

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра ботаники и ландшафтной архитектуры

Е.В. Дымина, И.И. Баяндина

**Рабочая тетрадь
для лабораторно-практических
занятий
по физиологии и биохимии растений**



Новосибирск
2019

УДК 581.1 (076.5)

Рецензент: д-р биол. наук, проф. кафедры агроэкологии и микробиологии НГАУ Л.Н.Коробова

Рабочая тетрадь для лабораторно-практических занятий по физиологии и биохимии растений: учебное пособие/ Е.В. Дымина, И.И. Баяндина; Новосибир. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2019.- 48 с.

Учебное пособие содержит лабораторно-практические работы, которые позволяют составить представление о физиологических процессах в растительном организме и методах их исследований, а также вопросы для подготовки к сдаче тестов, зачета и экзамена.

Предназначено для студентов сельскохозяйственных вузов, обучающихся по направлениям: 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 35.03.01 – «Лесное дело», 35.03.10 – «Ландшафтная архитектура», 06.03.01 – «Биология», 35.03.07 – «Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», 20.03.02 – «Природообустройство и водопользование».

Утверждено и рекомендовано к изданию методическим советом Агрономического института.

©Новосибирский государственный
аграрный университет, 2019

ВВЕДЕНИЕ

Физиология растений изучает физиологические процессы и функции растительных организмов, их взаимосвязи и зависимость от факторов внешней среды. Биохимия растений изучает химический состав клетки, свойства и функции основных классов органических соединений.

Задачей физиологии сельскохозяйственных растений является получение максимально возможного количества высококачественной продукции растениеводства с единицы площади.

Лабораторно-практические занятия являются неотъемлемой частью учебного процесса. Проведение экспериментов способствует улучшению понимания отдельных процессов, протекающих в растительном организме, и закреплению теоретических знаний. В ходе практических занятий студенты изучают различные методы проведения исследований в биохимии и физиологии растений, которыми можно определить физиологическое состояние растительного организма и количество разнообразных веществ в нем, оценить селекционный материал, выявить влияние факторов внешней среды, провести мониторинг различных функций и процессов. Лабораторные работы учат студентов работать самостоятельно и в группе, формируют навыки проведения экспериментов, способность мыслить, оценивать полученные результаты и делать правильные выводы.

Для выполнения практических занятий необходимо:

- знать технику безопасности проведения лабораторных работ;
- подготовить теоретический материал по заданной теме, используя лекции, учебники и другие пособия;
- прочитать пояснения и ход выполнения задания;
- предварительно разобрать с преподавателем порядок выполнения работы;
- выполнить лабораторную работу;
- оформить результаты в виде таблиц, рисунков, графиков и сделать соответствующие выводы;
- сдать работу преподавателю.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. На первом занятии студенты должны изучить правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ и расписаться в журнале проведения инструктажа.
2. Запрещается входить в аудиторию в верхней одежде, шуметь, сорить и загромождать столы вещами.
3. Желательно на практических занятиях надевать белый халат.
4. Нельзя трогать реактивы и оборудование, которые не используются в данной лабораторной работе.
5. Нельзя пользоваться лабораторной посудой для питья и еды.
6. Нельзя нюхать, пробовать на ощупь и вкус химические реактивы и приготовленные в качестве объектов исследования биологические материалы.
7. Нельзя пользоваться реактивами без этикеток.
8. Необходимо наливать в бюретки только те реактивы, для которых они предназначены, согласно этикеткам.
9. Категорически запрещается смешивать реактивы и пользоваться грязными пипетками.
10. Нельзя набирать щелочи, кислоты, растворители и другие ядовитые вещества в пипетки ртом, для этого есть груши, резинки и мерные цилиндры.
11. Все работы с концентрированными кислотами, щелочами и летучими веществами необходимо проводить в вытяжном шкафу.
12. Запрещается нагревать растворы в плотно закрытых сосудах и брать руками горячие колбы и пробирки.
13. Запрещается оставлять без присмотра включенные электроприборы.
14. В случае попадания кислоты на кожу немедленно промыть водой и нейтрализовать раствором бикарбоната натрия.
15. В случае попадания щелочи на кожу немедленно промыть водой и нейтрализовать раствором борной кислоты.
16. Нельзя пользоваться треснутой и отколотой посудой.
17. При воспламенении горючих веществ тушить их песком, огнетушителем или противопожарным одеялом. Вызвать пожарных по телефону 01.
18. Если имеются пострадавшие, вызвать скорую помощь по телефону 03.
19. По окончании практического занятия сделать уборку на рабочем месте.

