

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение
Вологодского муниципального округа
«Ермаковская средняя школа»

«Утверждено»
приказом директора школы
Козыревой Л.Ю.
№273
от 30 августа 2023 г.

**Рабочая программа факультатива
«Биология на «5»»
10-11 класс**

Составитель: учитель биологии
высшей категории
Набокова Н.Ф.

п. Ермаково, 2023 г.

Пояснительная записка.

С принятием нового образовательного стандарта, в рамках внеурочной деятельности, для углубления знаний по предмету и усиление прикладной направленности содержания биологического образования, нацеленного на формирование у учащихся ряда предметных, ключевых компетенций, разработана рабочая программа факультатива «Биология на «5»».

Содержание программы данного модуля предусматривает не только изучение теоретического материала, но и постановку опытов по теме, описание результатов эксперимента, что способствует приобщению учащихся к творческой учебно-исследовательской деятельности.

Физиология клетки – раздел цитологии, которая изучает живую элементарную систему (клетку), лежащую в основе строения и функционирования любого живого организма, как животного, так и растительного.

Курс предполагает широкое использование иллюстративного материала (схемы, электронные фотографии), использование Интернет-ресурсов по данной теме.

Программа имеет четко выраженную практическую направленность, помогает обучающимся использовать теоретические знания по цитологии для постановки эксперимента, объяснения его сути и формирования вывода.

Лабораторные занятия составлены в соответствии с материалом лекционного курса. Рабочая программа рассчитана на обучающихся 10 (68 часов) и 11 (68 часов) классов. Прохождение данного курса поможет им не только закрепить пройденный материал по предмету, но и лучше подготовиться к сдаче экзаменов.

Цели факультатива:

- 1.Расширение и углубление знаний учащихся по общей биологии и экологии.
- 2.Развитие умения учащихся решать биологические задачи по всему курсу.
- 3.Развитие познавательных интересов обучающихся.
- 4.Целенаправленная профессиональная ориентация учащихся выпускных классов.

Задачи факультатива:

Предоставить учащимся возможность применять биологические знания на практике при решении биологических задач, формировать умения и навыки здорового образа жизни, необходимые в повседневной жизни.

Закрепить, систематизировать, углубить знания учащихся об общих закономерностях общей биологии.

Создать условия для формирования и развития у учащихся умений самостоятельно работать с дополнительной литературой по предмету.

Развивать интеллект учащегося, его интеллектуальное и творческое мышление, способствующее развитию интереса к предмету посредством практических работ.

Ожидаемые результаты обучения:

- 1.Расширение и углубление теоретической базы учащихся по биологии.
- 2.Развить и усилить интерес к предмету.

Для достижения указанных результатов обучения в данном курсе применяются лекционные занятия, практические занятия, посвященные решению биологических задач, зачет по курсу, защита рефератов, проектов.

Учащиеся должны знать в 10 классе:

1. принципиальное устройство светового микроскопа;
2. положения клеточной теории;
3. особенности строения растительной клетки в сравнении с животной;
4. основные компоненты и органоиды растительной клетки
5. основные законы и механизмы в физиологии растений;

Учащиеся должны уметь:

1. готовить и определять микропрепараты, работать с микроскопом;
2. ориентироваться в основных направлениях физиологии клетки;
3. использовать полученные знания и методики для изучения клетки.

Учащиеся должны знать в 11 классе:

1. Основные положения биологических теорий (клеточная, эволюционная теория Ч.Дарвина), учения В.И.Вернадского о биосфере, сущность законов Г.Менделя.

2. Структуру и функции биологических объектов: клетки, хромосом, генов, вида и экосистем.
3. Естественную классификацию органического мира.
4. Сущность биологических процессов: размножение, оплодотворение, действие естественного и искусственного отбора, формирование приспособленности, образование видов, круговорот веществ и превращение энергии в экосистемах и биосфере.
5. Закономерности наследственности и изменчивости.
6. Механизмы эволюционного процесса.

Учащиеся должны уметь:

1. Пользоваться знанием общебиологических закономерностей для объяснения с материалистических позиций вопросов происхождения и развития жизни на Земле, а также различных групп растений, животных, в том числе и человека на Земле.
2. Давать аргументированную оценку новой информации по биологическим вопросам.
3. Составлять элементарные схемы скрещивания и схемы переноса веществ и энергии в экосистемах.
4. Выявлять приспособления организмов к среде обитания, источники мутагенов в окружающей среде, антропогенные изменения в экосистемах своей местности.
5. Сравнить биологические объекты, природные экосистемы и агроэкосистемы, биологические процессы и делать выводы на основе сравнения.
6. Находить информацию о биологических объектах в различных источниках (учебных текстах, справочниках, научно-популярных изданиях, компьютерных базах данных, ресурсах Интернета) и критически ее оценивать.

Основные формы организации учебной деятельности:

1. занятие ознакомления с новым материалом;

2. занятие закрепления изученного материала;
3. занятие применения знаний и умений;
4. комбинированное занятие;
5. практикум.

Предложенная в рабочей программе система занятий направлена на формирование активной личности, мотивированной к самообразованию, обладающей достаточными навыками и психологическими установками к самостоятельному поиску, отбору, анализу и использованию информации. В ходе занятий особое внимание уделяется познавательной активности учащихся, их мотивированной работе в ходе учебной работе.

Для приобретения практических навыков и повышения уровня знаний обучающихся в рабочую программу включены лабораторные и практические работы.

Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения.

1. Технология исследовательского обучения.
2. Технологии проектного обучения.
3. Интегрированная технология обучения.
4. Технология использования ИКТ

Содержание программы 10 класс

№ п/п	Темы	Содержание
1	2	3
1	Введение	Биология как наука, методы исследования, связи с другими науками. Цитология на современном этапе развития науки
2	Световой и электронный микроскоп	Устройство, характеристика, основные принципы работы с ними. Строение эукариотических клетки на уровне световой микроскопии. Морфологическое разнообразие клеток
3	Микроскопическая техника и цитохимия	Этапы приготовления препаратов для световой микроскопии, взятие материала, приготовление временных препаратов. Изучение соответствующих препаратов под микроскопом
4	Клетка	Животная и растительная клетка. Структуры, общие для растительной и животной клеток (клеточные мембраны, транспорт через плазматическую мембрану, ядро, цитоплазма, эндоплазматический ретикулум, рибосомы, аппарат Гольджи, лизосомы, пероксисомы, микротрубочки, микрофиламенты, митохондрии). Структуры, свойственные растительным клеткам (клеточные стенки, плазмодесмы, вакуоли, пластиды).
5	Возможности электронной микроскопии	Изучение строения растительной клетки на электронно-микроскопическом уровне (по фотографиям)
6	Физиологические процессы в клетке	Плазмолемма, вакуоли, их строение и основные функции. Строение

		клеточной стенки, ее химический состав и основные функции. Физико-химические свойства протоплазмы и их изменения в жизненном цикле клетки. Регуляторные системы клетки
7	Размножение клетки	Митоз, мейоз, цитоплазматическая наследственность
	Итого	68 часов

