

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Е. А. Барановская

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ
для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
35.03.04 Агрономия

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2025

Рецензент

кандидат технических наук, доцент, зам. директора Института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «КГТУ» по основной образовательной деятельности, доцент кафедры технологии продуктов питания

М. Н. Альшевская

Барановская, Е. А.

Физиология и биохимия растений: учеб.-методич. пособие по выполнению лабораторных работ для студ. бакалавриата по напр. подгот. 35.03.04 Агрономия / Е. А. Барановская. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 56 с.

В учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ «Физиология и биохимия растений» представлены план проведения занятий, учебно-методические материалы по выполнению каждой лабораторной работы, общее содержание изучаемых тем, требование к технике безопасности при выполнении работ, форма отчета по лабораторному занятию, вопросы для самоконтроля.

Табл. 13, рис. 10, список источников – 21 наименование

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ рассмотрено и рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала кафедрой агрономии и агроэкологии 20 марта 2025 г., протокол № 8

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией Института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 сентября 2022 г., протокол № 10

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ актуализировано и рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией Института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 31 марта 2025 г., протокол № 3

УДК 664.002.5 (076)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2025 г.
© Барановская Е. А., 2025 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ.....	6
2. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	44
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ.....	51
4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ.....	54

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Физиология и биохимия растений» относится к профессиональному модулю ОПОП ВО по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия.

Целью выполнения лабораторных работ по дисциплине «Физиология и биохимия растений» является формирование у обучающегося теоретических и практических знаний, комплекса профессиональных компетенций в области научно-обоснованной оценки жизнедеятельности растения на основе физиолого-биохимических параметров для эффективного управления ими, повышения продуктивности и улучшения качества урожая сельскохозяйственных культур.

Задачи изучения дисциплины и лабораторного практикума:

- освоение сущности физиолого-биохимических процессов, протекающих в растительном организме, их зависимости от эндогенных и экзогенных факторов;
- рассмотрение основных закономерностей жизнедеятельности растения на разных уровнях его организации;
- ознакомление с основными методами и/или подходами регулирования физиолого-биохимического состояния сельскохозяйственных растений, значением для оптимизации продукционного процесса;
- овладение базовыми методами регистрации, количественного и качественного анализа физиологических и биохимических параметров растений;
- приобретение базовых навыков обработки, анализа и систематизации результатов физиолого-биохимического эксперимента;
- формирование способности к разработке физиологических подходов для повышения эффективности растениеводства.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- сущность физиолого-биохимических процессов, протекающих в растительном организме, их зависимость от внешних условий и значение для продукционного процесса;
- физиолого-биохимические процессы, происходящие при созревании семян;
- физиолого-биохимические процессы, происходящие при выращивании культур в условиях защищенного грунта (светокультура).

Уметь:

- оценивать физиологическое состояние, адаптационный потенциал, интенсивность процессов жизнедеятельности у разных видов сельскохозяйственных растений на основе физиолого-биохимических параметров;
- определять факторы улучшения роста, развития и качества продукции сельскохозяйственных культур; выбирать эффективные способы оптимизации

физиолого-биохимических процессов, протекающих в растительном организме, путем регулирования эндогенных и экзогенных факторов жизни растений;

- обосновывать на основе физиологических и биохимических показателей агротехнические мероприятия и оптимизировать сроки их проведения для получения высоких и устойчивых урожаев хорошего качества.

Владеть:

- основными методами оценки параметров, характеризующих физиолого-биохимический статус растений;

- базовыми навыками обработки и анализа экспериментальных данных, систематизации результатов и разработки физиологических подходов для повышения эффективности растениеводства.

1. СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

При освоении курса «Физиология и биохимия растений» студент должен научиться работать на лекциях, лабораторных занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. Лабораторные работы являются важной частью освоения дисциплины, при их выполнении обучающийся закрепляет теоретический материал, полученный на лекциях.

На лабораторных занятиях студентам необходимо организовать работу в подгруппах, чтобы нагрузка по выполнению заданий была распределена равномерно между всеми участниками.

Все виды учебных работ должны быть выполнены точно в сроки, предусмотренные программой обучения. По разделам дисциплины необходимо пользоваться рекомендуемыми учебниками, учебными пособиями, методическими указаниями для выполнения лабораторных работ, где студент может ознакомиться с материалом по данному разделу (теме).

В ходе самостоятельной подготовки студентов к лабораторному занятию необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в поиске новых источников, интересных фактов, статистических данных, связанных с изучаемой проблематикой занятия.

Планирование и организация самостоятельной работы студента при подготовке к лабораторным занятиям

Самостоятельная работа по дисциплине включает освоение учебного материала, подготовку к лабораторным занятиям, подготовку к зачету и его сдачу.

Готовиться к лабораторным занятиям, выполнять другие задания самостоятельной работы, готовиться к промежуточному контролю знаний нужно одинаково. Оптимальный вариант планирования и организации студентом времени, необходимого для изучения дисциплины, – распределить учебную нагрузку равномерно в течение семестра, т. е. каждую неделю знакомиться с необходимым теоретическим материалом на лекционных занятиях и закреплять полученные знания на лабораторных занятиях и самостоятельно, прочитывая рекомендуемую литературу.

К лабораторным занятиям необходимо готовиться за 1-2 дня до срока их проведения, чтобы была возможность проконсультироваться с преподавателем по трудным вопросам. Допуск к зачету и экзамену по дисциплине предполагает своевременное выполнение всех лабораторных работ и заданий самостоятельной работы.

Самостоятельную работу следует выполнять в соответствии с графиком самостоятельной работы и требованиями, предложенными преподавателем дисциплины.

Тематический план лабораторных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

Номер темы	Содержание лабораторного занятия	Очная форма, ч.	Заочная форма, ч
3	Инструктаж по охране труда при работе в химических лабораториях и противопожарной безопасности (первичный) Лабораторная работа 1: Проницаемость клеточных мембран для бетацианина	4	2
4	Лабораторная работа 2: Определение сосущей силы клеток упрощенным методом (по Уршпрунгу)	4	-
6	Лабораторная работа 3: Определение активности каталазы (по Баху и Опарину)	4	-
9	Лабораторная работа 4: Исследование физических и химических свойств хлорофилла. Текущий контроль знаний по разделу «Физиология и биохимия растительной клетки»	4	2
11	Лабораторная работа 5: Определение дыхательного коэффициента	4	-
16	Лабораторная работа 6: Анализ муки по крахмальным зернам	4	-
20	Лабораторная работа 7: Сравнение транспирации верхней и нижней сторон листа хлоркобальтовым методом (по Шталю). Текущий контроль знаний по разделам «Фотосинтез», «Дыхание растений», «Обмен и транспорт органических веществ в растениях»	4	2
21	Лабораторная работа 8: Микроскопический анализ золы растительных объектов	4	-
<i>Итого в 4-м семестре</i>		32	6
27	Инструктаж по охране труда при работе в химических лабораториях и противопожарной безопасности (повторный) Лабораторная работа 9: Определение устойчивости растений к экстремальным воздействиям по степени повреждения хлорофиллоносных тканей	4	2
27	Лабораторная работа 10: Определение вязкости протоплазмы клеток растений, различающихся по жаростойкости	4	-
28	Лабораторная работа 11: Определение транспирирующей поверхности листа (площади листовой пластинки листа)	4	2

Номер темы	Содержание лабораторного занятия	Очная форма, ч.	Заочная форма, ч
	Текущий контроль знаний по разделам «Водный обмен растений», «Минеральное питание растений», «Приспособление и устойчивость растений»		
28	Лабораторная работа 12: Морфометрический анализ запасющих органов	4	-
33	Лабораторная работа 13: Определение общей кислотности растительного материала	4	-
33	Лабораторная работа 14: Определение качества растительного масла (кислотного числа)	4	-
36	Лабораторная работа 15: Определение нитратов в растениях.	4	2
27-36	Текущий контроль знаний по разделам «Рост и развитие растений», «Формирование качества урожая сельскохозяйственных культур»	4	-
<i>Итого в 5-м семестре</i>		32	6
ИТОГО		64	12

По каждому разделу дисциплины в течение семестра осуществляется систематический контроль формирования знаний, умений и навыков студентов (в том числе приобретенных в результате самостоятельной работы) на лабораторных занятиях - в виде письменного или устного тестирования в течение (10÷15) мин, а также непосредственно в ходе лабораторного занятия; путем самопроверки (самоконтроля). Оценка результатов такого контроля учитывается при промежуточной (заключительной) аттестации по дисциплине (на зачете).

На лабораторных занятиях не только закрепляется учебный материал, полученный во время лекций, но и приобретаются новые знания, умения и навыки, а также в виде письменного тестирования осуществляется текущий контроль результатов освоения учебного материала. Все занятия носят проблемный характер, в ходе их проведения четко ставится проблема, требующая серьезного ее осмысления студентом и получения конкретных результатов, рассматриваются подходы и методы ее решения, по которым необходимо сделать правильные выводы. В целях более глубокого усвоения учебного материала и контроля эффективности обучения по каждой теме занятия студентам предлагается решить одну или несколько ситуационных задач.

В случае пропуска занятия необходимо его отработать по предварительному согласованию с преподавателем.

Содержание лабораторных занятий

Лабораторная работа № 1. Проницаемость клеточных мембран для бетацианина

Цель работы: выяснить действие ядов (уксусной кислоты, этилового спирта) на проницаемость мембран для бетацианина.

Задание: 1. Определить оптическую плотность опытных растворов, содержащих пигмент бетацианин. 2. Построить график, показывающий влияние ядов (уксусной кислоты, спирта) на выход бетацианина из корнеплода столовой свеклы.

Используемые материалы и оборудование: красная свекла; 30%-ный раствор уксусной кислоты; 50%-ный раствор этилового спирта; дистиллированная вода; пробочное сверло № 4; штатив с тремя пробирками (градуированными на 10 мл), две из них - с пробками; 3 пипетки объемом 5 мл, две из них с грушами; предметные и покровные стекла; микроскоп; ФЭК с тремя кюветами толщиной 0,5 см и крышечками к этим кюветам; нож; лезвия; восковые карандаши; кусочки фильтровальной бумаги и марли; тонкая стеклянная палочка.

Теоретические сведения

Бетацианин - пигмент столовой свеклы (от латинского названия столовой свеклы *Beta vulgaris* L.). Это относительно большая ($M_r = 564$), хорошо растворимая в воде молекула, находящаяся в клеточном соке. Чтобы попасть во внешнюю среду, молекула бетацианина должна пройти через тонопласт, гиалоплазму и плазмалемму. Диффузия бетацианина из вакуоли в среду может проходить достаточно быстро при действии различных факторов или агентов, вызывающих изменение проницаемости мембран. Измеряя через определенный промежуток времени оптическую плотность среды, в которой инкубируют кусочки ткани столовой свеклы, можно учесть количество выделившегося пигмента из поврежденных клеток и таким образом оценить степень воздействия на проницаемость мембран. Этот простой и быстрый метод используется обычно в прикладных исследованиях при изучении действия какого-либо вещества на биологические объекты.

Ход работы

1. Из очищенной свеклы пробочным сверлом № 4 вырезать кусочек ткани, разрезать его на три фрагмента длиной 5 мм каждый.
2. Фрагменты тщательно промыть под струей водопроводной воды до полного обесцвечивания промывных вод.
3. Поместить по одному фрагменту в каждую из 3-х пробирок со следующими жидкостями (таблица 1):

Таблица 1 - Действие ядов на выход бетацианина из корнеплода столовой свеклы (*Beta vulgaris* L.)

Номер пробирки	Вариант опыта	Цвет раствора	Оптическая плотность
1	10 мл дистиллированной воды		
2	10 мл 30%-ной уксусной кислоты		
3	10 мл 50%-ного этанола		

4. Через 45 мин визуально отметить цвет растворов, и промерить их оптическую плотность на ФЭКе с зеленым светофильтром (длина волны 540 нм, кюветы толщиной 0,5 см).

Оформление результатов

1. Полученные данные занести в таблицу 1.
2. Построить график, показывающий влияние ядов (уксусной кислоты, спирта) на выход бетацианина из корнеплода столовой свеклы (в виде гистограмм). На оси абсцисс указать вариант опыта, на оси ординат - оптическую плотность раствора.
3. Сделать вывод о действии ядов (уксусной кислоты, этилового спирта) на проницаемость протоплазмы для клеточного сока.

Контрольные вопросы:

1. Что собой представляет пигмент бетацианин?
2. Какие существуют методы определения содержания пигментов в растениях?
3. Как действуют яды на проницаемость протоплазмы клетки?

Лабораторная работа № 2. Определение сосущей силы клеток упрощенным методом (по Уршпрунгу)

Цель работы: определение сосущей силы клеток по изменению концентрации растворов.

Задание: Найти сосущую силу клеток перед погружением их в растворы сахарозы или NaCl различных молярных концентраций, вычислив осмотическое давление соответствующего раствора (одного!) по формуле Вант-Гоффа.

Используемые материалы и оборудование: клубни картофеля, корнеплоды свеклы, моркови, петрушки, сельдерея; растворы сахарозы или NaCl следующих молярных концентраций: 0,10; 0,20; 0,25; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; 0,80; 0,90; 1,00; дистиллированная вода; 12 половинок чашек Петри; предметные стекла; препаровальные иглы, мерные цилиндры или химические

пипетки на 50 мл - 12 шт.; кусочки марли и фильтровальной бумаги; лезвия; ножи или скальпели; ножницы; восковые карандаши; линейки.

Теоретические сведения

Методы определения осмотической силы делятся на две группы:

- Определение осмотической силы по изменению концентрации растворов.
- Определение осмотической силы по изменению размеров и массы тканей.

Если осмотическая сила клеток равна осмотической силе среды, то не происходит изменений как размеров и массы тканей, так и концентрации раствора, в котором находились эти ткани. Если осмотическая сила раствора равна его осмотическому давлению, то ее величину можно рассчитать по формуле Вант-Гоффа.

Принцип метода (по Уришпрунгу)

При погружении куса исследуемой ткани в раствор, имеющий осмотическую силу больше осмотической силы клеток, раствор отнимает воду из клеток, и размеры куса уменьшаются. Если осмотическая сила клеток больше осмотической силы раствора, то клетки всасывают воду и кусок увеличивается в объеме. При равенстве осмотических сил клеток и раствора размеры клеток и, следовательно, куса растительной ткани остаются без изменений.