1.1.3. Реакция с йодом

Ход работы. В пробирку налить 2 мл вытяжки, добавить 1-2 капли раствора йода (10%-го раствора J_2 в KJ).

Вывод:

1.2. Изучение свойств олигосахарида сахарозы – $C_{12}H_{22}O_{11}$

1.2.1. Реакция Фелинга

Ход работы. Налить в пробирку 2 мл раствора сахарозы, добавить 1 мл жидкости Фелинга и кипятить 3-5 минут на водяной бане.

Вывод:

1.2.2. Реакция с йодом

Ход работы. В пробирку налить 2 мл раствора сахарозы, добавить 1-2 капли раствора йода (10%-го раствора J_2 в KJ).

Вывод:

1.2.3. Реакция гидролиза сахарозы

Ход работы. Налить в пробирку 5 мл раствора сахарозы, добавить 3 капли концентрированной соляной кислоты и кипятить на водяной бане 20 минут. Нейтрализовать гидролизат содой (Na_2CO_3), добавив несколько кристалликов. Написать реакцию гидролиза сахарозы.

1.2.4. Реакция Фелинга с гидролизатом

Ход работы. Налить в пробирку 2 мл гидролизата, добавить 1 мл жидкости Фелинга и кипятить 3-5 минут на водяной бане.

Вывод:

1.3. Изучение свойств полисахарида крахмала - $(C_6H_{10}O_5)_n$

1.3.1. Приготовление крахмального клейстера

Ход работы. 1г крахмала поместить в колбу, залить 50 мл холодной воды, перемешать и кипятить 5 минут.

1.3.2. Реакция Фелинга

Ход работы. Налить в пробирку 2 мл крахмального клейстера, добавить 1 мл жидкости Фелинга и кипятить 3-5 минут на водяной бане.

бане.

Вывод:

1.3.3. Реакция с йодом

Ход работы. Налить в пробирку 2 мл крахмального клейстера и добавить 1-2 капли раствора йода (10%-го раствора J_2 в KJ). Пробирку зарисовать.

Вывод:

1.3.4. Реакция гидролиза крахмала

Ход работы. Налить в пробирку 5 мл крахмального клейстера, добавить 4 капли концентрированной соляной кислоты и кипятить на водяной бане 30 минут. Нейтрализовать гидролизат содой (Na_2CO_3), добавив несколько кристалликов. Написать реакцию гидролиза крахмала.

1.3.5. Реакция Фелинга с гидролизатом

Ход работы. Налить в пробирку 2 мл гидролизата, добавить 1 мл жидкости Фелинга и кипятить 3-5 минут на водяной бане.

Вывод:

1.3.6. Реакция гидролизата с йодом

Ход работы. Налить в пробирку 2 мл гидролизата и добавить несколько капель раствора йода (10%-го раствора J_2 в KJ).

Вывод:

Результаты всех опытов занести в таблицу.

Название углевода	Формула	Растворимость в воде	Реакция с йодом	Реакция с жидкостью Фелинга
Глюкоза				
Сахароза				
Крахмал				

Подпись преподавателя:

РАБОТА 2

Получение раствора растительного белка и изучение его свойств

Вводные пояснения. Белки – это сложные полимерные соединения, состоящие из аминокислот. В состав белковых молекул входят 20 аминокислот. Синтез белка (**трансляция**) происходит на рибосомах. Аминокислоты соединяются в цепочку посредством пептидной связи (**-CO-NH-**). Количество и последовательность соединения аминокислот записаны в молекуле **ДНК**. Информация об этом переносится на рибосому с помощью **и-РНК**. Аминокислоты транспортируются к рибосоме с помощью **т-РНК**.

Материалы и оборудование: гороховая мука, колбы, пробирки, воронки, фильтры, 1% раствор сернокислого аммония, поваренная соль, 20%-й раствор гидроокиси натрия, 0,1% раствор сернокислой меди, концентрированные соляная и азотная кислоты, 10% водный раствор аммиака, водяная баня, весы.