Содержание программы 11 класс

№	Темы	Содержание
1	Цитология - наука о клетке	<ul style="list-style-type: none"> - Основные положения клеточной теории. Химический состав клетки. -Реализация генетической информации в клетке. -Решение биологических задач на комплементарность, транскрипцию, трансляцию. -Ферменты - биокатализаторы в клетке. Функции белков. -Структура и функции клетки. -Естественная классификация органического мира. -Прокариоты. Бактерии, археи. -Эукариоты. Сравнительная характеристика клеток растений, животных, грибов. -Вирусы - облигатные внутриклеточные

		<p>паразиты. -Решение биологических задач по цитологии.</p>
2	Обмен веществ	<p>-Метаболизм в клетке. Понятие о пластическом обмене. -Обеспечение клетки энергией. Основные этапы энергетического обмена. -Фотосинтез, его значение для жизни на Земле.</p>
3	Размножение и развитие организмов	<p>Основные способы размножения организмов. Бесполое размножение. -Половое размножение. -Индивидуальное развитие организмов. -Митоз и мейоз в сравнении.</p>
4	Основы генетики	<p>Закономерности наследственности. Решение задач по генетике. - Генетика человека. Наследственные болезни человека и их предупреждение. - Закономерности</p>

		<p>изменчивости.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Генетика как основа для селекции. Новейшие методы селекции. - Решение генетических задач повышенной сложности.
5	Эволюция	<ul style="list-style-type: none"> - Механизмы эволюционного процесса. Факторы эволюции по Ч.Дарвину. - Основные направления эволюции по Северцову. - тапы эволюции человека - антропогенеза. Роль социального фактора в эволюции человека.
6	Основы экологии	<ul style="list-style-type: none"> -Экологические факторы среды. Влияние антропогенного фактора на экосистемы. -Биогеоценоз. Экосистемы, свойства экосистем, смена экосистем. -Сравнительная характеристика естественных экосистем и агроценозов. -Решение экологических задач. -Структура и функции биосферы. Проблемы биосферы. -Зачет. Защита рефератов. Итоговое тестирование.

Учебно-тематический план 10 класс

№ п/п	Название модуля	Всего часов	Лекций	Лабораторные и практические работы
1	2	3	4	5
	Введение	5	5	
1	Световой микроскопии	4	3	1
2	Микроскопическая техника и цитохимия	8	6	2
3	Клетка	15	13	2
4	Возможности электронной микроскопии	5	5	
5	Физиологические процессы в клетке	12	6	6
6	Размножение клетки	10	7	3
7	Заключительные занятия	5	5	

8	Защита проектов	3	3	
9	Подведение итогов курса	1	1	
	Итого:	68	45	

Учебно тематический план 11 класс

№ п/п	Название модуля	Всего часов	Лекций	Лабораторные и практические работы
1	2	3	4	5
1	Цитология - наука о клетке	7	7	
2	Обмен веществ	10	5	5
3	Размножение и развитие организмов	10	5	5
4	Основы генетики	15	5	10
5	Эволюция	10	5	5
6	Основы экологии	10	8	2
7	Заключительные занятия	5	5	
8	Подведение итогов курса	1	1	
	Итого:	68	54	14

Календарно-тематическое планирование

№ п/п	Тема занятия	Требования к уровню подготовки	Оборудование ЦО «Точка роста»	Реализация воспитательного потенциала занятия
-------	--------------	--------------------------------	-------------------------------	---

1	2	3		4
1	Введение			Устанавливать доверительные отношения между учителем и учеником. Способствовать позитивному восприятию предмета (курса) Вовлекать обучающихся в процесс
2	Практическая работа. Устройство светового микроскопа	Знать устройство светового микроскопа. Уметь применять знания на практике	Микроскоп: Levenhuk Rainbow 50L PLUS, 1,3 Мпикс Микроскоп цифровой Ноутбук: Aquarius CMP NS685U R11	воспитания и обучения, мотивируя их познавательную, учебную, творческую активность на занятии. Повышать познавательную активность учащихся к обсуждаемой на занятии информации.
3	Практическая работа. Технология приготовления микропрепаратов. Микроскопическая техника и цитохимия.	Знать: - технологию приготовления препаратов ; - особенности и использования красителей		Повышать внимание обучающихся к проблеме занятия. Повышать культуру ответа обучающихся, повышать умение высказываться, обсуждать, дискутировать,
4	Лекция. Строение клетки. Отличие растительной клетки от животной	Знать: - структуры, общие для растительной и животной клеток (клеточные мембраны, транспорт через плазматиче		

		<p>скую мембрану, ядро, цитоплазма , эндоплазматический ретикулум, рибосомы, аппарат Гольджи, лизосомы, пероксисомы, микротрубочки, микрофиламенты, митохондрии);</p> <p>- структуры, свойственные растительным клеткам (клеточные стенки, плазмодесмы, вакуоли, пластиды)</p>		<p>вести монолог и диалог на занятии.</p> <p>Вовлекать обучающихся в процесс воспитания и обучения, мотивируя их познавательную, учебную, творческую активность на занятии.</p>
5	<p>Практическая работа.</p> <p>Оболочка клетки</p>	<p>Знать:</p> <p>растительные клетки в отличие от животных имеют клеточные оболочки.</p> <p>Уметь</p> <p>обнаружив</p>	<p>Микроскоп: Levenhuk Rainbow 50L PLUS, 1,3 Мпикс</p> <p>Микроскоп цифровой</p> <p>Ноутбук: Aquarius CMP NS685U R11</p>	

		ать клетчатку и лигнин в оболочке растительн ой клетки		
6	Практическая работа. Кристаллические включения в клетке	Уметь обнаружив ать кристаллы оксалата кальция в клетках чешуи лука и листьев алоэ		
7	Практическая работа. Запасные вещества в клетке	Уметь обнаружив ать крахмал в клубнях картофеля, белок в семени гороха, жиры в семенах подсолнечн ика	Микроскоп: Levenhuk Rainbow 50L PLUS, 1,3 Мпикс Микроскоп цифровой Ноутбук: Aquarius CMP NS685U R11	
8 – 9	Лекция. Транспорт веществ в клетке	Знать: - активный и пассивный транспорт в клетке; - значение воды и различных ионов в транспорте веществ		

		<p>через мембрану;</p> <p>- значение цитоплазмы в жизни клетки</p>	
10	<p>Практическая работа.</p> <p>Явление плазмолиза и деплазмолиза</p>	<p>Знать:</p> <p>явление плазмолиза и деплазмолиза за возможны только в живой клетке. Это явление обеспечивается полупроницаемостью мембраны клетки.</p> <p>Уметь</p> <p>выполнять опыты, используя умения и навыки по проведению эксперимента</p>	<p>Микроскоп: Levenhuk Rainbow 50L PLUS, 1,3 Мпикс</p> <p>Микроскоп цифровой Ноутбук: Aquarius CMP NS685U R11</p>
11	<p>Практическая работа.</p> <p>Вязкость цитоплазмы</p>	<p>Уметь</p> <p>сравнивать вязкость цитоплазмы разных клеток, используя эксперимент</p>	<p>Микроскоп: Levenhuk Rainbow 50L PLUS, 1,3 Мпикс</p> <p>Микроскоп цифровой Ноутбук: Aquarius CMP NS685U R11</p>