Ход работы

1. Налить в половинки чашек Петри по 40-50 мл растворов NaCl или сахарозы следующих молярных концентраций: 0,10; 0,20; 0,25; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; 0,80; 0,90; 1,00. В одну половинку налить чистую воду.

2. Вырезать из картофельного клубня или корнеплода свеклы, моркови, петрушки, сельдерея при помощи ножа пластинку толщиной 3-4 мм (резать рекомендуется поперек клубня), из этой пластинки вырезать прямоугольник длиной 40-60 мм. После этого разрезать получившийся прямоугольник вдоль на 12 (по числу приготовленных растворов) одинаковых полосок шириной 2-3 мм, используя в качестве линейки прямоугольный кусок стекла (предметное стекло).

3. Тщательно измерить длину полосок с точностью до 0,5 мм. Приготовление и измерение необходимо делать быстро, не допуская подвядания. В то же время материал не должен соприкасаться с водой, в связи с чем тарелка, на которой разрезают овощ, стекло и скальпель должны быть сухими. Вытекающий из ткани при резке сок нужно удалять фильтровальной бумагой.

4. Найти осмотическую силу клеток перед погружением их в растворы, вычислив осмотическое давление соответствующего раствора (одного!) по формуле Вант-Гоффа.

5. Погрузить по одной полоске в налитые в чашки Петри растворы хлористого натрия или сахарозы различной концентрации. Полоска должна быть полностью погружена в раствор.

6. Через 30 мин повторить измерение длины полосок.

7. Определить тургор ткани. Для этого разложить полоски на тарелки или половинки чашек Петри так, чтобы они наполовину свисали с ее края. По степени прогиба определить тургор полосок. Результаты опыта записать в таблицу 2.

Таблица 2 - Определение сосущей силы клеток

(указать объект исследования)

Концентрация раствора, М	Длина полоски, мм		Разность, мм	Тургор
	исходная	через 30 мин		
1,00				
0,90				
0,80				
0,70				
0,60				
0,50				
0,40				
0,30				
0,25				
0,20				
0,10				

Данные для столбца "Разность" получить путем вычитания из большей длины меньшей. Увеличение длины полоски обозначить знаком "+", а уменьшение знаком "-". В последнем столбце "Тургор" указать, каков тургор клеток - сильный, средний, слабый, нет.

8. Сделать выводы, объяснив причины изменения длины полосок.

Контрольные вопросы:

1. Почему растительную клетку можно считать осмотической системой?
2. Дайте определение понятиям "плазмолиз", "деплазмолиз", "циторриз".
3. Опишите последовательные стадии плазмолиза.
4. Напишите уравнение осмотического состояния клетки для плазмолиза и циторриза.
5. При каких условиях клетка переходит в состояние колпачкового плазмолиза?
6. Какой показатель является термодинамическим состоянием воды в клетке?
7. Какие показатели влияют на клетки?
8. В каком направлении с точки зрения осмотических характеристик растительных клеток и тканей происходит ток воды?

Лабораторная работа № 3. Определение активности каталазы (по Баху и Опарину)

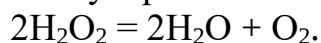
Цель работы: ознакомление с методом определения активности каталазы в различных растительных объектах.

Задание: определить активность каталазы методом титрования растительного фильтрата 0,1 н КМнО₄ (перманганатом калия).

Используемые материалы и оборудование: свежий растительный материал (около 3 г); ступка с пестиком; стеклянная пластинка для закрывания ступки; мерная колба или цилиндр объемом 50 мл; кварцевый песок; ножницы; фильтровальная бумага; воронка; стеклянная палочка; колба коническая или стакан химический объемом 50 мл - 3 шт.; цилиндр мерный объемом 20-25 мл; пробка резиновая с газоотводной трубкой - 1 шт.; электрическая плитка с асбестовой сеткой; пипетки химические объемом 5 мл - 3 шт.; бюретка; восковой карандаш; весы; дистиллированная вода; 1%-ный раствор перекиси водорода; 10%-ный раствор серной кислоты; толуол; 0,1 н раствор перманганата калия.

Теоретические сведения

Каталаза (Кф 1.11.1.6.) - фермент, относящийся к классу оксидоредуктаз. Под действием каталазы происходит разложение перекиси водорода на воду и молекулярный кислород:



Каталаза - двухкомпонентный фермент, состоящий из белка и соединенной с ним простетической группы. Простетическая группа каталазы связывается с белком двумя карбоксилами.

Роль каталазы в организме заключается в том, что она разрушает ядовитую для клеток перекись водорода.

Определение активности каталазы в данном методе основано на том, что оставшаяся после действия каталазы неразложенная перекись водорода титруется КМнО₄.

Ход работы

1. Отмерить 50,0 мл дистиллированной воды.
2. Взвесить 2,0-3,0 г растительного материала (массу навески учесть с точностью до 0,1 г).
3. Навеску поместить в ступку, добавить в нее 2-3 мл дистиллированной воды из отмеренных 50,0 мл и тщательно растереть растительный материал.
4. Добавить в ступку оставшуюся дистиллированную воду и несколько капель толуола, закрыть ступку и дать настояться 1-2 ч.
5. Жидкость отфильтровать через складчатый бумажный фильтр.
6. Из фильтрата взять две порции по 20,0 мл в контрольную и в опытную колбы.
7. Контрольную порцию (20,0 мл) закрыть пробкой и прокипятить на электрической плитке с асбестовой сеткой в течение 5 мин для инактивации каталазы. Остудить до комнатной температуры.
8. В опытную и контрольную колбы добавить по 20,0 мл дистиллированной воды и по 1,5 мл 1%-ной перекиси водорода в качестве субстрата. Обе колбы оставить при комнатной температуре строго на 30 мин.

9. В каждую колбу добавить по 5,0 мл 10%-ной серной кислоты для остановки действия фермента.

10. Оттитровать каждую колбу 0,1 н KMnO_4 . При этом в опыте оттитровывается оставшаяся неразложенной перекись водорода. В контроле оттитровывается вся прилитая перекись водорода.

Активность каталазы вычислить по формуле:

$$A = (a-b) / \pi,$$

где А - активность фермента;

а - количество перманганата калия, пошедшее на титрование контрольной колбы, мл;

б - количество перманганата калия, пошедшее на титрование опытной колбы, мл;

п - навеска, г.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию "дыхание".
2. Каково значение дыхания в жизни растений?
3. Какие методы определения интенсивности дыхания Вы знаете?
4. Что такое дыхательный коэффициент, как зависит его величина от типа используемых в дыхании субстратов?
5. Как можно определить величину дыхательного коэффициента?
6. Какие классы ферментов принимают участие в дыхании? Приведите примеры дыхательных ферментов.

Лабораторная работа № 4. Исследование физических и химических свойств хлорофилла

Цель работы: исследование ряда свойств хлорофилла (флуоресценции)

Задание: 1. Рассмотреть флуоресценцию в вытяжке хлорофилла.

Используемые материалы и оборудование: 2-3 свежих листа традесканции, или лист герани, или половина листа бегонии; 96%-ный этанол; бензин; 20%-ный спиртовой раствор щелочи; 1%-ный раствор HCl ; сухой KOH ; $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}$ или $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu}$; воронка; ступка с пестиком; три пробирки (одна из них градуированная); держатель для нагревания пробирки; пипетки химические объемом 2-5 мл с грушей; пробка с газоотводной трубкой к пробирке; водяная баня; небольшой шпатель; карандаши желтого, зеленого и красного цветов; кварцевый песок; фильтровальная бумага; черный экран.

Теоретические сведения

Флуоресценция - явление свечения веществ при поглощении ими света. Она объясняется переходом возбужденной молекулы пигмента в основное

исходное состояние, что сопровождается излучением поглощенной энергии в виде света флуоресценции. Излучаемый свет имеет большую длину волны, чем поглощаемый. Для хлорофилла характерна красная флуоресценция.

Ход работы

Флуоресценцию наблюдают на концентрированной спиртовой вытяжке хлорофилла.

1. Для ее получения зеленые листья растений без черешка (2-3 листа традесканции, либо 1 лист герани, либо половину листа бегонии) измельчить и поместить в фарфоровую ступку, носик которой смазан снаружи вазелином. В ступку насыпать немного (щепотку) кварцевого песка для лучшего растирания, прилить 4-5 мл 96%-ного этанола.

2. Растительную ткань тщательно растереть до гомогенного состояния. Полученную массу с помощью стеклянной палочки перенести на бумажный фильтр и отфильтровать в стеклянную пробирку.

3. Ступку и пестик еще дважды тщательно с помощью стеклянной палочки обмыть небольшими (2-3 мл) порциями спирта и через тот же бумажный фильтр отфильтровать жидкость в ту же самую стеклянную пробирку. Желательно, чтобы конечный объем жидкости в пробирке не превышал 10-12 мл.

4. Вытяжку пигментов поместить на черном фоне у окна или у электролампы, либо осветить сине-фиолетовым светом в области коротковолнового максимума хлорофилла. Рассматривать вытяжку с той же стороны, откуда падает свет (рисунок 1). Вишнево-красный цвет вытяжки в отраженном свете свидетельствует о способности хлорофилла флуоресцировать, что является признаком фотохимической активности вещества.

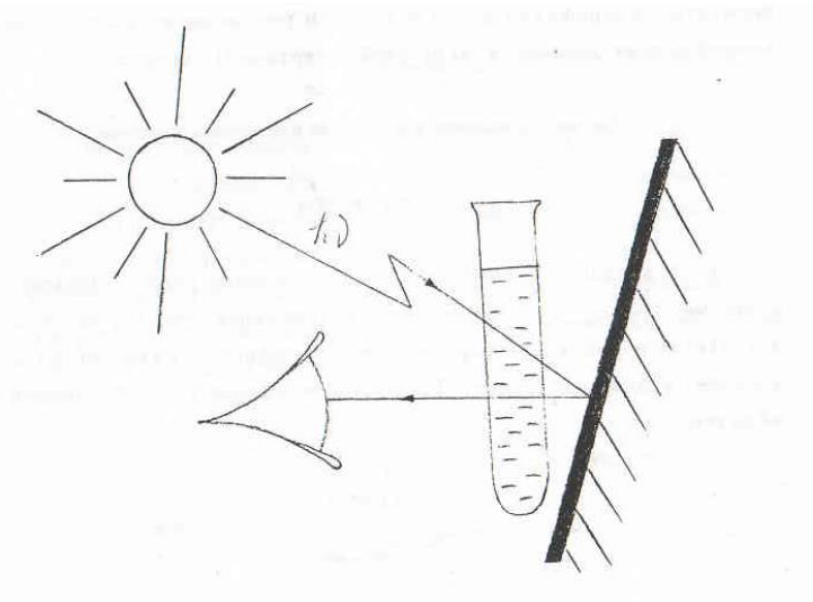


Рисунок 1 - Схема опыта для наблюдения флуоресценции хлорофилла

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте пигментный состав фотосинтезирующих организмов.

2. Каково биологическое значение существования в растении спектрально-различных групп пигментов?
3. Расскажите о строении и физико-химических свойствах хлорофиллов. Чем отличаются хлорофиллы *a* и *b*?
4. Каковы строение и физико-химические свойства каротиноидов?
5. Какие каротиноиды Вы знаете?
6. В чем состоит роль каротиноидов при фотосинтезе?
7. Дайте определение понятию "фотосинтез", какие стадии включает этот процесс? В чем состоит сущность каждой из этих стадий, какая взаимосвязь между ними существует?
8. Какие способы определения интенсивности фотосинтеза Вы знаете?

Лабораторная работа № 5. Определение дыхательного коэффициента маслянистых семян

Цель работы: освоение метода определения дыхательного коэффициента.

Задание: 1. Определить дыхательный коэффициент по разности между объемами поглощенного O_2 и выделенного CO_2 . 2. Произвести теоретический расчет дыхательного коэффициента при окислении жира.

Используемые материалы и оборудование: наклюнувшиеся семена клещевины, конопля или льна; 20%-ный раствор KOH или NaOH; приборчик, состоящий из пробирки с хорошо пригнанной резиновой пробкой, в которую вставлена изогнутая под прямым углом тонкая стеклянная трубка (горизонтальное колено трубки градуируют, прикрепляя к ней при помощи резиновых колечек полоску миллиметровой бумаги); стакан с ватой, в которой сделано углубление для пробирки; полоски фильтровальной бумаги; фарфоровая чашка; пинцет; 5-минутные песочные часы; вазелиновое масло.

Теоретические сведения

Дыхательным коэффициентом называется отношение объема выделенной при дыхании углекислоты к объему поглощенного кислорода. Величина дыхательного коэффициента зависит прежде всего от того, какие вещества используются при дыхании. При окислении сахаров отношение $CO_2 : O$ равно единице. Если дыхательным материалом служат вещества более окисленные, чем углеводы (например, органические кислоты), то величина дыхательного коэффициента будет больше единицы. Наконец, этот коэффициент будет меньше единицы, если используются соединения менее окисленные, чем углеводы (например, белки).

Для ориентировочного определения величины дыхательного коэффициента исследуемый материал помещают в пробирку, соединенную с градуированной трубкой, в которую введена капля масла (рисунок 1). Если объемы обмениваемых при дыхании газов равны, то капля в трубке передвигаться не будет. Если же величина

дыхательного коэффициента меньше или больше единицы, то будет наблюдаться перемещение жидкости в трубке, соответствующее разности между объемами поглощенного O_2 и выделенного CO_2 .

Затем с тем же материалом проделывают второй опыт, вводя в пробирку крепкий раствор щелочи для поглощения выделяемого при дыхании CO_2 . Наблюдающееся при этом передвижение капли в трубке соответствует объему поглощенного материалом кислорода (данный объект воспроизводит в грубом виде принцип, на котором основано определение дыхания в аппарате Варбурга).