2.1. Получение вытяжки белка

Ход работы. В колбу поместить 2 г гороховой муки и залить 20 мл 10%-го раствора сернокислого аммония, встряхивать 3 минуты и настаивать 30 минут. Профильтровать в пробирку, предварительно смочив фильтр раствором сернокислого аммония. В полученной вытяжке будет находиться белок глобулин. Разлить вытяжку глобулина в 5 пробирок и проделать с ним следующие опыты.

2.2. Осаждение глобулина

Ход работы. В пробирку налить 1 мл полученного раствора, добавить 15 мл воды, встряхнуть. В другую пробирку налить чистой воды и сравнить их. Обратить внимание на появление мути в первой пробирке из-за выпадения белка в осадок. Пробирки зарисовать.

Вывод:

2.3. Осаждение глобулина солью

Ход работы. В пробирку налить 2 мл вытяжки белка и насыпать ложечкой сухую поваренную соль (примерно 0,5 см на дно пробирки). Встряхнуть пробирку. Когда концентрация соли достигнет 50%, белок глобулин начнет выпадать в осадок, и раствор помутнеет. Долить в пробирку 10 мл воды и встряхнуть. Концентрация соли уменьшится, и белок вновь растворится. Пробирки зарисовать.

Вывод:

2.4. Денатурация белка

Ход работы. В пробирку налить 2 мл вытяжки белка и добавить 3 капли концентрированной соляной кислоты (или прокипятить 3 минуты на водяной бане). Белок денатурирует и выпадает в осадок. Чтобы проверить, какая прошла денатурация: обратимая или необратимая,- надо добавить в пробирку 5 мл раствора сернистого аммония (или охладить пробирку под холодной водой). Если осадок растворился – денатурация обратимая, если не растворился – необратимая.

Вывод:

2.5. Биуретовая реакция

Эту цветную реакцию дают все соединения, содержащие пептидную связь.

Ход работы. В пробирку налить 1 мл вытяжки белка, добавить 2 мл 20%-го раствора NaOH и взболтать. Затем прибавить 4-5 капель 0,1%-го раствора сернокислой меди. Образующийся осадок гидрата окиси меди в присутствии белка окрашивает раствор в _____ цвет. Написать формулу пептидной связи.

Вывод:

2.6. Ксантопротеиновая реакция

Эту цветную реакцию дают аминокислоты - фенилаланин, тирозин и триптофан.

Ход работы: В пробирку налить 2 мл вытяжки белка и 0,5 мл концентрированной азотной кислоты, нагреть на водяной бане до кипения. Белок денатурирует и окрашивается в _____ цвет. Пробирку охладить под краном с холодной водой. Добавить 1 мл водного раствора аммиака. Раствор окрасится в _____ цвет.

Вывод:

Подпись преподавателя:

РАБОТА 3

Растительные жиры и их основные свойства

Вводные пояснения. Липиды – это важный компонент любой клетки. Поскольку липиды не растворяются в воде и не могут передвигаться по растению, они синтезируются в каждой клетке из водорастворимых веществ, а именно из углеводов. Количество липидов варьирует в зависимости от вида растительного организма, его органа, возраста и факторов внешней среды. Сельскохозяйственные культуры, семена которых содержат большое количество липидов, называются **масличными**. Все липиды разделяют на **неполярные** (собственно жиры), **полярные и воска**.

Материалы и оборудование: растительное масло, 10% раствор гидроокиси натрия, пробирки, пробки, водяная баня.

3.1. Получение эмульсии. Устойчивость эмульсии

Ход работы. В одну пробирку к 10 мл воды добавить 0,5 мл растительного масла, в другую пробирку к 10 мл воды добавить 2-3 капли 10%-го раствора NaOH и 0,5 мл растительного масла. Обе пробирки встряхивать 3 минуты. Пробирки поставить в штатив и отметить время полного разделения масла и воды. Результаты занести в таблицу.

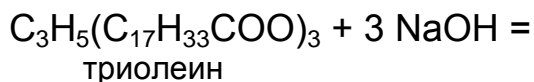
Вариант	Время полного разделения масла и воды
Эмульсия в нейтральной среде	
Эмульсия в щелочной среде	

Вывод:

3.2. Омыление жиров

Ход работы. В пробирку добавить 1-2 капли растительного масла, прибавить 2 мл 10%-го раствора NaOH и нагреть до кипения на водяной бане, периодически встряхивая.

Напишите реакцию омыления триолеина.