12	<p>Практическая работа.</p> <p>Движение цитоплазмы</p>	<p>Уметь экспериментально определять движение цитоплазмы по двигающимся пластидам</p>	<p>Микроскоп: Levenhuk Rainbow 50L PLUS, 1,3 Мпикс Микроскоп цифровой Ноутбук: Aquarius CMP NS685U R11</p>	
13	<p>Практическая работа.</p> <p>Тургорное состояние клетки</p>	<p>Знать, что такое тургорное состояние клетки</p> <p>Уметь применять свои знания на практике при выращивании растений</p>	<p>Микроскоп: Levenhuk Rainbow 50L PLUS, 1,3 Мпикс Микроскоп цифровой Ноутбук: Aquarius CMP NS685U R11</p>	
14	<p>Практическая работа.</p> <p>Осмотическое давление в клетке</p>	<p>Уметь определять величину осмотического давления в клетке, используя математические знания, технологию проведения опыта</p>	<p>Микроскоп: Levenhuk Rainbow 50L PLUS, 1,3 Мпикс Микроскоп цифровой Ноутбук: Aquarius CMP NS685U R11</p>	
15	<p>Практическая работа.</p>	<p>Знать, что сосущая</p>	<p>Микроскоп: Levenhuk Rainbow 50L</p>	

	Сосущая сила клетки	сила клетки зависит насыщения клетки водой. Уметь применять данные знания на практике	PLUS, 1,3 Мпикс Микроскоп цифровой Ноутбук: Aquarius CMP NS685U R11	
16	Лекция. Возможности электронной микроскопии	Знать особенности и электронно й микроскопии, ее возможности		
17	Лекция. Особенности размножения клетки	Знать особенности и размножения эукариотических и прокариотических клеток Уметь применять данные знания на практике (на рисунках, схемах и живых объектах)		

17	Защита проектов	Уметь подводить итоги своих знаний в виде творческих работ		
----	-----------------	--	--	--

Учебное оборудование для проведение практических и лабораторных работ:

Оборудование кабинета:	Общее количество	Кабинет №7 (химия, биология)
<p>Ноутбук:</p> <p>Aquarius CMP NS685U R11</p> <p>Установленная операционная система: Astra Linux</p> <p>Установленный пакет офисного программного обеспечения:</p> <p>Libreoffice</p> <p>Р7-офис</p>	+5	+3 шт
<p>ЦУЛ Биология:</p> <p>Мультидатчик с встроенными датчикам:</p> <p>Датчик относительной влажности;</p> <p>-Датчик освещенности;</p> <p>-Датчик уровня pH;</p> <p>-Датчик температуры исследуемой среды;</p> <p>-Датчик температуры окружающей среды.</p>	+4	+4
<p>Микроскоп:</p> <p>1. Levenhuk Rainbow 50L PLUS, 1,3 Мпикс –</p>	+4	+4

<p>Зштуки 2. Микроскоп цифровой – 1 шт.</p>		
--	--	--

Литература

1. *Викторов, Д. П.* Малый практикум по физиологии растений / Д. П. Викторов. – М.: Высшая школа, 1969.
2. *Генкель, П. А.* Микробиология с основами вирусологии / П. А. Генкель. – М.: Просвещение, 1974.
3. *Генкель, П. А.* Физиология растений / П. А. Генкель. – М.: Просвещение, 1995.
4. *Генкель, П. А.* Физиология растений (факультативный курс) / П. А. Генкель. – М.: Просвещение, 1994.
5. *Жизнь растений:* в 6 т.; Т. 1, 2, 3. – М.: Просвещение, 1974; 1976; 1977.
6. *Курсанов, Л. И.* Ботаника: Т. 1. Анатомия и морфология растений / Л. И. Курсанов и др. – М.: Просвещение, 1966.
7. *Травкин, М. П.* Занимательные опыты с растениями / М. П. Травкин. – М.: Учпедгиз, 1960.
8. *Черемисининов, П. А.* Практикум по микробиологии / П. А. Черемисининов, Л. И. Боева, О. А. Семихатова. – М.: Высшая школа, 1997.

Приложение

ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ИСКУССТВЕННАЯ «КЛЕТОЧКА ТРАУБЕ»

Цель: ознакомить учащихся на искусственной модели «клеточке Траубе» - со свойствами полупроницаемости перепонки из гексацианоферрата (2) меди, которая является грубой моделью цитоплазмы.

Оборудование: 0,5 М. раствор сульфата меди, кристаллик гексацианоферрата (2) калия (желтой кровяной соли), пробирки, штатив для пробирки, нитки.

Краткое теоретическое пояснение.

Ознакомиться со свойством, характерной для живой цитоплазмы, можно на искусственной модели – «клеточке Траубе», полученной путем взаимодействия желтой кровяной соли с сульфатом меди: при взаимодействии гексацианоферрата (2) калия с сульфатом меди возникает полупроницаемая перепонка гексацианоферрата (2) меди. Перепонка проницаема для воды, но непроницаема для солей.

Ход работы

В пробирку наливают на 1/3 объема 0,5 М. раствор сульфата меди. На дно пробирки на нитке опускают кристаллик гексацианоферрата (2) калия. На поверхности кристалла образуется пленочка из гексацианоферрата (2) меди. Возникает искусственная «клеточка Траубе». Концентрация гексацианоферрата (2) калия внутри этой клеточки будет выше, чем

сульфата меди в растворе. По законам осмоса, вода будет поступать через перепонку в клетку. Это приведет к возрастанию гидростатического давления внутри клетки и разрыву непрочной пленки из гексацианоферрата (2) меди. На месте разрыва сульфат меди взаимодействует с гексацианоферратом (2) калия и снова образуется полупроницаемая перепонка и т. д. Наблюдается рост «клеточки».

Вывод. Перепонка из гексацианоферрата (2) меди обладает полупроницаемостью, то есть проницаема для воды, но непроницаема для растворенных в воде веществ, вследствие этого наблюдается рост искусственной «клеточки».

Контрольные вопросы.

1. Как получить искусственную «клеточку Траубе»?
2. Каким свойством обладает перепонка из гексацианоферрата (2) меди?

Явление плазмолиза и деплазмолиза

Цель: убедиться на опыте, что цитоплазма живой клетки эластична, полупроницаема и способна плазмолизироваться.