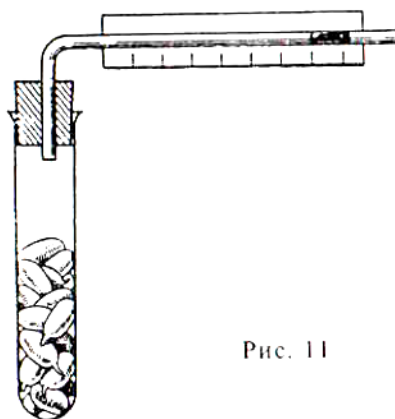


Рис. 11

Рисунок 1 - Установка для определения дыхательного коэффициента

Ход работы

1. Поместить в пробирку (примерно до половины) проросшие семена клещевины или конопли, закрыть ее пробкой, в которую вставлена изогнутая градуированная трубка, и ввести в трубку каплю вазелинового или другого жидкого масла (для этого погрузить наружный конец трубки на несколько секунд в масло). Чтобы избежать нагревания прибора от прикосновения рук и дыхания работающего, поставить пробирку в сосуд с ватой.

2. Когда капля оторвется от края трубки, отметить положение внутреннего мениска капли, перевернуть песочные часы и после пятиминутной экспозиции сделать второй отсчет, а еще через 5 мин - третий отсчет. Вычислить среднее расстояние, пройденное каплей за 5 мин (А), которое соответствует разности между объемами поглощенного кислорода и выделенной углекислоты.

3. Вынуть пробку из пробирки с семенами, проветрить пробирку и вложить пинцетом в верхнюю часть пробирки кольцо из фильтровальной бумаги, смоченной крепким раствором щелочи. Закрыть пробирку пробкой и вновь ввести в трубку каплю масла. Отметить положение мениска капли, определить передвижение капли за два пятиминутных интервала и вычислить среднюю величину (В).

4. Вычисление результатов

Обозначим объем поглощенного кислорода через O_2 , а объем выделенной углекислоты - CO_2 . Зная величины А и В, легко найти дыхательный коэффициент:

$$A = O_2 - CO_2,$$

$$B = O_2,$$

$$CO_2 = B - A.$$

Отсюда дыхательный коэффициент:

$$ДК = CO_2 / O_2 = (B - A) / B.$$

Результаты опыта записать в таблицу.

Таблица 1 - Дыхательный коэффициент семян _____
(указать объект исследования)

Положение мениска						Расстояние, пройденное каплей за 5 мин						CO ₂ ----- O ₂
без щелочи			со щелочью			без щелочи (А)			со щелочью (В)			
1	2	3	1	2	3	1	2	сред- нее	1	2	сред- нее	

5. Произвести теоретический расчет дыхательного коэффициента при окислении до CO₂ и H₂O какого-либо жира, например триолеина, имеющего формулу C₅₇H₁₀₄O₆.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию "дыхание".
2. Каково значение дыхания в жизни растений?
3. Какие методы определения интенсивности дыхания Вы знаете?
4. Что такое дыхательный коэффициент, как зависит его величина от типа используемых в дыхании субстратов?
5. Как можно определить величину дыхательного коэффициента?
6. Какие классы ферментов принимают участие в дыхании? Приведите примеры дыхательных ферментов.

Лабораторная работа № 6. Анализ муки по крахмальным зернам

Цель работы: освоение метода микроскопического анализа растительных веществ.

Задание: 1. Провести микроморфологический анализ образцов муки. 2. По особенностям крахмальных зерен установить принадлежность муки к тому или иному виду растений.

Используемые материалы и оборудование: различные типы муки; вода в капельнице; препаровальная игла; предметные и покровные стекла; микроскоп

с осветителем; объективный и окулярный микрометры; кусочки марли и фильтровальной бумаги.

Теоретические сведения

Крахмал в виде крахмальных зерен составляет основную массу муки. Он получается из различных частей растений: корневищ, клубней, иногда стеблей, но главным образом из семян, где он представляет собой запасной полисахарид. Размеры и форма крахмальных зерен специфичны для разных растений. Поэтому по особенностям зерен можно определить тип муки. Для этого проводят микроскопический анализ муки.

Микроскопический анализ растительных веществ является одним из методов исследования, применяемым во всех случаях, когда необходимо установить наличие веществ, находящихся в очень малых количествах в растительных органах, тканях и клетках. С помощью микроскопического анализа можно также определить места возникновения и накопления изучаемых веществ в растении. Помимо использования этого метода при анатомических, физиологических и систематических исследованиях им пользуются при анализе пищевых продуктов, лекарственного сырья, при анализах древесин и каучуконосов, при селекционных и генетических исследованиях и пр.

Преимуществом этого метода является еще и то, что он не требует, за исключением микроскопа, сложной аппаратуры и большого количества реактивов; то же можно сказать относительно посуды и инструментов.

Особенности строения крахмальных зерен некоторых растений

Крахмальные зерна *картофеля* неправильной формы, с эксцентрично смещенным центром образования (ядром). Хорошо выражена слоистость. Чаще всего это простые зерна, но нередко встречаются полусложные и сложные; последние состоят из 2-4-х и более зерен, одетых общей оболочкой. Крахмальные зерна картофеля относятся к наиболее крупным, но размер их сильно колеблется от 45 до 110 мкм.

Крахмальные зерна *пшеницы* бывают двух типов: крупные чечевицеобразные и мелкие - округлые. Размеры мелких зерен варьируют в пределах от 2 до 9, а крупных - от 30 до 45 мкм. Центр нарастания совпадает с центром зерна. Слоистость слабо выражена. На препарате крахмальные зерна, лежащие плашмя, выглядят округлыми, а лежащие боком - овальными. Характерным признаком, отличающим их от крахмальных зерен *ржи*, является характер растрескивания при надавливании покровным стеклом. В то время как крахмальные зерна пшеницы растрескиваются при этом по краям, крахмальные зерна ржи растрескиваются от центра.

Крахмальные зерна *ячменя* по форме близки к двум предыдущим, но по краям слегка извилисты, принимая иногда почковидную форму. Размеры мелких зерен колеблются от 3 до 10 мкм, а крупных - от 25 до 70 мкм.

Крахмальные зерна *кукурузы* имеют округломногогранную форму, часто с хорошо видимым центром в виде темной точки или щели - продолговатой или лучистой. Слоистость незаметна. Размеры в пределах от 2 до 28 мкм.

Крахмальные зерна *овса* представляют собой агрегаты округлой формы, составленные из мелких несколько угловатых зерен. В очертании эти агрегаты имеют яйцевидную форму; при слабом надавливании легко растрескиваются на

составные части. На препарате обычно среди мелких зерен изредка видны не разрушенные агрегаты. Размером последние от 35 до 45 мкм.

Крахмальные зерна *риса* близки к зернам овса по форме и строению, но они значительно мельче. Размеры от 15 до 30 мкм.

Крахмальные зерна *гречихи* также, как у овса и риса, собраны в агрегаты пластинчатой формы, заполняющие всю клетку и составленные из очень мелких зерен округлой формы. Часто в отдельных зернышках виден центр образования в виде темной точки.

Крахмальные зерна у *бобовых* различных видов очень близки между собой. Для них характерна овальная форма с длинной, часто ветвистой, щелью в центре. Крахмальные зерна различных видов очень незначительно разнятся размерами друг от друга.

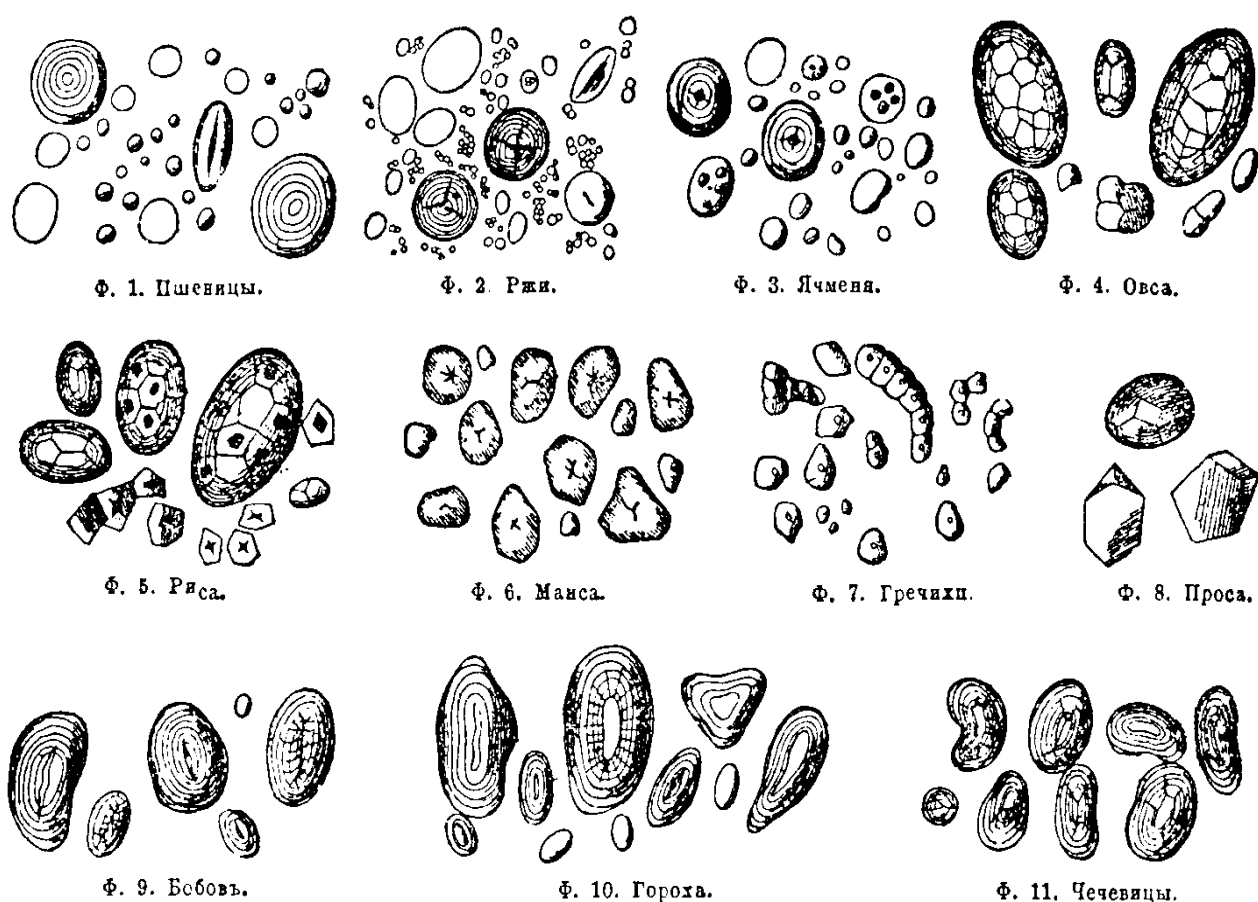


Рисунок 1 - Крахмальные зерна основных сельскохозяйственных культур

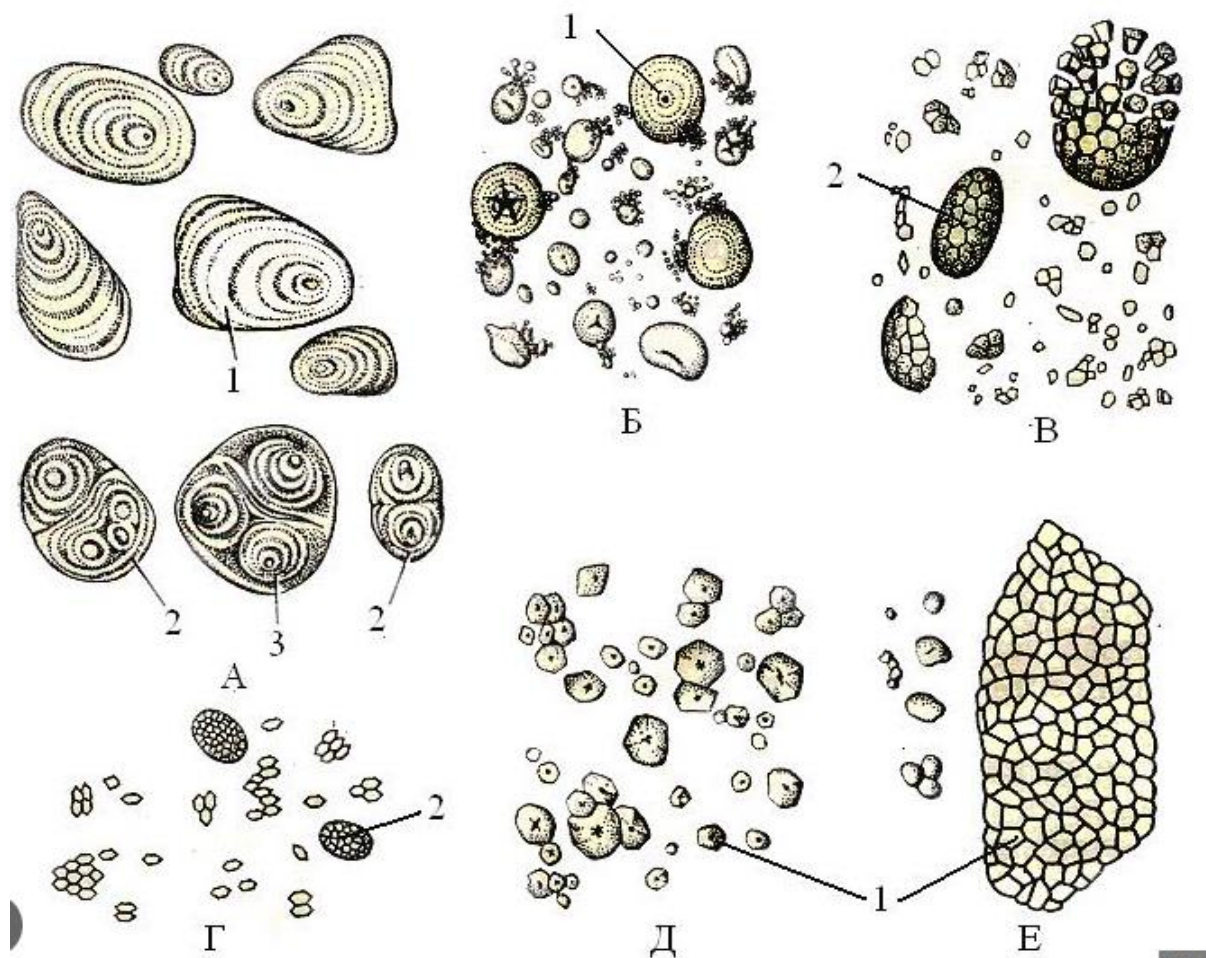


Рисунок 2 - Крахмальные зерна различных видов растений:
 А - картофель (*Solanum tuberosum*); Б - пшеница (*Triticum aestivum*);
 В - овес (*Avena sativa*); Г - рис (*Oryza sativa*); Д - кукуруза (*Zea mays*);
 Е - гречиха (*Fagopyrum sagittatum*);
 1 - простое крахмальное зерно, 2 - сложное, 3 - полусложное

Ход работы

При определении типа муки в каплю воды на предметном стекле внести незначительное количество исследуемого материала на кончике препаровальной иглы или скальпеля и накрыть покровным стеклом. При микроморфологическом анализе крахмальных зерен необходимо обратить внимание на следующие признаки:

1. Форму (округлая, овальная, чечевицеобразная, многогранная).
2. Величину крахмальных зерен (определяемую с помощью обычных измерительных приборов).
3. Положение центра формирования крахмального зерна, которое часто называют ядром (центральное или эксцентричное).
4. Слоистость (хорошо, слабо выражена или отсутствует).
5. Наличие или отсутствие щелей.