Полученные в результате реакции глицерин и натриевая соль олеиновой кислоты растворимы в воде. Чтобы в этом убедиться, налить в пробирку воды и взболтать.

Вывод:

Подпись преподавателя:

РАБОТА 4

Гидролиз крахмала амилазой

Вводные пояснения. Все функции растительного организма определяются набором биохимических реакций в нем. Скорость прохождения реакций в клетке регулируется биологическими катализаторами – **ферментами**. Согласно международной классификации, все ферменты разделили на шесть классов:

1. **Оксидоредуктазы** катализируют реакции окисления и восстановления.
2. **Трансферазы** катализируют перенос групп атомов между молекулами.
3. **Гидролазы** катализируют реакции гидролиза (расщепление сложных веществ до простых с участием воды).
4. **Лиазы** катализируют отщепление от субстрата групп атомов с образованием двойной связи или присоединение групп атомов по месту двойной связи.
5. **Изомеразы** катализируют превращения изомеров (перекомпоновку атомов внутри молекулы).
6. **Лигазы** (синтетазы) катализируют реакции синтеза с затратами энергии.

Материалы и оборудование: проросшие семена пшеницы, крахмальный клейстер, 10% раствор J_2 в КJ, фарфоровая ступка, весы, колбы, пробирки, пипетки, водяная баня.

4.1. Получение вытяжки амилазы

Ход работы. 2г проросших семян пшеницы растереть в фарфоровой ступке, залить 15 мл теплой воды ($35^{\circ}C$). Настоять 30 минут, затем профильтровать в пробирку. В вытяжке будет находиться фермент амилаза.

4.2. Приготовление слабого водного раствора йода

Ход работы. В колбу налить 100 мл воды и добавить 25-35 капель раствора йода (10%-го раствора J_2 в КJ). Приготовленный раствор разлить по 5 мл на 18 пробирок.

4.3. Гидролиз крахмала амилазой

Ход работы. В две пробирки налить по 5 мл 2%-го крахмального клейстера и добавить по 1 мл вытяжки амилазы, встряхнуть и записать в таблицы время начала опыта. Одну пробирку поставить на водяную баню, нагретую до $50...55^{\circ}C$, другую в штатив при комнатной температуре. Из первой пробирки (стоящей на водяной бане), через каждые 5 минут, брать пипеткой 1-2 капли гидролизующегося клейстера (пробу) и капать в первый ряд пробирок с раствором йода. Записывать в таблицу получившуюся окраску раствора. Из второй пробирки, находящейся в штативе при комнатной температуре, пробы

брать через каждые 20 минут. Капать гидролизующийся крахмал во второй ряд пробирок с раствором йода и отмечать полученный цвет в таблице.

Время начала опыта:	Гидролиз крахмала при $t\ 50...55^{\circ}\text{C}$	
Интервал времени взятия проб от начала опыта	окраска раствора	отметить время полного гидролиза
Через 5 мин		
Через 10 мин		
Через 15 мин		
Через 20 мин		
Через 25 мин		
Через 30 мин		
Через 35 мин		
Через 40 мин		
Через 45 мин		
Через 50 мин		
Через 55 мин		
Через 1 час		

Время начала опыта:	Гидролиз крахмала при комнатной температуре	
Интервал времени взятия проб от начала опыта	окраска раствора	отметить время полного гидролиза
Через 20 мин		
Через 40 мин		
Через 1 час		
Через 80 мин		
Через 100 мин		
Через 2 часа		

Гидролиз считают прошедшим, если при добавлении капли крахмала цвет раствора йода в пробирке не меняется. Окончание гидролиза проверяют реакцией Фелинга (к 2 мл гидролизующегося клейстера добавить 1 мл жидкости Фелинга и кипятить на водяной бане 3-5 минут). Отметить время полного гидролиза крахмала при комнатной температуре и при $50...55^{\circ}\text{C}$.

Вывод:

Подпись преподавателя:

РАБОТА 5

Обнаружение дубильных веществ в тканях растений

Вводные пояснения. **Фенольные соединения** растений имеют в составе молекулы бензольное кольцо с одной или несколькими гидроксильными группами. Они играют важную роль в устойчивости растений к неблагоприятным факторам. **Дубильные вещества** растений (танины) способны образовывать прочные связи с белками и другими макромолекулами. Это их свойство используется при дублении шкур. Качественное определение дубильных веществ основано на их способности давать окрашенные соединения с солями железа.