Оборудование: луковица с темно-фиолетовой окраской сочной чешуи, 1 М. раствор нитрата калия или хлорида натрия или сахарозы, микроскоп и комплект оборудования для работы с ним: предметные покровные стекла, препаровальные иглы, лезвие безопасной бритвы, стеклянная палочка, стакан с водой, полоски фильтровальной бумаги, скальпель, пинцет, салфетка.

Краткое теоретическое пояснение.

В живой клетке цитоплазма эластична и полупроницаема. При потере воды объем цитоплазмы уменьшается, а при поступлении воды увеличивается до первоначального. Это свойство позволяет клеткам переносить временное обезвоживание и поддерживать постоянство своего состава.

Со свойствами эластичности и полупроницаемости можно ознакомиться на опыте с плазмолизом и деплазмолизом.

Плазмолиз – искусственно вызываемое отставание цитоплазмы от оболочки клетки.

Деплазмолиз – исчезновение плазмолиза. В качестве плазмолитиков – веществ, растворы которых вызывают плазмолиз, - используют неядовитые вещества, слабо проникающие через цитоплазму в вакуоль.

Плазмолиз можно вызвать, погружая клетку в раствор соли или сахара, концентрация которого выше концентрации клеточного сока (гипертонический раствор). Если бы цитоплазма была проницаемой, то происходило бы выравнивание концентраций клеточного сока и гипертонического раствора путем диффузного перемещения воды и растворенных веществ из клетки в раствор и обратно. Однако цитоплазма, обладая свойством полупроницаемости, не пропускает внутрь клетки, растворенные в воде вещества. Напротив, только вода, согласно законам осмоса, будет высасываться гипертоническим раствором из клетки, то есть передвигаться через полупроницаемую цитоплазму. Объем вакуоли уменьшится. Цитоплазма в силу эластичности следует за сокращающейся вакуолью и отстает от оболочки клетки сначала в уголках, затем во многих местах с образованием вогнутых поверхностей (вогнутый плазмолиз), и, наконец, протопласт принимает округлую форму (выпуклый плазмолиз). При погружении плазмолизированной клетки в воду или гипотонический раствор наблюдается деплазмолиз.

Ход работы

1. Наблюдение явления плазмолиза.

Лезвием безопасной бритвы делают тонкий срез с выпуклой стороны сочной чешуи лука. (Можно взять кожицу с вогнутой стороны чешуи лука, которая очень легко снимается. Однако клеточный сок этих клеток не содержит антоциана, поэтому вакуоли будут бесцветны).

Срез помещают на предметное стекло в каплю воды, накрывают покровным стеклом и рассматривают при малом и большом увеличении микроскопа клетки с окрашенным клеточным соком, обращая внимание на клеточную оболочку, цитоплазму, ядро и вакуоль.

Затем на препарате заменяют воду на раствор соли или сахара. Для этого с одной стороны возле покровного стекла помещают каплю 1 М. раствора нитрата калия. С противоположной стороны фильтровальной бумажкой оттягивают воду из-под покровного стекла. Таким образом, на место воды под покровное стекло поступает раствор. Эту процедуру проделывают 2 – 3 раза для полной замены воды раствором. Спустя 5 – 10 мин наблюдают плазмолиз.

2. Наблюдение явления деплазмолиза.

На плазмолизированном микропрепарате производят замену раствора нитрата калия чистой водой с помощью фильтровальной бумажки. Наблюдают за изменениями в клетках, ведущему к деплазмолизу.

3. Выявление неспособности к плазмолизу мертвых клеток.

Способностью к плазмолизу обладают только живые клетки. Чтобы убедиться в этом, готовят новый препарат. Срез чешуи лука помещают в большую каплю воды на предметное стекло и убивают клетки нагреванием препарата на пламени спиртовки (нагревать следует осторожно, не допуская полного испарения воды). Препарат охлаждают, воду отстаивают фильтровальной бумажкой, наносят на срез каплю 1 М. раствора нитрата калия и накрывают покровным стеклом. Препарат рассматривают под микроскопом. Плазмолиза не происходит.

Выводы.

1. Цитоплазма эластична, вследствие этого она способна в гипертоническом растворе отставать от оболочки клетки, а в гипотоническом вновь восстанавливать первоначальное положение.
2. Цитоплазма полупроницаема: пропускает воду и не пропускает растворенные в ней вещества.
3. Плазмолиз и деплазмолиз можно наблюдать только в живых клетках.

Контрольные вопросы:

1. Что такое плазмолиз?
2. Что такое деплазмолиз?
3. Какие формы плазмолиза вы знаете?
4. О каких свойствах цитоплазмы можно говорить, изучая плазмолиз?
5. Способны ли плазмолизироваться мертвые клетки?

Вязкость цитоплазмы

Цель: сравнить вязкость цитоплазмы клеток лука и элодеи.

Оборудование: веточки элодеи (валлиснерии или мха сфагнума), луковица с темно-фиолетовой окраской сочной чешуи, 0,8 М. раствор сахарозы, микроскоп, часы.

Краткое теоретическое пояснение.

Вязкость – одно из важных свойств цитоплазмы. Она зависит от степени дисперсности и гидратации коллоидов, от содержания воды в клетке. Это свойство цитоплазмы тесно

связано с обменом веществ: чем выше вязкость, тем обычно менее интенсивно идет обмен. Высокая вязкость цитоплазмы способствует усилению устойчивости растений к действию на них высоких температур. Вязкость неодинакова в клетках различных растений и клетках разного возраста, в клетках растений разных мест обитания. Сравнить вязкость цитоплазмы клеток различных растительных объектов можно путем определения времени плазмолиза. Промежуток времени от момента погружения клеток в гипертонический раствор до появления выпуклого плазмолиза называют *временем плазмолиза*. Время плазмолиза зависит от вязкости цитоплазмы: чем меньше вязкость цитоплазмы, тем легче она отстает от оболочки, тем быстрее наступает выпуклый плазмолиз, следовательно, меньше время плазмолиза.

Ход работы

Лист элодеи помещают на предметное стекло в каплю 0,8 М. раствора сахарозы, накрывают покровным стеклом, замечают время и сразу же приступают к рассматриванию препарата под микроскопом. Когда наступает выпуклый плазмолиз, снова отмечают время. Точно так же поступают с другим объектом, то есть с кожицей лука. Полученные результаты заносят в таблицу.

Результаты опыта

Название растений	Время погружения объекта в раствор	Время наступления выпуклой формы плазмолиза	Время плазмолиза
Элодея Лук			

Вывод. Вязкость цитоплазмы в клетках различных растений неодинакова.

Контрольный вопрос:

- Что называют временем плазмолиза?

Движение цитоплазмы

Цель: обнаружить движение цитоплазмы в клетках листа элодеи.

Оборудование: веточки элодеи (валлиснерии, мха или волоски с тычиночных нитей традесканции), микроскоп, термометр, химические стаканы на 200 мл, электролампа в 200 Вт.

Краткое теоретическое пояснение.