Кроме того, следует определить:

1. Тип крахмальных зерен, т. е. относятся ли они к простым, полусложным или сложным.

2. Образуют ли мелкие зерна, соединяясь вместе, легко рассыпающиеся агрегаты.

При необходимости с помощью объективного и окулярного микрометров можно измерить величину крахмальных зерен.

Зарисовать различные типы крахмальных зерен из предложенных образцов муки. Подписать их принадлежность к тому или иному виду растений и номер образца, из которого взят тот или иной тип муки.

Таблица для определения крахмальных зерен по Планшону
слоистость заметна

А. Зерна сплюснуты:

I. Чечевицеобразны, очень различны по форме, так как большие в 4-5 раз крупнее мелких.

1. Совершенно круглые, когда лежат плашмя.

- При раздавливании трескаются по окружности.

Пшеница (*Triticum*)

- При раздавливании трескаются от центра **Рожь (*Secale*)**

2. Зерна слегка извилисты (до почковидной формы)

Ячмень (*Hordeum*)

II. Зерна совсем плоские, очень прозрачны, иногда собраны, как стопки монет, эллиптическое ядро в концевом сужении

Куркума (*Curcuma*)

Б. Зерна не сплюснуты

I Ядро зерна маленькое.

1 Ядро круглое, эксцентричное.

- Придвинуто к узкому концу зерна

.....

Картофель (*Solatum tuberosum*)

- Придвинуто к широкому концу зерна: зерна в виде продолговатого колокола, нормально - сложные, но при обработке – изолированы, и поэтому у их основания видны плоскости их прежней склейки. "Ядро" и слои слегка вздуты действием жара

Саго (*Metroxylon sago*)

2. Ядро линейное или крестообразное, ближе к толстому концу зерна, зерна грушевидные..... **Ароурут (*Maranta amndinacea*)**

II. Ядра очень вытянуты, иногда ветвятся по концам зерна, овальные или почковидные

Бобовые (*Leguminosae*)

Таблица для определения крахмальных зерен по Планшону
слоистость не заметна

А. Зерна в виде короткого колокола, нормально - сложные, но при их обработке разъединены, поэтому с ссеками у основания в местах их прежней склейки. "Ядра" кругловатые, очень крупные. Зерна при виде сверху - круглые.

I. Все зерна нормального вида

Маньок (*Manihot utilissima*)

II. Зерна нормального вида перемешаны с зернами, оклейстеренными от жара

Тапиока (*Tapioca*)

Б. Зерна полиэдрические:

I. Одиночные.

1. Довольно крупные (20-30 мкм):

Ядра видны

Кукуруза (*Zea mays*)

2. Очень мелкие (6-8 мкм), образуют агрегаты

Рис (*Oryza*)

II. Одиночные зерна смешаны с агрегатами.

1. Агрегаты - сложные зерна более или менее сферические, или овальные. У одиночных зерен (8-16 мкм) видна сферическая поверхность

Овес (*Avena*)

2. Агрегаты в виде полиэдрических клеток, плотно набитых мелкими (6-8 мкм) зернышками

Гречиха (*Fagopyrum*)

Контрольные вопросы:

1. Какое строение имеют крахмальные зерна?

2. В каких клеточных органеллах и органах растений накапливается первичный, ассимиляционный крахмал, а в каких - вторичный, или запасной?

3. В чем заключаются преимущества микроскопического метода анализа растений?

Лабораторная работа № 7. Сравнение транспирации верхней и нижней сторон листа хлоркобальтовым методом (по Шталю)

Цель работы: ознакомиться с методами изучения транспирации.

Задание: 1. Сравнить интенсивность транспирации верхней и нижней сторон листа растения, используя хлоркобальтовый метод.

2. Проанализировать различия интенсивности и соотношения между устьичной и кутикулярной транспирацией.

Используемые материалы и оборудование: свежие листья традесканции; куски хлоркобальтовой бумаги размером 8 x 10 см; одинаковые стеклянные пластинки размером 6 x 9 см (2 шт.); резиновые кольца для перевязывания стеклянных пластинок (2 шт.); электроплитка; пинцет; микроскоп; лезвие; предметные и покровные стекла; препаровальные иглы, стаканчик с водой.

Теоретические сведения

Транспирацией называют физиологический процесс испарения воды с поверхности надземных органов растений: листьев, репродуктивных органов, почек, стеблей.

Транспирацией обусловлена работа верхнего концевой двигателя. Присасывающее действие транспирации передается корню в форме гидродинамического натяжения, связывающего работу обоих двигателей. Работа верхнего концевой двигателя, основанная на использовании в качестве источника энергии солнечной радиации, регулируется автоматически. Усиление потери влаги снижает водный потенциал испаряющих клеток, что ведет к усилению поступления в них воды. У хорошо облиственных растений присасывающая сила транспирации во много раз превосходит силу корневого давления.

В отличие от физического процесса испарения, транспирация является регулируемым процессом, зависящим от анатомо-морфологического строения и физиологического состояния транспирирующего растения.

Для характеристики транспирации используют количественные показатели: интенсивность транспирации, относительная транспирация, скорость расходования запаса воды, экономность транспирации, транспирационный коэффициент, продуктивность транспирации.

Две последние величины - транспирационный коэффициент и продуктивность транспирации - имеют большое значение при выращивании сельскохозяйственных культур, поскольку характеризуют эффективность использования воды растением.

Интенсивность транспирации - количество воды, транспортированной растением с единицы поверхности в единицу времени (например, с одного квадратного дециметра за один час).

Относительная транспирация - отношение интенсивности транспирации к интенсивности испарения со свободной водной поверхности. Изменение относительной транспирации при изменении внешних условий является показателем способности растений регулировать транспирацию.

Экономность транспирации - количество испаряемой воды (мг) на единицу (1 кг) воды, содержащейся в растении.

Транспирационный коэффициент - количество воды, расходуемой растением на создание единицы массы (обычно 1 г) сухого вещества. Для большинства сельскохозяйственных растений транспирационный коэффициент составляет в среднем 300-500.

Обратная величина - продуктивность транспирации, - показывает, какое количество (в граммах) сухого вещества синтезировано растением при расходовании 1000 г воды.

Транспирация происходит через кутикулу (кутикулярная транспирация) и через устьица (устьичная транспирация). Доля кутикулярной транспирации от общей потери воды невелика и зависит от вида и возраста растений.

Основную роль в испарении воды растением играют устьица. Поэтому интенсивность транспирации в значительной степени зависит от их открытости. Кроме того, растение может уменьшать транспирацию, снижая испарение воды с поверхности клеток в межклетники за счет возрастания водоудерживающей способности протоплазмы и клеточных стенок.

Если прижать к листу предварительно высушенный кусок фильтровальной бумаги, пропитанной раствором хлористого кобальта, то бумага, поглощая выделяющиеся в процессе транспирации водяные пары, будет менять свою окраску из голубой (цвет сухого CoCl_2) в розовую (цвет $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). По быстроте порозовения можно приблизительно судить об интенсивности транспирации.

Ход работы

1. Просушить над электроплиткой сложенный пополам кусок хлоркобальтовой бумаги до появления ярко-голубого цвета и немедленно приложить его к двум сторонам листа (свежесорванного или непосредственно на растении). Хлоркобальтовые бумажки следует держать пинцетом, не дотрагиваясь до них пальцами, от которых могут остаться розовые пятна. Чтобы устранить действие атмосферной влаги, осторожно зажать лист вместе с наложенной на него бумагой между двумя стеклянными пластинками и перевязать их резиновыми кольцами.

2. Наблюдать за изменением окраски хлоркобальтовой бумаги и записать результат.

3. Приготовить препарат нижнего эпидермиса исследованного листа (или другого листа этого же растения), рассмотреть его в микроскоп при большом увеличении и зарисовать.

4. Результаты опыта записать в таблицу 1:

Таблица 1 - Сравнение транспирации верхней и нижней сторон листа традесканции (*Tradescantia virginica* L.)

Сторона листа	Время опыта, ч			Время порозовения бумаги, мин	Состояние устьиц	
	начало	конец	продол- житель- ность		количе- ство, шт.	степень откры- тости
Верхняя						
Нижняя						

5. Сделать вывод о причинах различной интенсивности транспирации верхней и нижней сторон листа данного растения и о соотношении между устьичной и кутикулярной транспирацией.

Контрольные вопросы:

1. Что такое транспирация?
2. От каких условий зависит интенсивность транспирации?
3. Что называют транспирационным коэффициентом?
4. Какие применяют методы для изучения и определения транспирации?

Лабораторная работа № 8. Микроскопический анализ золы растительных объектов

Цель работы: освоение микрохимического метода изучения химического состава золы растительных объектов для выяснения обеспеченности растений элементами минерального питания.

Задание: Провести микроскопический анализ золы растительных объектов.

Используемые материалы и оборудование: зола, полученная при сжигании листьев, или табачный пепел; 10%-ная соляная кислота; 1%-ная серная кислота; 10%-ный раствор аммиака; 1%-ный раствор Na_2HPO_4 ; 1%-ный раствор молибденовокислого аммония в 1%-ной азотной кислоте; 1%-ный раствор желтой кровяной соли; 1%-ный раствор нитрата стронция; раствор комплексной соли $\text{Na}_2\text{PbCu}(\text{NO}_3)_2$; дистиллированная вода (все реактивы в капельницах); пробирки (2 шт.) в штативе; маленькая воронка; бумажные фильтры; тоненькие стеклянные палочки с заостренным концом; предметные и покровные стекла; микроскоп с осветителем; ножницы; плитка с асбестовой сеткой или спиртовка; скальпель; кусочки марли и фильтровальной бумаги; пипетка химическая объемом 5 мл.

Теоретические сведения

Зола, получаемая при сжигании растений, содержит большое количество элементов, среди которых различают макроэлементы (фосфор, сера, калий, кальций, магний) и микроэлементы (железо, медь, цинк, марганец, молибден, бор и ряд других).

Химический анализ золы дает возможность контролировать в полевых условиях уровень обеспеченности растений элементами минерального питания во время их роста и ориентировочно устанавливать время подкормки растений теми или иными удобрениями.

Для изучения химического состава золы можно использовать микрохимический метод, для которого требуется небольшое количество материала.

Ход работы

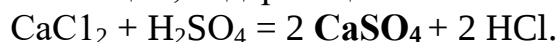
1. Насыпать в пробирку небольшое количество золы и залить ее примерно четырехкратным объемом 10%-ной соляной кислоты. Отфильтровать полученный раствор в чистую пробирку через маленький фильтр.

2. Провести на предметных стеклах реакции на Ca, Mg, P, S и K. Для этого тупым концом стеклянной палочки нанести на предметное стекло маленькую каплю вытяжки и на расстоянии 5 мм от нее каплю соответствующего реактива. Затем заостренным концом стеклянной палочки соединить капли дугообразным каналом. В месте соединения произойдет реакция, причем по краям канала будет наблюдаться быстрая кристаллизация продуктов реакции.

Реакцию на железо можно провести в пробирке.

3. Рассмотреть образующиеся кристаллы в микроскоп. Стекланные палочки после нанесения каждого реактива необходимо вымыть и вытереть фильтровальной бумагой.

а) **Реактивом на кальций** служит *1%-ная серная кислота*. При этом хлористый кальций, содержащийся в вытяжке, реагирует с кислотой по уравнению:



Образующийся гипс осаждается в виде игольчатых кристаллов (рисунок 1).