Материалы и оборудование: листья дуба, кора ивы, сосны, ели, лиственницы, акации, тополя, березы. Листья кукурузы, суккулентов, традесканции, хлорофитума. Фарфоровые чашки, пробирки, пипетки, водяная баня, бритвочки, стеклянные палочки, 1% раствор хлорного железа FeCl_3 .

5.1. Обнаружение дубильных веществ в коре растений

Ход работы. Кусочек коры растения величиной с горошину помещают в пробирку. Наливают 5мл воды и кипятят на водяной бане 10 минут. Добавляют в пробирку 1-2 капли хлорного железа. Отмечают изменение окраски в таблице.

5.2. Обнаружение дубильных веществ в клеточном соке листьев растений

Ход работы. Из листьев растения выжимают 1-2 капли сока в фарфоровую чашку. Добавляют каплю хлорного железа. Отмечают изменение окраски в таблице.

5.3. Обнаружение дубильных веществ в листьях растений

Ход работы. На свежий срез ткани листа наносят каплю хлористого железа. Отмечают изменение окраски в таблице.

Вариант (название растения)	Цвет и интенсивность окрашивания (+ - слабая, ++ - средняя, +++ - сильная)		
	кора	клеточный сок	ткань листа

Вывод:

Подпись преподавателя:

РАБОТА 6

Обнаружение алкалоидов в тканях растений

Вводные пояснения. Алкалоиды – это азотсодержащие гетероциклические соединения и физиологически активные вещества. Большинство алкалоидов являются ядами для животных и человека, так как они действуют на нервную систему: в малых дозах возбуждающе, в больших - угнетающе. Многие из них используются в медицине. Качественное обнаружение алкалоидов проводят раствором йода в КJ. Образовавшиеся нерастворимые соединения образуют осадок шоколадно-бурого цвета. Для обнаружения алкалоидов используют сок живых листьев или вытяжку из сухих.

Материалы и оборудование: люпин многолетний, белена черная, дурман обыкновенный, термопсис обыкновенный, акация, береза, традесканция, хлорофитум. Фарфоровые чашки, пробирки, пипетки, водяная баня, бритвочки, стеклянные палочки, 1% раствор J_2 в КJ.

6.1. Обнаружение алкалоидов в листьях растений

Ход работы. Навеску сухой траву 0,2г растирают в ступке, добавляя по каплям 5 мл воды. Полученную смесь фильтруют в пробирку. Берут пробирку с 10 каплями фильтрата и добавляют в нее 2 капли 1%-го раствора J_2 в КJ. Отмечают выпадение шоколадно-бурого осадка. Данные заносят в таблицу.

6.2. Обнаружение алкалоидов в клеточном соке листьев растений

Ход работы. Из листьев растения выжимают 1-2 капли сока в фарфоровую чашку. Добавляют каплю 1% раствора J_2 в КJ. Отмечают изменение окраски в таблице.

Вариант (название растения)	Интенсивность окрашивания (выпадения осадка)			
	нет	слабая	средняя	сильная

Вывод:

Подпись преподавателя:

2. ФИЗИОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Клетка является элементарной структурной и функциональной единицей живого организма. Существуют одноклеточные растительные организмы, состоящие из одной клетки (некоторые водоросли, грибы) и многоклеточные, состоящие из комплексов клеток (цветковые растения). Растительные клетки, в отличие от животных, имеют ряд особенностей.

Первым отличием является наличие **системы пластид**. Вторым отличием является **клеточная оболочка**. Третьим отличием является **большая центральная вакуоль**.

Общая характеристика растительной клетки

Структура	Функция	Состав
1	2	3
Ядро	Центр управления процессами в клетке, хранение и передача генетической информации	Две мембраны с порами, ДНК и белки (гистоны)
Рибосомы	Синтез белка	РНК и белки
Эндоплазматический ретикулум	Делит цитоплазму на компартменты, место синтеза белков и липидов, транспорт веществ	Мембраны
Аппарат Гольджи	Секреция веществ, синтез полисахаридов, присоединение углеводов к липидам и белкам	Мембраны
Митохондрии	Дыхание, синтез АТФ	Две мембраны, белки, ДНК, рибосомы
Пластиды (пропластиды, амилопласты, лейкопласты, хромопласты)	Запасание крахмала, терпеноидов, каротиноидов	Две мембраны, ДНК, белки, рибосомы, запасаемые вещества
Хлоропласты	Фотосинтез, синтез веществ	Две мембраны, ДНК, белки, рибосомы, хлорофилл, крахмал
Микротельца (пероксисомы, глиоксисомы)	Окислительные реакции, фотодыхание, глиоксилатный цикл	Мембрана, белки
Вакуоли	Осмотическая функция, хранение конечных продуктов обмена, функции лизосом (переваривание структур и молекул, отслуживших свой срок)	Мембрана, вода, минеральные соли, сахара, пигменты, органические кислоты, ферменты гидролиза
Сферосомы (липидные тела)	Запасание липидов	Мембрана, липиды, ферменты липаза и эстераза