Одним из свойств цитоплазмы является ее *движение*. Оно обеспечивает взаимодействие всех органелл клетки. Скорость движения зависит от возраста клетки и температуры. Обнаружить движение цитоплазмы можно по перемещению в ней хлоропластов. Обычно трудно наблюдать движение цитоплазмы в клетках элодеи, если она содержится в аквариумах при недостаточном освещении и низкой температуре воды, так как в этих условиях все жизненные процессы в клетках идут замедленно. Чтобы опыт прошел успешно, следует его заранее подготовить. Для этого веточку элодеи нужно выдержать в воде при температуре +25 ... +28 °С на ярко освещенном окне или под электролампой в 200 Вт в течение 30 мин.

Ход работы

Для наблюдения за движением цитоплазмы берут лист элодеи, выдержанный на ярком свету, помещают его в каплю воды на предметное стекло, накрывают покровным стеклом и рассматривают препарат под микроскопом. Выбирают участок листа около средней жилки, так как в расположенных здесь клетках содержится меньше хлоропластов, что облегчит наблюдение за движением.

Вывод. Цитоплазма в клетках движется, что видно по перемещению хлоропластов.

Контрольный вопрос:

- Почему в старых клетках хлоропласты двигаются медленно, а молодых – по всем направлениям?

Проницаемость живой и мертвой цитоплазмы

Цель: убедиться, что цитоплазма проницаема только в живой клетке, а в убитой клетке цитоплазма проницаема, то есть свободно пропускает клеточный сок.

Оборудование: корнеплод красной столовой свеклы, хлороформ, 30 %-ный раствор уксусной кислоты, 50 %-ный раствор спирта, штатив с пробирками, кристаллизатор, нож или скальпель, мензурка на 10 – 25 мл, спички, спиртовка или электроплитка, газовая горелка.

Краткое теоретическое пояснение.

Цитоплазма живой клетки обладает полупроницаемостью и поэтому способна задерживать клеточный сок, находящийся в вакуоли. Полупроницаемость цитоплазмы обусловлена особым строением ее пограничных слоев – плазмолеммы и тонопласта, представляющих собой белково-липидные мембраны.

Если клетку убить высокой температурой или ядовитыми веществами, то структура цитоплазмы изменится, и она станет проницаемой. В этом случае клеточный сок свободно выходит из клетки. Для данного опыта необходимо использовать растительные объекты с окрашенным клеточным соком, например красную столовую свеклу.

Ход работы

Из очищенной свеклы нарезают 5 одинаковых кубиков объемом 1 см³ и тщательно промывают их водопроводной водой, чтобы удалить окрашенный клеточный сок, вытекающий из поврежденных клеток. Затем в 5 пробирок помещают по кубику свеклы. В первую пробирку (контрольную) наливают на 1/3 холодной воды. Во вторую пробирку наливают столько же воды и кипятят ее в течение 1 мин, после чего горячую воду сливают, кубик промывают и снова заливают холодной водой. В третью пробирку наливают 10 мл воды и 6 капель хлороформа; в четвертую – 10 мл 30 %-ного раствора уксусной кислоты, а пятую 10 мл 50 %-ного раствора спирта. Все пробирки оставляют стоять в штативе на 1 ч. Затем отмечают окраску жидкости в каждой пробирке и объясняют полученные результаты.

Выводы.

1. Цитоплазма живой клетки обладает полупроницаемостью. Она не пропускает и вакуоли клеточный сок с красящим веществом (пигментом антоцианом).
2. Цитоплазма, убитая действием высокой температуры или ядовитыми веществами, становится проницаемой. Пигмент клеточного сока легко выходит из клетки, и жидкость в пробирках окрашивается.

Контрольные вопросы

1. Что такое полупроницаемость?
2. Почему из убитой клетки легко вытекает клеточный сок?
3. Какими способами можно убить клетку?

Колпачковый плазмолиз

Цель: убедиться, что в цитоплазму могут избирательно поступать некоторые растворенные в воде вещества.

Оборудование: луковица с темно-фиолетовой окраской сочной чешуи, 1 М. раствор роданида калия, микроскоп.

Краткое теоретическое пояснение.

Цитоплазма, обладающая свойством полупроницаемости, при определенных условиях способна избирательно пропускать и задерживать некоторые растворенные в воде вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности клетки, для обменных реакций, протекающих в ней.

В этом мы можем убедиться на опыте с колпачковым плазмолизом. Суть данного явления заключается в следующем. При действии на клетку гипертонического раствора роданида калия в первый момент наблюдается выпуклый плазмолиз. Затем постепенно на краях сжавшегося протопласта появляются колпачки, представляющие собой разбухшую мезоплазму. Изменения в мезоплазме произошли вследствие проникновения через плазмалемму и поступления в мезоплазму ионов роданида калия. Они роданида калия вызывают усиление гидратации коллоидов, что приводит к увеличению объема мезоплазмы. Дальнейшее проникновение ионов роданида калия в вакуоль ограничено тонопластом (внутренним слоем цитоплазмы).

Ход работы

На предметное стекло в каплю 1 М. раствора роданида калия помещают тонкий срез чешуи лука. Под микроскопом наблюдают плазмолиз. Через некоторое время на полюсах плазмолизированного протопласта появляются бесцветные колпачки набухшей цитоплазмы.

Вывод. Колпачковый плазмолиз свидетельствует о проникновении ионов роданида калия в цитоплазму.

Контрольные вопросы:

1. Какой плазмолиз называют колпачковым?
2. Какой слой цитоплазмы более проницаем – плазмолемма или тонопласт?

Поступление веществ в вакуоль и их накопление

Цель: установить, что растворенные в воде вещества, проходя через цитоплазму, могут поступать в вакуоль и накапливаться в ней.

Оборудование: луковичка неокрашенного лука, водный раствор краски – нейтральный красный (1 : 5000), 1 М, раствор роданида калия, микроскоп.

Краткое теоретическое пояснение.

Предыдущий опыт показал, что растворенные в воде вещества могут поступать в цитоплазму и задерживаться в ней вследствие низкой проницаемости тонопласта. Однако тонопласт не является абсолютно непроницаемой мембраной для ионов. Некоторые вещества могут проходить через все слои цитоплазмы, проникать в вакуоль и накапливаться в ней. В жизни растения это имеет важное значение, так как накопление растворимых в воде веществ в вакуолях повышает концентрацию клеточного сока, что приводит к увеличению осмотической силы клетки и способствует поступлению в нее воды.

Ход работы

1. Подготовка опыта.

Опыт ставят в сутки до занятий. Сосуд (объемом не менее 1 л) наполняют раствором красителя нейтрального красного цвета очень низкой концентрации (1 : 5000). (Одна капля раствора должна быть почти бесцветной, хотя в сосуде раствор окрашен в красный цвет.) В этот раствор погружают бесцветную кожицу лука, снятую с вогнутой стороны сочной чешуи. Краситель постепенно проникает в клетки, и через сутки кожица окрашивается в малиновый цвет.

2. Рассмотрение окрашенных клеток.