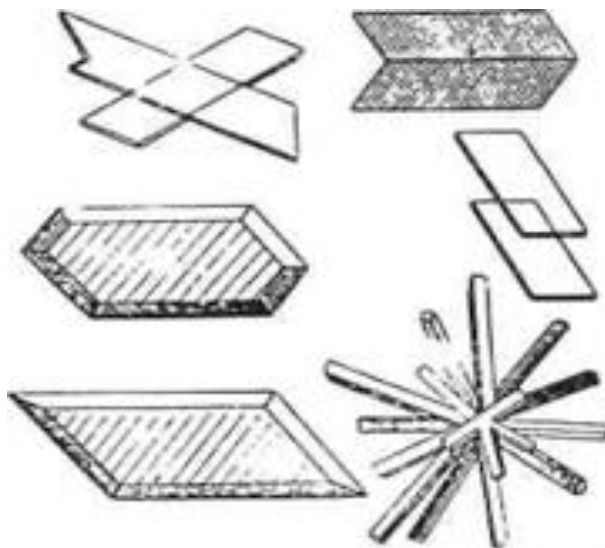


Рисунок 1- Кристаллы сернокислого кальция CaSO_4 под микроскопом

б) Для **обнаружения магния** к капле испытуемого раствора следует сначала добавить каплю раствора *аммиака*, а затем соединить канальцем с реактивом, которым служит *1%-ный раствор фосфорнокислого натрия*. Образуется **фосфорно-аммиачно-магнезиальная соль**, кристаллизующаяся в виде прямоугольников, крышечек, звезд или крыльев (рисунок 2):

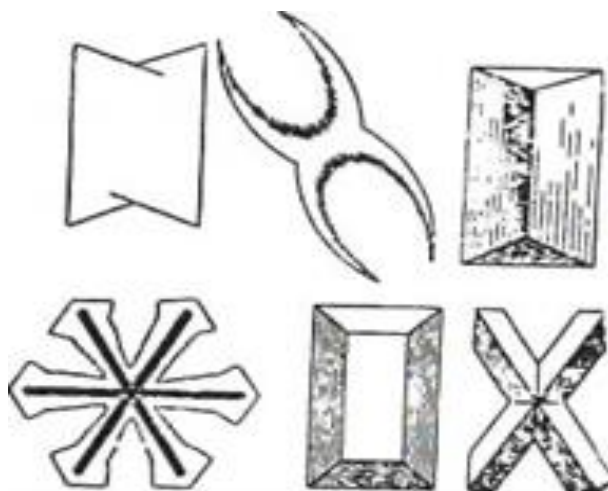
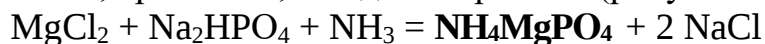


Рисунок 2 - Кристаллы фосфорно-аммиачно-магнезиальной соли NH_4MgPO_4 под микроскопом

в) Для обнаружения фосфора соединить каплю вытяжки с 1%-ным раствором молибдата аммония в азотной кислоте. Получаются зеленовато-желтые кристаллы фосфорномолибденового аммиака (рисунок 3):

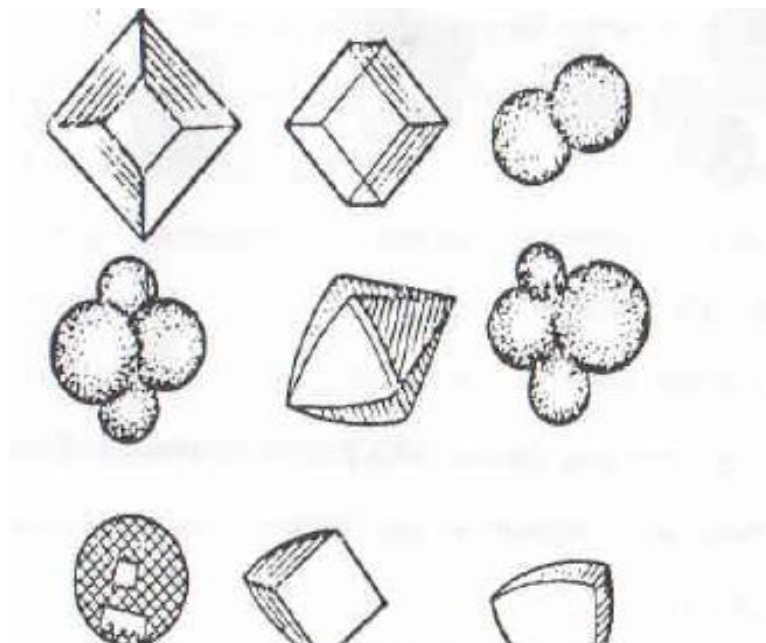
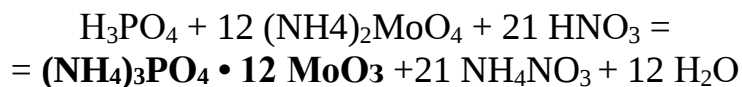
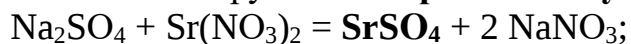


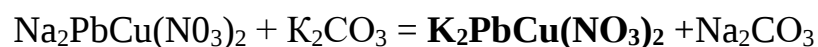
Рисунок 3 - Кристаллы фосфорномолибденового аммиака $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12 \text{MoO}_3$ под микроскопом

г) Присутствие серы обнаруживают прибавлением 1%-ного раствора нитрата стронция. Образуются мелкие закругленные кристаллы сульфата стронция:



д) Для определения калия взять золу на кончике скальпеля и внести в 3 капли дистиллированной воды прямо на предметное стекло. Зола с водой смешать при помощи стеклянной палочки. Затем эту смазку высушить, подогревая стекло на пламени горелки или на электроплитке (на асбестовой сеточке). После этого остаток золы отодвинуть в сторону и прямо на высохший осадок наложить реактив - водный раствор комплексной соли $\text{Na}_2\text{PbCu}(\text{NO}_3)_2$.

Через несколько минут препарат рассмотреть под микроскопом. При наличии калия обнаруживаются свинцово-черные и коричневые кристаллы свинцово-медного азотистого калия (рисунок 4):



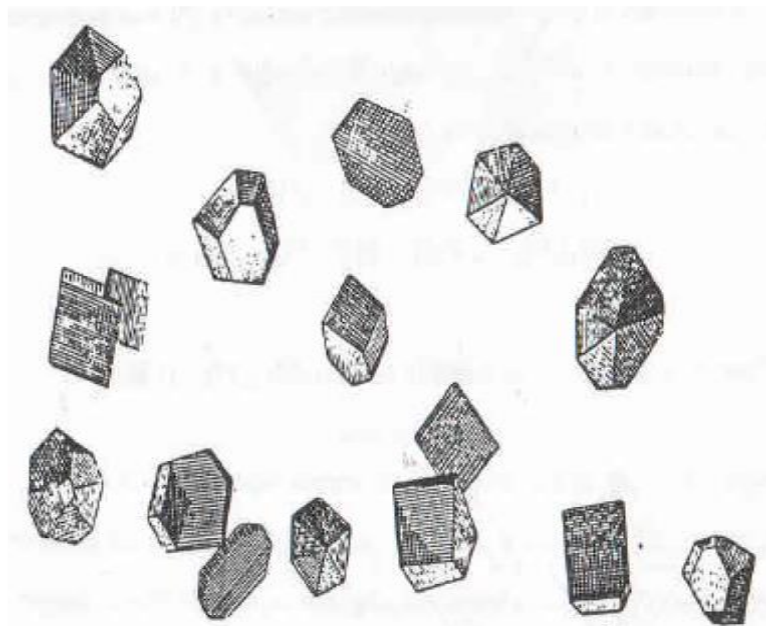
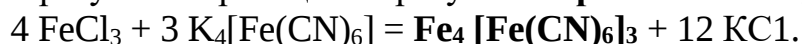


Рисунок 4 - Кристаллы свинцово-медного азотистого калия $K_2PbCu(NO_3)_2$

е) **Железо можно обнаружить** с помощью раствора *желтой кровяной соли*. В результате реакции образуется **берлинская лазурь**:



Реакцию на железо можно проводить в пробирке: к остатку зольной вытяжки добавить по каплям раствор желтой кровяной соли до появления синей окраски, которую следует рассматривать на белом фоне.

Результаты оформить в виде рисунков кристаллов гипса, фосфорно-аммиачно-магнезиальной соли, фосфорномолибденового аммиака, сульфата стронция, комплексной соли свинцово-медного азотистокислого калия. Записать уравнения соответствующих реакций. Обозначить цвет получающегося осадка.

Контрольные вопросы:

1. На какие группы делят элементы минерального питания?
2. Какой признак положен в основу этой классификации?
3. Какие элементы входят в группу макроэлементов?
4. Какие элементы входят в группу микроэлементов?
5. Каково значение отдельных элементов минерального питания для жизнедеятельности растений?

Лабораторная работа № 9. Определение устойчивости растений к экстремальным воздействиям по степени повреждения хлорофиллоносных тканей

Цель работы: освоение метода диагностики состояния растений, основанного на образовании феофитина при действии различных повреждающих факторов.

Задание: 1. Определить степень повреждения хлорофиллоносных тканей растений при повышенных температурах.

Используемые материалы и оборудование: листья алоэ, герани, традесканции; водяная баня; электроплитки; термометр до 100 °С; химические стаканы на 50-100 мл; термостойкие химические пробирки в штативе – 3 комплекта по 10 пробирок; химические пипетки объемом 5 мл; пинцет; стеклянная палочка; воронка; 0,2 н соляная кислота; восковые карандаши.

Теоретические сведения

Устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды с точки зрения агрономической науки оценивается по тому, насколько изменяется продуктивность растений под влиянием этих условий по сравнению с продуктивностью их на оптимальном фоне. Оценка устойчивости растений к экстремальным факторам (холоду, морозу, засухе, жаре, засоленности) важна для селекционной и агрономической практики.

Наиболее надежные методы оценки устойчивости растений к экстремальным факторам - прямые полевые и вегетационные методы. Однако большая трудоемкость и продолжительность этих методов вынуждает исследователей применять разнообразные ускоренные лабораторные или лабораторно-полевые методы диагностики устойчивости растений.

Один из наиболее простых и наглядных методов диагностики состояния растений основан на образовании феофитина при действии различных повреждающих факторов. Суть метода заключается в том, что разрушающиеся мембраны изменяют свойства полупроницаемости, и кислый клеточный сок проникает внутрь хлоропластов. Ион водорода вытесняет ион магния из молекулы хлорофилла, превращая последний в феофитин - вещество бурого цвета. Чем больше повреждены ткани, тем более образуется бурых пятен.

Ход работы

1. Нагреть в большой колбе воду до температуры 50-60 °С. Смешивая горячую воду с холодной, в 5-ти стеклянных стаканчиках приготовить воду с температурой 40, 45, 50, 55, 60° С. Наполовину заполнить этой водой 3 группы по 5 стеклянных пробирок в каждой.

2. Поместить в пробирки листья испытываемых на жаростойкость растений (листья герани, алоэ, традесканции) на 30 мин. В течение этого времени постоянно контролировать и поддерживать температуру воды в пробирках на заданном уровне, осторожно приливая горячую воду.

3. После этого пробы извлечь из воды и перенести в другие пробирки с 0,2 н соляной кислотой.

4. Через 20 мин учесть результаты. Живые листья растений остаются зелеными, а мертвые буреют (у растений с кислым клеточным соком побурение происходит и без обработки соляной кислотой).

5. Результаты опыта записать в таблицу 1 (одним крестиком отметить температуру первых признаков, двумя - полного побурения).

Таблица 1 - Степень повреждения хлорофиллоносных тканей

Объект	Температура, градусы Цельсия, °C					Вывод
	40	45	50	55	60	

6. Сделать и записать вывод о степени устойчивости изученных растений к повышенным температурам.

Контрольные вопросы:

1. Что такое устойчивость растений?
2. Как факторы среды могут повлиять на устойчивость растений?
3. О чем свидетельствует образование бурых пятен на листьях растений при воздействии высоких температур?
4. Какие существуют методы диагностики состояния растений при воздействии экстремальных факторов?

Лабораторная работа № 10. Определение вязкости протоплазмы клеток растений сортов, различающихся по жаростойкости

Цель работы: изучение жаростойкости растений по изменению степени вязкости протоплазмы клеток.

Задание: 1. Провести наблюдения за изменением вязкости протоплазмы клеток по изменению плазмолиза при воздействии высоких температур.

Используемые материалы и оборудование: алоэ; лук; нейтральный красный (1 : 5000) в капельнице, фильтровальная бумага; 1 М раствор сахарозы в капельнице; вазелин; лезвия; предметные и покровные стекла; микроскоп с осветителем; препаровальные иглы; кусочки марли и фильтровальной бумаги.

Теоретические сведения

При воздействии высоких температур клетки растений с высокой вязкостью и эластичностью протоплазмы способны противостоять повреждающим воздействиям в большей степени, чем клетки с протоплазмой незначительной вязкости и эластичности. Степень вязкости протоплазмы можно определить по времени, в течение которого вогнутый плазмолиз переходит в выпуклый.

Ход работы

1. Приготовить препараты: поперечный срез листа (листа алоэ или другого мезофита) и эпидермис лука и поместить их на предметное стекло.
2. В течение 5-10 мин окрашивать подготовленные препараты нейтральным

красным (1 : 5000), затем промыть их водопроводной водой и после промывания подсушить фильтровальной бумагой.

3. Поместить препараты на этом же предметном стекле в каплю 1 М раствора сахарозы. Накрыть срезы покровным стеклом, края которого смазаны вазелином, чтобы избежать испарения воды.

4. Наблюдая за срезами под микроскопом, отметить время наступления вогнутого и выпуклого плазмолизиса. По времени перехода вогнутого плазмолизиса в выпуклый судят о степени вязкости протоплазмы.

5. Результаты опыта записать в таблицу 1:

Таблица 1 - Определение вязкости протоплазмы клеток

Вид растения	Время наступления плазмолиза, мин		Время перехода вогнутого плазмолиза в выпуклый, мин	Относительная вязкость протоплазмы
	вогнутого	выпуклого		

Примечание. Относительную вязкость протоплазмы в таблице 1 охарактеризовать терминами "наибольшая", "наименьшая", "средняя".

6. Сделать вывод о жаростойкости изученных растений.

Контрольные вопросы:

1. Как изменяется вязкость протоплазмы клеток растений при воздействии высоких температур?
2. Что собой представляют вогнутый и выпуклый плазмолиз?
3. Что такое жаростойкость растений?

Лабораторная работа № 11. Определение транспирирующей поверхности листа (площади листовой пластинки листа)

Цель работы: Определение величины транспирирующей поверхности верхней и нижней сторон листа различных растений.

Задание: 1. Приготовить и рассмотреть под микроскопом срезы эпидермиса разных растений. 2. Определить площадь листа одного из растений весовым методом.

Используемые материалы и оборудование: листья традесканции, герани, тюльпана, гортензии и других растений; предметные и покровные стекла; микроскоп с осветителем; окулярный микрометр; объективный микрометр; 2 флакончика с абсолютным спиртом; пинцет; лезвие; препаровальная игла; кусочки марли; кусочки фильтровальной бумаги; ножницы; весы; разновесы; листы белой бумаги.

Теоретические сведения

У растений с очень тонкой кутикулой на долю кутикулярной транспирации может приходиться до 50 % всей испаряемой воды. Однако в большинстве случаев существенно преобладает устьичная транспирация, и транспирирующей поверхностью практически является поверхность устьичных щелей. Хотя устьица даже в полностью открытом виде редко занимают площадь более 2 % всей листовой поверхности, скорость испарения воды из них составляет не менее 50 % испарения с водной поверхности, равной всей площади листа. Это объясняется эффектом малых отверстий.

Ход работы

1. С поверхности листа снять несколько кусочков верхнего и нижнего эпидермиса, надрезая его лезвием. Эти кусочки эпидермиса быстро поместить во флакончики с абсолютным спиртом. Вся операция (снятие эпидермиса и его фиксация) должна занимать не более нескольких секунд. После 5-минутной фиксации срезы можно рассматривать под микроскопом.

2. Определить площадь листа, с которого были взяты кусочки эпидермиса, весовым методом.

Весовой метод определения площади листа

Метод основан на прямой пропорциональности между массой и площадью бумаги (при условии равномерной ее плотности).