1	2	3
Цитоскелет (микротрубочки и микрофиламенты)	Внутренний скелет клетки, внутриклеточное движение	Белок
Цитозоль	Связь органелл	Вода, минеральные и органические вещества
Клеточная стенка	Механическая опора и защита клетки, запас и транспорт воды	Целлюлоза, гемицеллюлоза, пектины

РАБОТА 7

Окрашивание живых и мертвых клеток нейтральным красным

Вводные пояснения. Цитоплазматические мембраны обладают свойством *полупроницаемости*. Различные вещества проникают в клетки и могут накапливаться в определенных органоидах. Если поступившее вещество токсично для клетки, то чаще всего оно транспортируется в вакуоль, где ферменты разлагают его до нетоксичных компонентов. Если клетка нежизнеспособна, то вещество распределяется по всему объему клетки. Это можно пронаблюдать, сравнивая различия в окрашивании клеток эпидермиса лука нейтральным красным.

Материалы и оборудование: репчатый лук без антоциана, 0,001% раствор нейтрального красного, предметные и покровные стекла, микроскопы, фарфоровые чашки.

Ход работы. В фарфоровую чашечку налить 1-2 мл 0,001%-го раствора нейтрального красного. С вогнутой поверхности чешуи лука снять 2-3 маленьких кусочка эпидермиса и положить в краситель. Через 15 минут промыть чистой водой, на предметное стекло поместить эпидермис в капле воды, рассмотреть под микроскопом и зарисовать.

Живые клетки, накопившие
краску в вакуолях

Мертвые клетки с окрашенными
ядром и цитоплазмой

Вывод:

Подпись преподавателя:

РАБОТА 8

Сравнение проницаемости мембран живых и мертвых клеток для клеточного сока

Вводные пояснения. Цитоплазматические мембраны играют важную роль в жизнедеятельности клетки. Основное свойство мембран – это полупроницаемость. Они легко пропускают воду и избирательно – другие вещества. **Клеточным соком** называется содержимое вакуоли. Если цитоплазматические мембраны повреждаются какими-либо факторами, то они начинают пропускать клеточный сок в наружный раствор. В этом можно убедиться, проведя следующий опыт.

Материалы и оборудование: корнеплод красной столовой свеклы, сверло, стеклянные палочки, пробирки, вода, 30% уксусная кислота, бритвочки.

Ход работы. Из корнеплода красной столовой свеклы вырезать сверлом цилиндр, из которого нарезать три одинаковых кусочка толщиной 1 см. Кусочки тщательно промыть водопроводной водой, чтобы удалить клеточный сок с поверхности разрезанных клеток, и поместить в три пробирки. В первую пробирку налить 5 мл 30%-го раствора уксусной кислоты, во вторую и третью – столько же воды. Первую и вторую пробирки поставить в штатив, а третью кипятить 5 минут на водяной бане. Сравнить интенсивность окраски содержимого трех пробирок и сделать вывод о причинах этих различий. Результаты наблюдений занести в таблицу.

Вариант опыта	Окраска жидкости	Проницаемость мембраны
Уксусная кислота		
Вода (кипячение)		
Вода (контроль)		

Вывод:

Подпись преподавателя:

РАБОТА 9

Обнаружение тонопласта по де Фризу

Вводные пояснения. Тонопласт – это мембрана, которая окружает вакуоль. Вакуоли выполняют следующие функции: регулируют водный обмен, хранят временно ненужные или находящиеся в избытке вещества, разлагают ядовитые для клетки вещества. Содержимое вакуоли на 90% и более состоит из воды, остальное – это минеральные вещества и ионы, ферменты, органические кислоты, пигменты, фенолы, терпеноиды, алкалоиды.