По истечении указанного срока кожицу вынимают из раствора, готовят препарат, его рассматривают под микроскопом и убеждаются, что клетки окрашены.

3. Получение колпачкового плазмолиза.

Берут окрашенную кожицу лука и готовят препарат в капле 1 М. раствора роданида калия. Возникает колпачковый плазмолиз, показывающий, что клетки живые и что краситель проник в вакуоль и накопился в ней, так как вакуоль ярко окрашена, а колпачки цитоплазмы остались бесцветными.

Выводы.

1. Растворенные в воде вещества могут поступать в вакуоль и накапливаться в ней.
2. Накопление краски в вакуолях указывает на избирательную проницаемость цитоплазмы.

Контрольный вопрос:

- Каким образом можно показать, что растворенные в воде вещества могут проходить через три слоя цитоплазмы?

Тургорное состояние клеток

Цель: выяснить зависимость тургорного состояния от количества воды в клетках (на примере клубня картофеля).

Оборудование: клубень картофеля, 1 М. раствор хлорида натрия, пробирки, линейка, фильтровальная бумага, нож или скальпель.

Краткое теоретическое пояснение.

Тургор – напряженное состояние клеточной оболочки. Он зависит от содержания воды в клетках. Уменьшение количества воды в клетках ведет к понижению тургора; растения становятся вялыми (увядшими).

Тургор играет большую роль в жизни растений. Он обуславливает упругость клеток и тканей взрослых растений, проростков, поддерживает листья и другие органы растения в тургесцентном состоянии и обеспечивает определенное расположение в пространстве.

Ход работы

И мякоти клубня картофеля вырезают два одинаковых брусочка размером $50 \times 5 \times 5$ (мм) и точно измеряют их длину. Брусочек картофеля, находившийся в растворе хлорида натрия, стал короче и менее упругим, так как его клетки потеряли тургор вследствие вытягивания воды гипертоническим раствором. Брусочек, находившийся в воде, остался в тургесцентном состоянии и стал немного длиннее вследствие того, что количество воды в клетках увеличилось за счет всасывания ее извне.

Вывод. Тургорное состояние зависит от количества воды в клетках.

Контрольные вопросы:

1. Почему в жаркие летние дни листья, например огурцов, увядают?
2. Какое значение для растений имеет тургор?

Осмотическое давление в клетке

Цель: определить величину осмотического давления клеточного сока в клетках кожицы лука и листа элодеи методом плазмолиза.

Оборудование: луковица с темно-фиолетовой окраской сочной чешуи, листочки элодеи, 1 М. раствор сахарозы или хлорида натрия, микроскоп, стеклянные бюксы с крышками, пипетка на 10 мл с делениями, часы, карандаш по стеклу, термометр комнатный.

Краткое теоретическое пояснение.

Осмотическое давление – явление, которое обусловлено наличием разделяющей растворы полупроницаемой перепонки. У растворов, не разделенных полупроницаемой перепонкой, осмотическое давление не проявляется. Такие растворы обладают лишь

определенным осмотическим потенциалом, величина которого зависит от концентрации осмотически активных веществ.

Осмотическое давление, развиваемое водным раствором какого-либо вещества, отделенным от воды полупроницаемой перепонкой, пропорционально количеству вещества, содержащегося в единице объема растворителя. Следовательно, для того, чтобы получить представление о величине осмотического потенциала какого-либо раствора, нужно определить в нем концентрацию растворенного вещества.

В растительной клетке роль полупроницаемой перепонки выполняет вся цитоплазма и в особенности ее пограничные слои.

Осмотическим процессам принадлежит важная и разносторонняя роль в жизнедеятельности растительного организма. С этими процессами непосредственно связаны функции поглощения растением воды. Осмотическое давление клеточного сока является в известной степени регулятором передвижения воды по растению, факторов распределения воды между отдельными организмами. Оно составляет основу тургора, благодаря которому нежные, богатые водой ткани растения способны сохранять определенную форму и обладают упругостью и эластичностью. Высокая концентрация клеточного сока понижает температуру замерзания тканей, что имеет серьезное значение для уровня холодоустойчивости растений. С осмотическими процессами тесно связаны такие сложные физиологические явления, как рост, движение растений.

Величина осмотического давления находится в тесной зависимости от возраста органа и условий внешней среды. Например, у мезофитных растений она колеблется чаще всего от 500 до 1000 кПа; у растений, произрастающих на засоленных почвах или в сухих местообитаниях, осмотическое давление достигает 6000 – 10 000 кПа; у растений пресных водоемов – 100 – 300 кПа.

При определении осмотического давления клеточного сока пользуются *методом плазмолиза*, который основывается на присущем цитоплазме свойстве полупроницаемости. Если клетку поместить в раствор какого-либо вещества, концентрация которого превышает концентрацию клеточного сока, то в силу малой проницаемости цитоплазмы это вещество не сможет войти в клетку, но будет вытягивать из него воду. Потеря клеткой воды ведет за собой уменьшение объема цитоплазмы, отставание ее от клеточных стенок, то есть плазмолиз. Раствор, при погружении в который цитоплазма клетки только начинает отходить от клеточных стенок, является изотоническим по отношению к данной клетки, то есть концентрация его примерно равна концентрации осмотически активных веществ в данной клетке.

Таким образом, *величина осмотического давления раствора прямо пропорциональна его концентрации, температуре и определяется по формуле $p = iCRT$.*

Наиболее удобными объектами для изучения осмотического давления являются ткани, содержащие в клеточном соке антоциан, или ткани, имеющие хлоропласты.

Ход работы

1. Готовят 100 мл 1 М. раствора сахарозы или хлорида натрия. Из этого исходного раствора соответствующим разбавлением готовят и наливают бюксы по 10 мл растворов следующих концентраций: 0,9 М.; 0,7 М.; 0,5 М.; 0,3 М.; 0,1 М.

Для отмеривания соответствующих количества раствора и воды нужно пользоваться пипеткой с делениями. Приготовленные растворы в бюксах ставят в ряд по убывающей концентрации (необходимые обозначения делают карандашом по стеклу).

2. С выпуклой стороны сочной чешуи окрашенного лука делают 10 тонких срезов размером 5 мм^2 . В каждый раствор, начиная с самой высокой концентрации, помещают по два среза. После 20-минутного пребывания срезов в растворах их исследуют под микроскопом. Препарат готовят в капле того раствора, в котором находится срез. Результаты опыта фиксируют.

В клетках срезов, находящихся в растворах более высокой концентрации, чем концентрация клеточного сока, наблюдается плазмолиз. Растворы менее высокой концентрации по сравнению с концентрацией клеточного сока плазмолиза не вызывают. И только в срезах, погруженных в раствор, являющийся изотоническим по отношению к данной клетке, наблюдается начало плазмолиза. Осмотическое давление такого раствора, лишь немного превышающее осмотическое давление клеточного сока, обычно и считают равным последнему.