Для определения площади поверхности листа весовым методом наложить лист на бумагу (обычно нижней стороной вверх), тщательно обвести его карандашом, вырезать и взвесить полученные бумажные фигуры. Кроме того, взвесить вырезанный из той же бумаги квадрат известной площади (обычно 100 см²) и найти площадь листовой пластинки по пропорции:

$$\begin{aligned} a / b &= c / S, \\ \text{отсюда } S &= (b * c) / a, \end{aligned}$$

где a - масса квадрата, г;

b - масса бумажной фигуры, г;

c - площадь квадрата, см²;

S - площадь листа, см².

Для однодольных растений измерить длину и ширину листа и вычислить его площадь по формуле:

$$S = (2 / 3) * l * d,$$

где l - длина листа, см;

d - ширина листа в наиболее широкой его части, см;

S - площадь листа, см²;

3. Фиксированный в абсолютном спирте эпидермис поместить в каплю воды и рассмотреть под микроскопом при большом увеличении. Отдельно проанализировать верхний и отдельно нижний эпидермис. Подсчитать количество устьиц в 5-ти полях зрения и вычислить среднее значение. При помощи объективного микрометра измерить (в мм) диаметр поля зрения микроскопа при большом увеличении и рас-

считать его площадь. Вычислить количество устьиц в 1 дм² листа и в целом листе. Измерить окулярным микрометром при большом увеличении длину и ширину устьичной щели для 5 устьиц, выбирая наиболее открытые, и рассчитать среднее арифметическое этих величин.

Рассчитать среднюю площадь устьичной щели как произведение средней длины и ширины, дополнительно умноженное на коэффициент 0,7, так как форма щели близка к ромбической.

Для расчета величины устьичной щели определить цену деления окулярного микрометра. Для этого поместить на предметный столик микрометра объективный микрометр, каждое деление которого равно 0,01 мм, т. е. 10 мкм. Поворачивая окуляр, совместить обе шкалы так, чтобы нуль окулярного микрометра совпал с какой-либо линией объективного микрометра. На другом конце поля зрения найти также совпадающие линии и определить, сколько делений окулярного микрометра (А) соответствует делениям объективного микрометра (В), находящимся между совмещенными точками. Цену деления окулярного микрометра (Х) определить по формуле:

$$X = (B * 10) / A \text{ (мкм);}$$

Используя полученные данные, вычислить общую испаряющую поверхность устьиц в 1 дм² листа, в целом листе и относительную площадь устьичных щелей в процентах.

Оформление результатов

Предварительно измерить и записать: площадь листа (мм), диаметр (мм) и площадь поля зрения микрометра (мм), цену деления окулярного микрометра (мкм).

Результаты измерений устьичного аппарата представить в виде таблицы 1:

Таблица 1 - Транспирирующая поверхность верхней и нижней сторон листа

(указать объект исследования)			
Показатель	Единица измерения	Эпидермис	
		нижний	верхний
Количество устьиц	шт.		
А) в поле зрения:			
- 1-е измерение			
- 2-е измерение			
- 3-е измерение			
- 4-е измерение			
- 5-е измерение			
- среднее			
Б) в единице площади листа	1/мм ²		
В) в целом листе	1/лист		

Показатель	Единица измерения	Эпидермис	
		нижний	верхний
Размер устьичной щели			
А) длина	мм		
- 1-е измерение			
- 2-е измерение			
- 3-е измерение			
- 4-е измерение			
- 5-е измерение			
- среднее			
Б) ширина	мм		
- 2-е измерение			
- 3-е измерение			
- 4-е измерение			
- 5-е измерение			
- среднее			
В) площадь	мм ²		
Общая испаряющая поверхность устьиц	мм ² /мм ² листа		
Относительная площадь устьичных щелей	%		

Сделать вывод о величине транспирирующей поверхности верхней и нижней сторон листа.

Контрольные вопросы:

1. Что такое транспирация?
2. Как определить площадь листовой пластинки двудольного растения?
3. От чего зависит величина транспирирующей поверхности листа?

Лабораторная работа № 12. Морфометрический анализ органов растений

Цель работы: Определение морфометрических показателей различных органов растений.

Задание: 1. Провести соответствующие измерения параметров (вес, окружность) плодовых органов растений. 2. Определить объем плодов (яблоки различных сортов, груши, лук, морковь и др.).

Используемые материалы и оборудование: плоды яблок, груш, лука и других растений; мерный цилиндр; пинцет; лезвие; препаровальная игла;

кусочки марли; кусочки фильтровальной бумаги; мерные ленты; ножницы; электронные весы; листы белой бумаги.

Ход работы

1. Измерить вес плодов на лабораторных весах (до 0,01 знака).
2. Измерить длины окружностей плодов с помощью мерной ленты (рисунок 1).

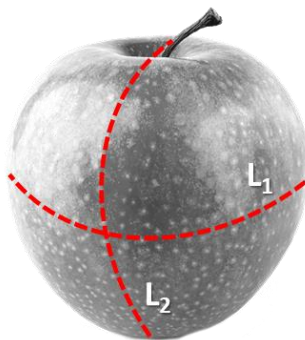


Рисунок 1 – Измерение окружности плода

3. Измерить объем плодов с использованием мерного цилиндра (рисунок 2).

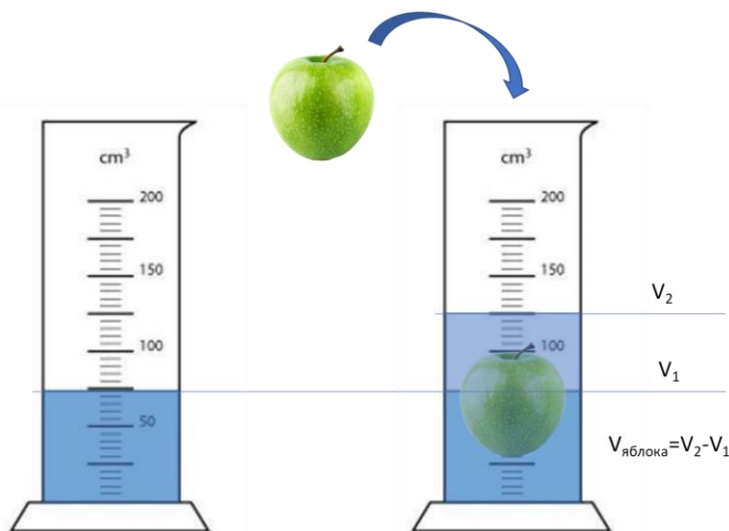


Рисунок 2 – Измерение объема плода

Полученные результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1 – Морфометрические показатели растительных объектов

Вид растения _____ Сорт _____

Номер варианта _____

Номер экземпляра	Вес, г	Длина окружности (L1), мм	Длина окружности (L2), мм	Уровень воды в мерном стакане, мл		Объем плода (V=V2-V1), мл
				начальный (V1)	конечный (V2)	
1						
2						
...						

Контрольные вопросы:

1. Для чего измеряют морфометрические показатели растений?
2. Каким образом можно измерить объем плода растения?
3. Какие части растения называют запасными?

Лабораторная работа № 13. Определение общей кислотности растительного материала

Цель работы: определение общей кислотности растительных тканей.

- Задание:**
1. Провести экстракцию кислот из растительного материала.
 2. Определить величину общей кислотности ацидиметрическим титрованием с использованием соответствующих индикаторов или потенциометрически.
 3. Рассчитать общую кислотность по формуле с учетом коэффициента.

Используемые материалы и оборудование: водяная баня; колба мерная емкостью 200 мл; колба коническая емкостью 100-200 мл; воронки; пипетка объемом 5 мл; бюретка; 0,1 н NaOH; фенолфталеин; тимолфталеин; лакмусовая бумага; ступка с пестиком; весы; ножи; ножницы; цилиндры мерные объемом 50 и 200 мл; фильтровальная бумага; восковые карандаши; термометр водный до 100-150°C; стакан или колба емкостью 100-200 мл; ягоды, фрукты, овощи, желательно слабо окрашенные или бесцветные, не содержащие красные или оранжевые пигменты; кварцевый песок.

Теоретические сведения

При определении содержания органических кислот или их солей различают:

1. Общую кислотность, или общее содержание кислоты, понимая под этим количество анионов и недиссоциированных молекул кислоты.
2. Концентрацию водородных ионов, часто обозначаемую, как «истинная кислотность».
3. Титруемую кислотность - концентрацию свободной кислоты.

Однако это справедливо только для одноосновных кислот. У двухосновных кислот часть общей кислотности, которую можно титровать щелочью, состоит из двух фракций: недиссоциированной кислоты и одновалентных кислотных ионов.

При анализах органические кислоты можно экстрагировать из свежих, замороженных или высушенных растительных тканей.

Величину общей кислотности можно определить алкалиметрическим или ацидиметрическим титрованием с использованием соответствующих индикаторов или потенциометрически.

Принцип метода:

Кислоты извлекают из измельченного растительного материала в результате нагревания с водой при температуре 80-90 °C в течение 30 мин. Извлеченные кислоты оттитровывают раствором щелочи.

Общее количество кислот обычно пересчитывают на яблочную кислоту, так как она преобладает во многих плодах и овощах.

Ход работы

1. Отмерить 150 мл дистиллированной воды. 20 г растительного материала (свежие плоды, овощи или листья растений) тщательно измельчить и растереть в ступке с кварцевым песком и небольшим количеством воды из отмеренных 150 мл. Растительную массу перемешать и перенести без потерь в широкогорлую колбу объемом 200 мл, ступку и пестик тщательно два-три раза обмыть водой из этих же 150 мл. Промывные воды слить в ту же колбу.

2. После этого в колбу долить оставшуюся от 150 мл дистиллированную воду и выдержать 30 мин в водяной бане при температуре 80-90 °С.

3. Затем колбу охладить водопроводной водой, довести водой до метки и отфильтровать в сухой стакан или колбу. Полученный фильтрат служит для определения общей кислотности.

4. 50 мл фильтрата, содержащего кислоты, перенести в коническую колбу емкостью 100-200 мл. Затем в колбу добавить несколько капель спиртового раствора фенолфталеина и оттитровать из бюретки 0,1 н раствором NaOH до розового окрашивания. Вместо фенолфталеина в качестве индикатора можно использовать спиртовой раствор тимолфталеина. В этом случае титровать до появления синего окрашивания.

У слабо окрашенных растворов переход окраски легче уловить, если сравнивать окраску с рядом стоящей колбой с таким же количеством вытяжки из растений с добавлением такого же количества капель фенолфталеина или тимолфталеина. В том случае, когда раствор сильно окрашен и переход окраски раствора при добавлении щелочи определить трудно, при титровании используют лакмусовую бумагу. Для этого капли жидкости из колбы при титровании перенести на кусочек лакмусовой бумаги и наблюдать изменение окраски.

Вычисление результатов

При расчете необходимо учитывать количество щелочи, израсходованное на титрование, и поправку к ее титру. Общую кислотность рассчитать по формуле:

$$X = \frac{a * T * 200,0 * 10,}{n * 50,0},$$

где a - количество 0,1 н NaOH, пошедшее на титрование, мл (с точностью до 0,1);

T - поправка к титру щелочи (обычно 1,0);

200,0 - общий объем вытяжки, мл;

50,0 - объем вытяжки, взятый для титрования, мл;

n - навеска материала, г (с точностью до 0,1);

10 - перевод в миллиэквиваленты кислот (1 мл 0,1 н NaOH соответствует 0,1 мэкв кислоты);

X - количество кислот в растительном образце, мэкв.

Часто содержание кислот выражают не в миллиэквивалентах на 1 г, а в процентах. Для этого число миллиэквивалентов умножают на массу 1 мэкв кислоты (в граммах): 1 мэкв яблочной кислоты равен 67 мг (0,067 г), лимонной - 64 мг, винной - 65 мг, щавелевой - 45 мг.

Обычно в зависимости от преобладания той или иной органической кислоты в изучаемом объекте для пересчета используют соответствующий коэффициент.

Результаты опыта записать в таблицу 1:

Таблица 1 - Содержание органических кислот в _____
(указать объект исследования)

Результаты титрования, мл (а)	Общий объем вытяжки, мл	Объем вытяжки, взятый на титрование, мл	Навеска растительного материала, г	Общая кислотность	
				мэкв	%

Результаты, полученные группой при изучении различных объектов, записать в сводную таблицу 2.

Таблица 2 - Общая кислотность различных растительных объектов

Объект	Общая кислотность	
	мэкв	%

Примечание. Все данные в таблицах 1-2 должны быть указаны с точностью до 0,1.

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют методы определения кислотности растительных тканей?
2. Что называют общей кислотностью?
3. Что называют титруемой кислотностью?

Лабораторная работа № 14. Определение качества растительного масла (кислотного числа)

Цель работы: ознакомиться с основными показателями качества растительного масла и методами их определения.

Задание: 1. Провести титрование растворенного масла (жира) 0,1 н водным раствором КОН. 2. Вычислить величину кислотного числа по формуле.

Используемые материалы и оборудование: водяная баня; колба коническая емкостью 50-100 мл; бюретка с воронкой; цилиндр мерный емкостью 50-100 мл; ложечка для масла; стеклянная палочка; пипетка химическая с грушей; восковой карандаш; нейтрализованная смесь спирта и серного эфира (1 : 1 v/v); 0,1 н водный раствор КОН; 1%-ные спиртовые растворы фенолфталеина и тимолфталеина; весы.

Теоретические сведения

Растительные жиры, или масла, - главный запасной продукт семян большинства растений. Жиры в семенах могут накапливаться в большом количестве - до 30-40 % общей массы и до 50-60 % массы ядра. Чистые растительные масла - бесцветные вещества; окраска природных масел обуславливается продуктами распада хлорофилла и каротиноидами.

Жиры представляют собой смесь триглицеридов - сложных эфиров глицерина и высших жирных кислот и построены по следующей схеме:



|



|



где R_1 , R_2 и R_3 - остатки высших жирных кислот.

Всего в состав растительных жиров может входить до 50-ти различных жирных кислот, но в наибольшем количестве содержатся миристиновая, пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая и рицинолевая кислоты.

Насыщенные жирные кислоты - твердые (при комнатной температуре), а ненасыщенные - жидкие вещества.

Растительные жиры, кроме триглицеридов, всегда содержат в небольшом количестве и другие вещества: свободные жирные кислоты, моно- и диглицериды, фосфатиды, некоторые жирорастворимые витамины.

