде зерен округлой или овальной формы, называемых *алеЙроновыми*. Это простые белки – протеины. Они откладываются в вакуолях или лейкопластах. Большое количество белков находится в клетках, расположенных под семенной кожурой, в так называемом *алеЙроновом слое*. Эти клетки содержат большое количество очень мелких простых алейроновых зерен, представленных аморфной белковой массой (рис. 2.22, А). Сложные алейроновые зерна крупнее и кроме аморфного белка, могут содержать еще кристаллический белок (кристаллоид), глобиды (фитин, в состав которого входят инозит, фосфор, кальций и магний) и кристаллы оксалата кальция (рис. 2.22, Б).

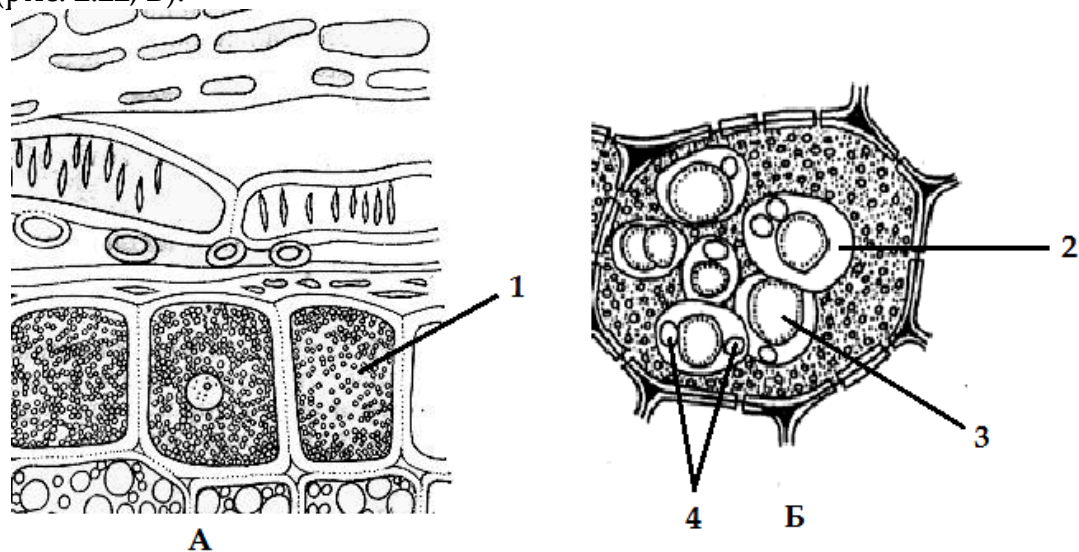


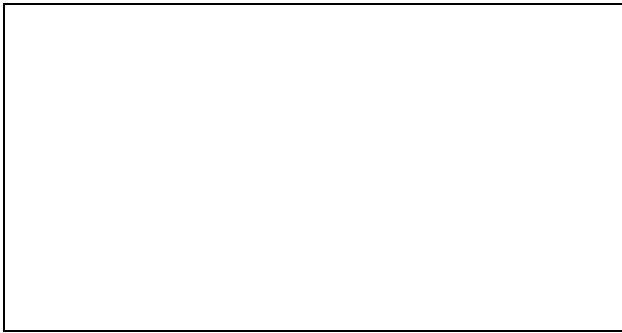
Рис. 2.22. Алейроновые зерна: А – простые зерна в алейроновом слое зерновки пшеницы (*Triticum aestivum*), Б – сложные алейроновые зерна в клетках семядолей клещевины (*Ricinus*); 1 – аморфный белок простого зерна, 2 – аморфный белок сложного зерна, 3 – кристаллоид, 4 – глобид

Теоретические сведения. Растительные масла

Липиды являются структурными компонентами клетки (входят в состав мембран, образуют липидные капли в цитоплазме) или эргастическими веществами. Запасные масла обычно откладываются в виде мельчайших капелек в цитоплазме, лейкопластах, называемых *олеопластами*, и сферосомах. Наиболее богаты маслами клетки семян, плодов, сердцевин и коры стеблей, корневища.

Задание 3. Рассмотреть крахмальные и алейроновые зерна в клетках семени фасоли (*Phaseolus vulgaris*) и зарисовать их.

Последовательность работы. Приготовить временный микропрепарат поперечного среза семени фасоли в смеси воды и реактива Люголя. Найти при малом увеличении тонкий участок среза. При большом увеличении видно, что семядоля фасоли состоит из крупных паренхимных клеток с небольшими межклетниками. Внутри клеток хорошо заметны большие овальные синие крахмальные зерна и между ними – золотисто-желтые простые алейроновые зерна. Крахмальные зерна фасоли заметно отличаются от зерен картофеля очертаниями, слоями равномерной толщины и наличием трещин на месте образовательного центра.



Зарисовать запасные вещества в клетке семени фасоли, отметить:

- 1 – клеточная оболочка,
- 2 – крахмальные зерна,
- 3 – алейроновые зерна

Рис. 2.23. Крахмальные и алейроновые зерна в семени фасоли

Ответить на вопрос: Почему реактив Люголя окрашивает препарат семени фасоли разными цветами (желтым и синим)?

Задание 4. Рассмотреть и зарисовать сложные алейроновые зерна и липидные капли в клетках семени клецевинны (*Ricinus*), окрашенных реактивом судан-III.

Последовательность работы. Приготовить временный препарат из семени клецевинны (*Ricinus*), окрасив его реактивом судан-III. Передвигая препарат, найти наиболее тонкое место и рассмотреть содержимое клеток. В мелкозернистое содержимое клеток вкраплены округлые или овальные алейроновые зерна. В каждом зерне различимы тонкая оболочка в виде однородной тонкой плёночки, одно или несколько шарообразных телец (глобоидов) и кристаллик – один, реже несколько (кристаллоид).

Зарисовать сложные алейроновые зерна в семенах клещевины, обозначив:

- 1 – сложное алейроновое зерно,
- 2 – аморфный белок,
- 3 – глобоид.
- 4 – кристаллоид

Рис. 2.24. Сложные алейроновые зерна в семенах клещевины

Ответить на вопрос «В чем преимущество жирных масел в качестве запасных веществ в растительных клетках по сравнению с крахмалом и белком?»

Глоссарий

Ассимиляционный крахмал – _____

Глобоид – _____

Инулин – _____

Кристаллоид – _____

Образовательный центр – _____



Контрольные вопросы:

1. Что такое конституционные и эргастические вещества?
2. С помощью каких реактивов можно обнаружить запасные вещества в клетках?
3. В чем отличие первичного и вторичного крахмала?
4. В чем различия между разными типами крахмальных зерен?
5. Из чего состоят простые и сложные алейроновый зерна, как они образуются?