3. *Расчет производят следующим образом.* Предположим, что в 0,3 М. раствор хлорида натрия был начальный плазмолиз (отставание цитоплазмы происходит лишь в углах клетки), а в 0,1 М. раствора плазмолиза не было. Следовательно, осмотическое давление 0,3 М. раствора выше осмотического давления клеточного сока, а осмотическое давление 0,1 М. раствора ниже осмотического давления клеточного сока или равно ему. С известным приближением можно считать осмотическое давление клеточного сока равным осмотическому давлению раствора, концентрация которого есть среднее арифметическое между концентрациями 0,3 М., 0,1 М. растворов, то есть 0,2 М. раствора.

Подставляем числовые значения в формулу: $p = iCRT$, где

p – осмотическое давление в килопаскалях;

i – изотонический коэффициент (для хлорида натрия равный 1,5, для сахарозы – равный 1);

C – концентрация внешнего раствора в молях, равная концентрации клеточного сока;

R – газовая постоянная равная 0,082;

T – абсолютная температура, равная $-273 \text{ }^\circ\text{C} + \text{комнатная температура}$.

В нашем примере осмотическое давление p будет равно:

$$1,5 - 0,2 - 0,082 (273 + 23) = 7,28 \text{ (атм)} = 728 \text{ (кПа)}.$$

Рекомендуем для сравнения параллельно с определением осмотического давления клеточного сока в клетках чешуи лука произвести определение осмотического давления клеточного сока в клетках листа элодеи.

Вывод. Осмотическое давление в клетках кожицы лука составляет 728 кПа.

Контрольный вопрос:

- В клетках каких растений осмотическое давление клеточного сока выше – у растущих на солончаках или у растений незасоленных почв; у выросших в тенистом влажном месте или у растущих в степи? Как объяснить эти различия?

Сосущая сила клетки

Цель: определить величину сосущей силы клеток клубня картофеля.

Оборудование: клубень картофеля, 1 М. раствор хлорида натрия, пипетка на 10 мл с делениями, бумага фильтровальная, пробирки с пробками, нож, пинцет, карандаш по стеклу, линейка, термометр комнатный, штатив для пробирок.

Краткое теоретическое пояснение.

Силу, с которой вода поступает в клетку, называют *сосущей силой*. Она определяется разностью между осмотическим и тургорным давлением ($S = p - T$, где S – сосущая сила, p – осмотическое давление, T – тургор).

Величина сосущей силы не является постоянной, она меняется в зависимости от насыщенности клетки водой. При полной потере клеткой тургора сосущая сила будет равна всей величине осмотического давления, а при полном насыщении клетки водой она будет равна нулю.

Сосущая сила имеет большое значение в жизни растений. Благодаря сосущей силе происходит поступление воды в растение и передвижение ее из клетки в клетку.

Простейший метод определения сосущей силы основан на подборе раствора такой концентрации, сосущая сила которого равна сосущей силе клеток. Определить это можно следующим образом. При погружении полоски исследуемой ткани, например картофеля, в раствор, сосущая сила которого больше сосущей силы клеток, размеры полоски уменьшаются. Если сосущая сила клеток больше сосущей силы раствора, то клетки всасывают воду и увеличиваются в объеме. При равенстве сосущей силы клеток и раствора размеры клеток остаются без изменений. Зная концентрацию этого раствора, можно определить сосущую силу по формуле:

$$S (\text{раствора}) = p; p = iCRT. \text{ Следовательно, } S = iCRT.$$

Ход работы

1. Готовят 100 мл 1 М. раствора хлорида натрия. Из этого исходного раствора готовят по 10 мл растворов следующих концентраций: 0,8 М.; 0,6 М.; 0,4 М.; 0,2 М. и вода. Растворы выливают в пробирки, пометив молярность. Из клубня картофеля нарезают 10 одинаковых полосок размером $40 \times 5 \times 5$ (мм). Тщательно измеряют длину всех полосок, а данные измерений заносят в таблицу.

Результаты

Концентрация раствора (М)	Длина полоски (см)		Изменение длины полоски (см)
	До погружения в раствор	После погружения в раствор	

2. В каждую пробирку помещают по две полоски картофеля. Через 20 – 30 мин после погружения полосок в растворы их вынимают, обсушивают фильтровальной бумагой и снова измеряют. Результаты измерений заносят в таблицу.
3. По полученным цифрам определяют концентрацию раствора, сосущая сила которого равна сосущей силе клеток клубня картофеля. Допустим, длина полоски не изменилась в 0,2 М. растворе. Значит, этот раствор имеет такую же сосущую силу, как клетки клубня картофеля. Сосущую силу можно рассчитать по формуле: $S = iCRT$, то есть $1,5 - 0,2 - 0,082 - (273 + 23) = 7,28 \cdot (\text{атм}) = 728$ (кПа).

Вывод. Сосущая сила клеток клубня картофеля составляет 728 кПа.

Контрольные вопросы:

1. Клетка находится в состоянии полного насыщения водой. Осмотическое давление клеточного сока равно 800 кПа. Чему равны сосущая сила и тургорное давление этой клетки?
2. Две живые клетки соприкасаются друг с другом. Куда пойдет вода, если у первой клетки осмотическое давление клеточного сока равно 1000 кПа и тургорное

давление равно 600 кПа, а у второй клетки соответствующие показатели составляют 1500 и 1200 кПа?

3. Какие листья быстрее вянут при почвенной засухе – верхние или нижние? С чем это связано?

Оболочка клетки

Цель: обнаружить клетчатку и лигнин в оболочке растительной клетки.

Оборудование: фиксированные отрезки стебля льна, тыквы, незрелые плоды груши, черемухи, рябины, 33 %-ный раствор серной кислоты, серноокислый анилин, перманганат калия, 1 %-ный раствор флороглюцина, аммиак, концентрированная соляная кислота, 1 %-ный раствор соляной кислоты, раствор йода в йодиде калия (раствор Люголя), часовое стекло, микроскоп.

Краткое теоретическое пояснение.

Растительные клетки в отличие от животных имеют целлюлозную оболочку. Она является продуктом жизнедеятельности клетки. Оболочка необходима для защиты клетки от механических повреждений, проникновения микроорганизмов и т.д.

Оболочки клеток растений в молодом возрасте состоят главным образом из пектина и клетчатки. С возрастом оболочки утолщаются, пропитываются лигнином и одревесневают. Одревеснение характерно в основном для оболочек клеток механической и проводящей тканей.

Клетчатку и лигнин можно обнаружить качественными цветными реакциями.

Ход работы

1. Обнаружение клетчатки.

Берут отрезки стебля льна, отделяют препаровальными иглами лубяные волокна, представляющие собой, удлиненные клетки с утолщенной целлюлозной оболочкой, друг от друга и помещают их на предметное стекло в каплю раствора Люголя.

Через 1 – 2 мин переносят лубяные волокна на другое предметное стекло в каплю 33 %-ного раствора серной кислоты и накрывают волокна покровным стеклом.