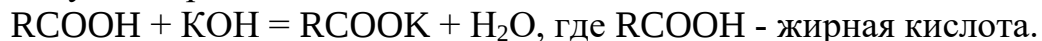
Растительные масла очень разнообразны по своим свойствам. Для общей характеристики входящих в их состав жирных кислот принят ряд констант. Основными константами жиров являются *кислотное число*, *число омыления*, *эфирное*, *йодное* и *перекисное числа*.

Кислотное число, или *кислотность*, *жира* - количество миллиграммов едкого калия, необходимое для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира.

В жирах почти всегда имеются свободные жирные кислоты, причем в растительных жирах их концентрация обычно более высокая, чем в животных. Особенно много свободных жирных кислот в масле незрелых семян. При созревании их количество уменьшается и, соответственно, понижается кислотное число. Содержание свободных жирных кислот может увеличиваться при длительном хранении семян масличных культур и прорастании семян в результате гидролиза жиров. В итоге, величина кислотного числа масла непостоянна.

Принцип метода

Масло нейтрализуют титрованным раствором КОН, в результате чего между едким калием и находящимися в масле свободными жирными кислотами идет следующая реакция:



По количеству раствора КОН, затраченного на нейтрализацию кислот, судят о величине кислотного числа.

Ход работы

1. В чистую сухую колбу на аналитических весах взвесить около 1 г масла (массу навески учесть с точностью до 0,1 г), прибавить 30,0 мл предварительно нейтрализованной смеси эфира с 96%-ным спиртом (1 : 1 v/v) и растворить масло.

2. Если масло растворяется плохо, смесь в колбе тщательно перемешать и слабо нагреть в горячей воде (на водяной бане) при встряхивании.

3. После растворения жира в колбу добавить несколько капель индикатора фенолфталеина и оттитровать 0,1 н водным раствором КОН до появления ярко-розовой окраски. Если для исследования был взят темноокрашенный жир, в котором трудно наблюдать розовую окраску, вместо фенолфталеина надо взять тимолфталеин и титровать до появления синей окраски.

Вычисление результатов

Величину кислотного числа вычислить по формуле:

$$X = \frac{a * 5,61 * T}{n},$$

где X - кислотное число;

a - количество 0,1 н раствора КОН, затраченное на титрование, мл;

T - поправка к титру КОН (обычно равна 1,0);

n - навеска масла, взятая для анализа, г.

Содержание жирных кислот в масле можно выразить не кислотным числом, а в процентах от массы масла. При обычном титровании масла для определения кислотного числа нельзя получить никаких данных о молекулярной массе жирных кислот, входящих в его состав, и, следовательно, нельзя прямо вычислить процентное содержание кислот. Поэтому условно расчеты ведут на свободную олеиновую кислоту (она наиболее часто встречается в жирах растений, произрастающих в нашей стране). Для этого кислотное число умножают на коэффициент 0,503, который получают из следующего уравнения:

$$\text{процент свободных жирных кислот} = \frac{\text{кислотное число} * 282,3 * 100}{56,11 * 1000},$$

где 282,3 - относительная молекулярная масса олеиновой кислоты;

56,11 - относительная молекулярная масса КОН;

100 - пересчет на процентное содержание;

1000 - пересчет миллиграммов в граммы.

Контрольные вопросы:

1. Что собой представляют жиры в растениях?
2. Что называют кислотным числом?
3. Какими методами определяют содержание жирных кислот в масле?

Лабораторная работа № 15. Определение нитратов в растениях

Цель работы: освоение методов определения нитратов в растениях.

Задание: 1. Определить наличие нитратов в растении по реакции на дифениламин.

Используемые материалы и оборудование: различные живые растения (фрукты и овощи); раствор дифениламина в крепкой серной кислоте (0,1 г в 10,0 мл кислоты); в капельнице; половинка чашки Петри, вставленная в другую половинку, на которую положена белая бумага; фарфоровый пестик и ступка; ножницы; стакан с водой; фильтровальная бумага; кусочки марли.

Теоретические сведения

Соли азотной кислоты, поглощаемые корнями из почвы, в растении восстанавливаются до аммиака, который связывается кетокислотами (пировиноградной, щавелевоуксусной, альфа-кетоглутаровой), образуя в процессе аминирования так называемые первичные аминокислоты - аланин, аспаргиновую, глутаминовую. Другие аминокислоты образуются путем переаминирования. Значительная часть аммиака связывается также в процессе амидирования.

При достаточно высоком содержании растворимых углеводов и высокой активности соответствующих ферментов перечисленные биохимические процессы происходят в корнях. Однако часть нитратов (нередко весьма значительная) может перейти через паренхиму корня в неизмененном виде. В этом случае нитраты поднимаются с восходящим током в листья, где и происходит их восстановление.

Принцип метода

Для обнаружения нитратов можно использовать реакцию с дифениламином, который в присутствии NO_3^- образует синюю анилиновую окраску. По интенсивности посинения можно приблизительно судить о качестве нитратов в исследуемом объекте.

Ход работы

1. Поместить в половинку чашки Петри, под которую положена белая бумага, исследуемую часть какого-либо растения.
2. Размять кусочки растительной ткани фарфоровым пестиком и облить раствором дифениламина в крепкой серной кислоте.
3. Немедленно отметить степень посинения, которая через некоторое время может измениться.

Работу необходимо проводить всей группой одновременно для того, чтобы сравнить результаты.

4. Исследовать разные части одного растения (черешок и листовую пластину и др.). Палочку каждый раз необходимо ополаскивать чистой водой и вытирать, чашку Петри заменять новой.

5. Степень посинения оценить по пятибалльной системе.

Оформление результатов.

Каждый студент анализирует разные части какого-либо одного растения. Результаты, полученные группой, записать в итоговую таблицу - таблицу 1.

Таблица 1 – Содержание нитратов в различных частях растений.

Растительный объект	Часть растения	Содержание нитратов по реакции с дифениламином, баллы

6. Сделать выводы:

- в каких частях исследованных растений происходит восстановление нитратов;

- отличия в содержании нитратов в различных частях и органах растений.

Контрольные вопросы:

1. На какие группы делят элементы минерального питания?

2. Какой признак положен в основу этой классификации?

3. Какие существуют методы определения нитратов в растениях?

2. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Общие требования безопасности

1.1. К работе в химических лабораториях допускаются лица в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие инструктаж по охране труда, медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья.

1.2. Лица, допущенные к работе в лаборатории, должны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, расписание учебных занятий, установленные режимы труда и отдыха.

1.3. При работе в лаборатории возможно воздействие на работающих следующих опасных и вредных производственных факторов:

- химические ожоги при попадании на кожу или в глаза едких химических веществ;
- термические ожоги при неаккуратном пользовании спиртовками и нагревании жидкостей;
- порезы рук при небрежном обращении с лабораторной посудой;
- отравление парами или газами высокотоксичных химических веществ;
- возникновение пожара при неаккуратном обращении с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями.

1.4. При работе в лаборатории должна использоваться следующая спецодежда и средства индивидуальной защиты: халат хлопчатобумажный, фартук прорезиненный, резиновые сапоги и перчатки, очки защитные, респиратор или противогаз.

1.5. В лаборатории должна быть медицинская аптечка с набором необходимых медикаментов и перевязочных средств.

1.6. Лаборатория должна быть оборудована вытяжным шкафом для хранения кислот, щелочей и проведения опытов с ЛВЖ и ГЖ.

1.7. Лаборанты и преподаватели обязаны соблюдать правила пожарной безопасности, знать места расположения первичных средств пожаротушения. Лаборатория должна быть оснащена первичными средствами пожаротушения: двумя огнетушителями, ведром с песком и двумя накидками из огнезащитной ткани.

1.8. О каждом несчастном случае пострадавший или очевидец обязан немедленно сообщить преподавателю, зав. лабораториями, начальнику службы ОТ, директору.

1.9. В процессе работы преподаватели и лаборанты должны соблюдать правила ношения спецодежды, пользования средствами индивидуальной и коллективной защиты, соблюдать правила личной гигиены, содержать в чистоте рабочее место.

1.10. Лица, допустившие невыполнение или нарушение инструкций по охране труда, привлекаются к дисциплинарной ответственности в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка и при необходимости подвергаются внеочередной проверке знаний норм и правил охраны труда.

2. Требования безопасности перед началом работы

2.1. Надеть спецодежду, обязательную при работе со щелочноземельными металлами, кальцием, кислотами и щелочами, подготовить к использованию средства индивидуальной защиты.

2.2. Подготовить к работе и проверить исправность оборудования, приборов, убедиться в целостности лабораторной посуды.

2.3. Убедиться в наличии и целостности заземления у приборов.

2.4. Проверить исправность и работу вентиляции вытяжного шкафа.

2.5. Проветрить помещение лаборатории.

3. Требования безопасности во время работы

3.1. Запрещается использовать лаборатории в качестве кабинета для занятий по другим предметам.

3.2. Пребывание студентов в лаборантской запрещается. Работать в помещении лаборатории разрешается только в присутствии преподавателя.

3.3. Во время работы в лаборатории требуется соблюдать чистоту, порядок и правила охраны труда.

3.4. Работа должна быть организована так, чтобы во время длительных операций одновременно можно было выполнять другую работу.

3.5. Нельзя нагревать пробирку с растворами реагирующих веществ на сильном пламени, так как при этом жидкость выбрасывается из пробирки, что ведет к потере исследуемого вещества.

3.6. Когда требуется понюхать пахучие вещества, необходимо легким движением ладони руки направить струю воздуха от сосуда к себе.

3.7. Отработанные растворы, остатки кислот, сернистых соединений, соединений ртути и серебра, растворы, содержащие йод и т. д., сливают в специальные банки. Нельзя сливать указанные растворы в раковины, соединенные с общей системой канализации.

3.8. Не допускается выбрасывать в канализацию реактивы, сливать в нее растворы, ЛВЖ и ГЖ. Их необходимо сливать для последующего обезвреживания в стеклянную тару с крышкой емкостью не менее 3 л.

3.9. Запрещается хранить любое оборудование на шкафах и в непосредственной близости от реактивов и растворов.

3.10. Приготавливать растворы щелочей, концентрированных кислот и водного раствора аммиака разрешается только с использованием средств индивидуальной защиты в вытяжном шкафу с включенной вентиляцией в фарфоровой лабораторной посуде, причем жидкость большей плотности вливать в жидкость меньшей плотности.

3.11. Работа с химическими веществами без спецодежды и наличия необходимых средств защиты глаз, органов дыхания, кожных покровов запрещается.

3.12. Работа с кислотами и щелочами:

3.12.1. Для предупреждения ожогов при работе с кислотами и щелочами необходимо пользоваться спецодеждой, очками и другими средствами защиты.

3.12.2. Концентрированные кислоты и щелочи хранятся в стеклянных бутылках, которые помещены в обрешетки. Пространство между бутылкой и обрешеткой должно быть заполнено упаковочным материалом.

3.12.3. При переносе бутылей с кислотами или щелочью пользуются двухручными корзинами. Переносить корзины с бутылками следует с большой осторожностью, предохраняя их от удара. Удобно пользоваться тележкой или носилками.

3.12.4. Допускается переноска кислот одним человеком в стеклянной посуде вместимостью не более 0,5 л в специально приспособленных ящиках с ручкой.

3.12.5. Расфасовка кислот производится в специальном помещении. Концентрированные кислоты должны поступать в лаборатории в таре вместимостью не более 1 л.

3.12.6. Кислоты, щелочи и другие жидкости следует переливать при помощи:

3.12.6.1. Сифонов с грушей или ручных насосов. Разливать концентрированную азотную, серную и соляную кислоты нужно только при включенной вентиляции в вытяжном шкафу.

3.12.6.2. Установить корзину с бутылкой на подставку, медленно наклонять бутылку вместе с корзиной. В горло сосуда, куда наливают кислоту или щелочь, вставляют стеклянную воронку большого диаметра.

3.12.7. Запрещается хранить растворы щелочей и кислот в тонкостенной стеклянной посуде.

3.12.8. При работе пипетками с растворами крепких щелочей и кислот:

3.12.8.1. Запрещается затягивать жидкость ртом.

3.12.8.2. Заполнение пипеток разрешается с помощью резиновой груши или вакуума.

3.12.9. При приготовлении растворов кислот (соляной, серной, азотной) необходимо осторожно вливать тонкой струей кислоты в воду при непрерывном помешивании, а не наоборот.

3.12.10. Запрещается применять серную кислоту в вакуум-эксикаторах в качестве водопоглощающего средства.

3.12.11. Растворять твердые щелочи следует путем медленного прибавления их небольшими кусочками к воде при непрерывном перемешивании. Кусочки щелочи разрешается брать только щипцами.

3.12.12. При смешивании веществ, сопровождающимся выделением тепла, необходимо пользоваться термостойкой толстостенной стеклянной или фарфоровой посудой.

3.12.13. В лабораториях концентрированные кислоты необходимо хранить в склянках на противнях под тягой.

3.12.14. На рабочем месте необходимо иметь соответствующие нейтрализующие вещества.

3.13. Работа с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями:

3.13.1. Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости следует доставлять в лабораторию в закрытой посуде, помещенной в тару с ручками.

3.13.2. Запас хранящихся в лаборатории ЛВЖ и ГЖ не должен превышать суточной потребности.

3.13.3. ЛВЖ и ГЖ должны храниться в лабораторных помещениях в толстостенной стеклянной посуде, закрытой пробками, помещенной в специальные металлические ящики с крышками, стенки и дно которых должны быть выложены асбестом. Примечание: вместимость стеклянной посуды для ЛВЖ и ГЖ не должна превышать 1 л.

3.13.4. Все работы с ЛВЖ и ГЖ проводятся в вытяжном шкафу при работающей вентиляции, выключенных газовых горелках и электронагревательных приборах.

3.13.5. При перегонке ЛВЖ и ГЖ необходимо следить за работой холодильника. Во избежание взрыва запрещается выпаривать низкокипящие ЛВЖ досуха. Нагрев и перегонку ЛВЖ и ГЖ проводить на предварительно нагретых банях. Диаметр бани должен превышать размер используемого нагревательного прибора /электрические плитки должны быть с закрытой спиралью.

3.13.6. Запрещается нагревать на водяных банях вещества, которые могут вступать в реакцию со взрывом или выделением паров или газов.

3.13.7. При случайных проливах ЛВЖ (сероуглерод, бензин, диэтиловый эфир и др.), а также при утечках горючих газов необходимо выключить все источники открытого огня, электронагревательные приборы выключением общего рубильника. Место пролива жидкости следует засыпать песком, а загрязненный песок собрать совком или деревянной лопатой.

3.13.8. Запрещается внесение пористых, порошкообразных и других подобных им веществ (активированного угля, губчатого металла, пемзы и т. п.) в нагретые ЛВЖ и ГЖ.

3.13.9. Посуда, в которой проводились работы с ЛВЖ и ГЖ, после окончания работы должна быть немедленно освобождена от оставшейся жидкости и промыта.

3.13.10. Запрещается выливать ЛВЖ и ГЖ в хозяйственно-фекальную канализацию, а необходимо собирать в специальную герметично закрывающуюся посуду и в конце рабочего дня передавать из лаборатории для регенерации и для уничтожения в соответствии с установленным порядком.

3.13.11. Диэтиловый эфир следует хранить в посуде из темного стекла изолированно от других веществ в холодном помещении, так как при хранении на свету образуется взрывчатое вещество.

3.13.12. Спецодежду, загрязненную в ЛВЖ и ГЖ, а также окислителями немедленно заменить, а пострадавшему лицу немедленно принять душ.

3.14. Работа с использованием спиртового и сухого горючего

3.14.1. Перед зажиганием спиртовки нужно удостовериться, что корпус ее исправен, фитиль выпущен на нужную высоту и распушен, а горловина и держатель фитиля сухие.

3.14.2. Зажженную спиртовку нельзя переносить с места на место, нельзя зажигать спиртовку от другой.

3.14.3. Гасить спиртовку нужно, накрывая пламя фитиля колпачком. Задуть пламя запрещается.

3.14.4. В спиртовках используется только этиловый спирт (в крайнем случае керосин, пользоваться бензином или другими горючими жидкостями запрещается).

3.14.5. Иногда могут использоваться для нагревания брикеты /таблетки/ сухого горючего. Зажигать их нужно на керамических пластинках, тушить - колпачками для спиртовок или керамическими тигельками. Недогоревшие брикеты после тушения убираются в вытяжные шкафы.

3.15. Работа со стеклянной посудой

Основным травмирующим фактором, связанным с использованием стеклянной посуды, аппаратов и приборов, являются острые осколки стекла, способные вызвать порезы тела работающего, а также ожоги рук при неосторожном обращении с нагретыми до высокой температуры частями стеклянной посуды.

3.15.1. Вся посуда, в которой находятся химические вещества, должна иметь маркировку.

3.15.2. При проведении всех работ по сборке приборов необходимо соблюдать следующие правила:

3.15.2.1. Стеклянные трубки небольшого диаметра можно ломать только после подрезки их специальными ножами /пилой/ для резки стекла, предварительно защитив руки полотенцем.

3.15.2.2. Для облегчения сборки концы стеклянных трубок необходимо оплавливать и смачивать водой или глицерином.

3.15.2.3. При соединении стеклянных трубок с просверленной пробкой нужно держать пробку за боковые стороны одной рукой и насаживать ее на трубку, удерживаемую другой рукой.

3.15.3. Оставлять действующий прибор без присмотра не разрешается.

3.15.4. Для отсасывания под вакуумом используются колбы Бунзена, которые изготавливаются из толстого стекла.

3.15.5. Нагревая жидкость в пробирке или колбе, сосуд нужно держать специальным держателем так, чтобы отверстие было направлено в сторону от работающего.

3.15.6. Переносить посуды с горячей жидкостью нужно, держа их двумя руками - одной за дно, другой за горловину, используя при этом полотенце / во избежание ожога кистей и пальцев рук.

3.15.7. При закрывании толстостенного сосуда пробкой следует держать его за верхнюю часть горла. Нагретый сосуд нельзя закрывать притертой пробкой до тех пор, пока он не охладится.

3.15.8. При мытье посуды необходимо надевать резиновые перчатки, а в случае использования агрессивных жидкостей, особенно хромовой смеси или концентрированных щелочей - защитные очки или маску. Для мытья посуды можно применять мыло, кальцинированную соду, моющие средства, а также хромовую смесь, серную кислоту и растворы щелочей, в том числе 5-10%-ный раствор соды, 10%-ный раствор фосфата натрия или гексаметофосфата натрия. Для удаления из посуды нерастворимых в воде органических веществ используются органическими растворителями, например ацетоном, хлороформом, пет-

ролейным эфиром и т. п. Промываемую посуду ополаскивают изнутри несколько раз минимальными порциями подходящего растворителя, после чего сливают его в специальную банку с этикеткой "Слив". Для первых ополаскиваний можно брать уже использованный растворитель, а для последующих - чистый.

3.15.9. При переливании жидкостей следует пользоваться воронкой, поставленной в колею штатива над сосудом - приемником жидкости.

3.15.10. В тех случаях, когда реакция идет при нагревании реакционной смеси до кипения или при перегонке, следует пользоваться круглодонными тонкостенными колбами. Толстостенную посуду нагревать нельзя.

3.16. Работа с пероксидами

Пероксиды представляют собой нестабильные, чрезвычайно химически активные соединения. Органические пероксиды способны разлагаться под действием детонационного импульса, удара, трения, тепла, пламени, загрязнений и т. д.

3.16.1. Пероксидные соединения необходимо хранить в специальных металлических ящиках при температуре значительно выше температуры их разложения.

3.16.2. Для хранения жидких пероксидов и гидропероксидов необходимо применять емкости из полиэтилена или темного стекла. Твердые перекиси, чувствительные к механическим воздействиям, следует хранить в контейнерах-коробках, покрытых изнутри полиэтиленом или парафином. Запрещается применять навинчивающиеся крышки.

3.16.3. Все работы с концентрированным пероксидом водорода, неорганическими и органическими пероксидами следует проводить в герметичной аппаратуре с использованием защитных экранов.

3.16.4. Запрещается пользоваться загрязненными пероксидами. Во избежание загрязнения пероксидов необходимо их хранить в фабричной упаковке.

3.16.5. Дробление и просеивание небольших количеств пероксидов необходимо проводить в специальной камере из негорючего материала.

3.16.6. Во избежание взрыва перекисных соединений запрещается отгонять эфир досуха, а также взбалтывать сосуды с ними, так как начавшийся процесс разложения мгновенно нарастает и может привести к взрыву.

3.17. Работа с электрооборудованием и электроприборами в химической лаборатории

Химическая лаборатория по степени опасности поражения электрическим током относится к помещениям с повышенной или особой опасностью. Особая опасность обусловлена возможностью воздействия на электрооборудование химически активных сред.

3.17.1. Эксплуатация электрооборудования в лаборатории микробиологии и биохимическими веществами осуществляется в соответствии с требованиями, предъявленными к таким помещениям, Правилами техники безопасности при эксплуатации установок потребителей (ПТЭ и ПТБ), а также правилами устройства электроустановок ПУЭ.

3.17.2. Все лица, непосредственно работающие с электрооборудованием, приборами должны проходить предварительный и периодические медицинские

осмотры, а также производственное обучение с последующей проверкой знаний квалификационной комиссией с присвоением соответствующей группы по электробезопасности.

4. Требование безопасности в аварийных ситуациях

4.1. Разлитый водный раствор кислоты или щелочи засыпать сухим песком, переместить адсорбент от краев разлива к середине, собрать в полиэтиленовый мешочек и плотно завязать. Место разлива обработать нейтрализующим раствором, а затем промыть водой.

4.2. При разливе ЛВЖ и органических веществ объемом до 50 мл погасить открытый огонь спиртовки и проветрить помещение. Если разлито более 100 мл, удалить студентов из лаборатории, погасить открытый огонь спиртовки и отключить систему электроснабжения помещения устройством вне лаборатории. Разлитую жидкость засыпать сухим песком или опилками, влажный адсорбент собрать деревянным совком в закрывающуюся тару и проветрить помещение до полного исчезновения запаха.

4.3. При разливе ЛВЖ и их загорании немедленно эвакуировать студентов из лаборатории, сообщить о пожаре в пожарную часть по телефону "01" и приступить к тушению очага возгорания первичными средствами пожаротушения.

4.4. В случае, если разбилась лабораторная посуда, не собирать осколки незащищенными руками, а использовать для этой цели щетку и совок.

4.5. При получении травмы немедленно оказать первую помощь пострадавшему, сообщить об этом зав. лабораториями, начальнику службы ОТ, директору. При необходимости отправить пострадавшего в лечебное учреждение.

5. Требования безопасности по окончании работы

5.1. Привести в порядок рабочее место, убрать все химреактивы на свои места в лаборантскую в закрывающиеся на замки шкафы и сейфы.

5.2. Отработанные растворы реактивов слить в стеклянную тару с крышкой емкостью не менее 3 л для последующего уничтожения.

5.3. Выключить вентиляцию вытяжного шкафа.

5.4. Отключить приборы от электрической сети. При отключении от электророзетки не дергать за электрический шнур.

5.5. Снять спецодежду, средства индивидуальной защиты и тщательно вымыть руки с мылом.

5.6. Проветрить помещение лаборатории.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

Для успешного освоения дисциплины «Физиология и биохимия растений» студент должен активно работать на лекционных и лабораторных занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые и практические задания. Тестирование обучающихся и решение практических задач проводится на лабораторных занятиях после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед проведением тестирования преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после проведения тестирования проводит анализ его работы. Перечень примерных тестовых и практических заданий представлен в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация проводится в четвертом семестре в виде зачета, в пятом семестре - в виде экзамена. К зачету и экзамену допускаются студенты, освоившие темы курса и имеющие положительные оценки по текущим лабораторным занятиям.

Для успешного освоения дисциплины в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки к лабораторным занятиям и организации самостоятельной работы студентов. Материал пособия содержит рекомендации по написанию контрольной работы для студентов заочной формы обучения.

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины (в том числе в процессе ее освоения), а также методические материалы, определяющие процедуры этой оценки, приводятся в приложении к рабочей программе дисциплины (утверждается отдельно).

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (таблица 4).

Таблица 4 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40 %	41-60 %	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерий				
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых	Обладает частичными и разрозненными знаниями,	Обладает минимальным набором знаний, не-	Обладает набором знаний, достаточным для си-	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40 %	41-60 %	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
объектов	которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из них может связывать между собой)	обходимых для системного взгляда на изучаемый объект	стемного взгляда на изучаемый объект	изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно-корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно-корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40 %	41-60 %	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
				задачи
4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Основная литература:

1. Андреев, В.П. Лекции по физиологии растений [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.П. Андреев; Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена; науч. ред. Г.А. Воробейков. - Санкт-Петербург: РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. - 300 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

2. Веретенников, А.В. Физиология растений: учебник / А. В. Веретенников. - Изд. 3-е. - Москва: Академический Проект, 2006. - 480 с.

3. Кузнецов, В.В. Физиология растений: учебник / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. - Москва: Высшая школа, 2005. - 736 с.

4. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений: учебник / Н. Н. Третьяков, Е. И. Кошкин, Н. М. Макрушин. – Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва: КолосС, 2005. - 655 с.

Дополнительная литература:

1. Беликов, П.С. Физиология растений: учеб. пособие / П.С. Беликов, Г.А. Дмитриев. - Москва: Изд-во РУДН, 1992. - 248 с.

2. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия: учебник / Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина. - Изд. 3-е, испр. - Москва: Высшая школа, 2003. - 479 с.

3. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Комов, В.Н. Шведова; рец.: В.Г. Винтер, С.С. Михайлов, И.М. ВасиLINEЦ. - Изд. 2-е, испр. - Москва: Дрофа, 2006. - 639 с.

4. Частная физиология полевых культур: учеб. пособие / Е.И. Кошкин, Г.Г. Гатаулина, А.Б. Дьяков. - Москва: КолосС, 2005. - 343 с.

5. Биохимия растений: учеб. пособие / Л. А. Красильникова [и др.]; под ред. Л.А. Красильниковой. - Ростов на Дону: Феникс; Харьков: Торсинг, 2004. - 224 с.

6. Кретович, В.Л. Биохимия растений: учебник / В.Л. Кретович. - Москва: Высшая школа, 1980. - 445 с.

7. Лебедев, С.И. Физиология растений: учеб. пособие / С.И. Лебедев. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Москва: Агропромиздат, 1988. - 544 с.

8. Ленинджер, А. Биохимия: молекулярные основы структуры и функций клетки: пер. с англ. / А. Ленинджер. - Москва: Мир, 1976. - 957 с.

9. Ленинджер, А. Основы биохимии: в 3 т.: пер. с англ. / А. Ленинджер. - Москва: Мир, 1985. - 367 с.

10. Медведев, С.С. Физиология растений: учебник / С.С. Медведев; СПб. гос. ун-т. - Санкт-Петербург: Изд-во СПб. ун-та, 2004. - 336 с.

11. Основы биохимии: учеб. для студ. биол. спец. ун-тов / А.А. Анисимов [и др.]; под ред. проф. А.А. Анисимова. - Москва: Высшая школа, 1986. - 551 с.

12. Плешков, Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б.П. Плешков. – Изд. 5-е, доп. и перераб. - Москва: Агропромиздат, 1987. - 494 с.

13. Полевой, В.В. Физиология растений: учебник / В.В. Полевой. - Москва: Высшая школа, 1989. - 464 с.

14. Роньжина, Е.С. Биохимия растений: учеб. пособие и лабораторный практикум / Е.С. Роньжина; КГТУ. - Калининград: КГТУ, 2006. - 99 с.
15. Роньжина, Е.С. Физиология растений. Сборник задач: учеб. пособие / Е.С. Роньжина. - Калининград: КГТУ, 2008. - 92 с.
16. Филиппович, Ю.Б. Основы биохимии: учеб. по напр. и спец. "Химия" и "Биология" / Ю. Б. Филиппович. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - Москва: Агар, 1999. - 507 с.
17. Якушкина, Н.И. Физиология растений: учебник / Н.И. Якушкина, Е.Ю. Бахтенко. - Москва: ВЛАДОС, 2005. - 463 с.

Локальный электронный методический материал

Екатерина Андреевна Барановская

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

Редактор М. А. Дмитриева

Уч.-изд. л. 4,0. Печ. л. 3,5.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1