Препарат рассматривают при малом увеличении микроскопа. Волокна окрасились в синий цвет, так как разбавленная серная кислота превращает клетчатку в амилоид, который, как и крахмал, окрашивается йодом в синий цвет.

2. Обнаружение лигнина.

Лигнин можно обнаружить с помощью нескольких реактивов: перманганата калия, раствора флороглюцина или серноокислого анилина.

Готовят тонкий поперечный срез стебля взрослого растения тыквы и помещают его на часовое стекло в каплю раствора перманганата калия на 5 мин. По истечению указанного времени срез промывают в воде, а затем в 1 %-ном растворе соляной кислоты в течение 2 мин. Срез переносят на предметное стекло в каплю раствора аммиака, накрывают покровным стеклом и рассматривают препарат под микроскопом. Одревесневшие оболочки окрашиваются в красный цвет.

При обнаружении лигнина 1 %-ным раствором флороглюцина микропрепарат помещают на предметное стекло в каплю этого раствора, а затем наносят каплю концентрированной (дымящейся) соляной кислоты. Одревесневшие оболочки клеток незрелых плодов груши, рябины или черемухи. Для этого кусочек плода тщательно растирают и небольшое количество растертой массы помещают на предметное стекло в каплю одного из вышеуказанного реактивов.

Вывод. Оболочки клеток стебля льна состоят из клетчатки, а клеточные оболочки стебля тыквы содержат лигнин.

Контрольные вопросы:

1. Какими реактивами можно обнаружить клетчатку, лигнин?
2. Какое значение в жизни растения имеет одревеснение оболочки клеток?

Кристаллические включения в клетке

Цель: обнаружить кристаллы оксалата кальция в клетках чешуи лука и листьев алоэ.

Оборудование: луковича репчатого лука, листа алоэ, раствор глицерина, разбавленный водой в 10 – 15 раз, пробирки, микроскоп.

Краткое теоретическое пояснение.

В клетках растений в процессе их жизнедеятельности часто откладываются различные кристаллы оксалата кальция и реже – карбоната кальция и кремнезема.

Кристаллы оксалата кальция возникают таким путем. В процессе обмена веществ в клетках постоянно образуется щавелевая кислота, которая в больших концентрациях токсична для протопласта. В то же время в клетки поступают из почвы ионы кальция, избыток которых при взаимодействии со щавелевой кислотой образует нерастворимый оксалат, безвредный для протопласта.

Ход работы

1. Обнаружение кристаллов в клетках сухой чешуи лука.

Нарезают мелкими кусочками наружные бурые чешуи лука и выдерживают их в течение 5 – 7 суток в растворе глицерина, разбавленном в 10 – 15 раз водой, для удаления воздуха из мертвых клеток. Воздух удаляется быстрее, если кусочки чешуи прогреть в таком же водном растворе глицерина. Для исследования берут тонкий маленький кусочек чешуи и рассматривают его в капле глицерина под микроскопом. Клетки чешуи удлиненные, лишены живого содержимого. Во многих клетках видны продолговатые бесцветные блестящие призматические кристаллы оксалата кальция. В некоторых клетках находятся крестообразные сростки кристаллов.

2. Обнаружение кристаллов в листьях алоэ.

Из разрезанного листа алоэ выдавливают на предметное стекло слизистый сок и рассматривают его при малом увеличении микроскопа. В поле зрения видны тончайшие игольчатые кристаллы, расположенные одиночно или параллельными рядами вместе по 3 – 5 и более штук.

Вывод. В клетках лука и алоэ присутствуют различной формы кристаллы оксалата кальция.

Контрольные вопросы:

1. Каким образом в клетках образуются кристаллы минеральных солей.
2. Какова форма кристаллов?

Запасные вещества в клетке

Цель: обнаружить крахмал в клубне картофеля, белки – в семени гороха, жиры – в семени подсолнечника.

Оборудование: клубень картофеля, набухшие семена гороха, семечки подсолнечника, 1 %-ный раствор йода в иодиде калия, микроскоп.

Краткое теоретическое пояснение.

В клетках различают *три группы запасных веществ*: углеводы, белки, жиры. Широко распространенным запасным углеводом является *крахмал*. Он откладывается в запас в виде

крахмальных зерен в не зеленых органах растений (семенах, плодах, корневищах, клубнях и прочих). Крахмальные зерна разных видов растений различаются по форме и величине.

Жиры встречаются главным образом в семенах. Они пропитывают цитоплазму, придавая им характерный стекловидный вид, или же встречаются в цитоплазме в виде отдельных капель, сильно преломляющих свет и имеющих голубовато-сероватую, иногда желтоватую окраску.

Запасные белки чаще всего накапливаются в клеточном соке формирующихся семян. При созревании семян количество воды в вакуолях их клеток постоянно уменьшается, а концентрация белка увеличивается за счет поступления его из других органов растения. После высыхания вакуолей на их месте остаются зернистые образования – *алеироновые*, или *протеиновые*, зерна. Окраска их беловатая или почти бесцветная, форма округлая или угловатая.

Ход работы

1. Обнаружение крахмала в клубне картофеля.

С кусочка клубня картофеля соскабливают немного мякоти на предметное стекло, добавляют воды и растирают. Жидкость помутнеет. Полученную мутную каплю накрывают предметным стеклом и рассматривают под микроскопом. Видно множество беловатых зернышек различной величины и формы: крупные – яйцевидной формы, более мелкие – почти овальные, а самые мелкие – округлые. Типичные для картофеля – крупные яйцевидные зерна с эксцентричной слоистостью. Слоистость крахмального зерна образуется от неравномерного пропитывания его водой.

Далее на предметное стекло рядом с покровным помещают каплю раствора йода в иодиде калия. С противоположной стороны покровного стекла отсасывают воду плоской фильтровальной бумаги. Раствор йода поступает под покровное стекло и окрашивает зерна крахмала в синий цвет.

2. Обнаружение белка в семени гороха.

С набухшего семени гороха снимают семенную кожуру и лезвием безопасной бритвы делают тонкий срез любой части семядоли. Срез помещают на предметное стекло в каплю воды, к которой добавляют каплю йода в иодиде калия. Препарат накрывают предметным стеклом. При малом увеличении микроскопа находят тонкие места среза и рассматривают клетку при большом увеличении. В полости клетки видны крупные синие крахмальные зерна, а в промежутках между ними находятся многочисленные мелкие простые протеиновые зерна, окрашенные йодом в золотисто-желтый цвет.

3. Обнаружение жира в семени подсолнечника.

Семя из плода подсолнечника помещают на чистый лист бумаги, надавливают каким-либо прессом. По образовавшемуся жирному пятну судят о наличии жира в клетках семядолей.

Вывод. В живых растительных клетках имеются запасные питательные вещества: белки, жиры и углеводы.

Контрольные вопросы:

1. Какие запасные вещества откладываются в растительных клетках?
2. В каком виде они откладываются?
3. Каким реактивом можно обнаружить крахмал и белок в растении?