Материалы и оборудование: репчатый лук без антоциана, 1 М раствор азотнокислого калия с эозином, предметные и покровные стекла, микроскоп, бритвочки.

Ход работы. На предметное стекло капнуть молярный раствор азотнокислого калия с эозином. В каплю положить кусочек эпидермиса, снятого с вогнутой стороны мясистой чешуи лука без антоциана. Через 3 минуты препарат рассмотреть под микроскопом. Под действием соли происходит сокращение размеров вакуоли. Вакуоль остается неокрашенной. Ядро окрашивается в темно-розовый цвет, а цитоплазма – в светло-розовый. Наблюдения зарисовать.

Подпись преподавателя:

3. ВОДООБМЕН РАСТЕНИЙ

Водный обмен растений - это совокупность процессов поглощения, усвоения и выделения воды растениями. В жизни растений, как всех других живых организмов, воде принадлежит исключительная роль. Жизнь зародилась в воде, развилась в воде и возможна лишь при ее участии.

Молекула воды имеет форму **тетраэдра**. Молекулы воды взаимно притягиваются и образуют водородные связи. Часто образуются тетраэдрические структуры, называемые **кластеры**. В клетках и тканях различают две формы воды – свободную и связанную. Связанную воду подразделяют на **связанную осмотически, коллоидно связанную и капиллярно связанную**, которая находится в клеточных стенках и сосудах проводящей системы.

В цитоплазме содержание воды может достигать 95% от массы цитоплазмы. Первое место по концентрации воды в клетке (около 98%) занимает вакуоль. Вакуолярный сок можно рассматривать как раствор, удерживающий воду осмотически из-за избирательной проницаемости тонопласта.

РАБОТА 10

Плазмолиз и деплазмолиз

Вводные пояснения. Растительная клетка представляет собой осмотическую систему. Осмотически деятельным раствором является клеточный сок – содержимое вакуоли. По отношению к клетке внешние растворы разделяются на гипертонические, гипотонические и изотонические. Явление отхождения протопласта от клеточной оболочки в результате обезвоживания клетки называется **плазмолиз**. Наблюдаются различные формы плазмолиза: вогнутый, выпуклый и судорожный.

Материалы и оборудование: репчатый лук с антоциановой окраской эпидермиса, предметные и покровные стекла, пипетки, фильтровальная бумага, 1 М раствор NaCl, вода, микроскопы.

Ход работы. С выпуклой стороны мясистой чешуи лука с антоцианом снять кусочек эпидермиса и положить в каплю воды на предметное стекло. Препарат накрыть покровным стеклом и рассмотреть под микроскопом окрашенные антоцианом клетки эпидермиса. Затем с одной стороны покровного стекла отсосать воду кусочком фильтровальной бумаги, с другой стороны покровного стекла нанести 2-3 капли 1 М раствора поваренной соли. Наблюдать за изменениями, происходящими в клетках.

Затем аналогично заменить раствор соли водой. После замены гипертонического раствора на воду (гипотонический раствор) вода начинает поступать внутрь клетки. Объем протопласта при этом увеличивается, и протопласт вновь заполняет весь объем клеточной оболочки, то есть происходит деплазмолиз. Наблюдения зарисовать.

Подпись преподавателя:

РАБОТА 11

Определение осмотического потенциала клеточного сока плазмолитическим методом де Фриза

Вводные пояснения. Водный потенциал – это сила, с которой вода поступает в клетку. Водный потенциал – это мера свободной энергии молекул воды в системе, или способность воды покидать систему. Молекулы воды всегда движутся по градиенту водного потенциала (от большего значения к меньшему). Наивысшая величина водного потенциала у химически чистой воды и она принята за нуль, поэтому потенциал любого раствора имеет отрицательное значение. Водный потенциал измеряется в единицах давления (атмосферы, бары, паскали), так как он имеет размерность энергии, деленной на объем, что совпадает с размерностью давления.

Материалы и оборудование: репчатый лук с антоциановой окраской эпидермиса, пробирки, стеклянные палочки, предметные и покровные стекла, пипетки, 1М раствор NaCl, вода, микроскопы.

Ход работы. Из молярного раствора поваренной соли приготовить 10 растворов убывающей концентрации через 0,1 М. Растворы готовить согласно таблице, отмеряя жидкости через бюретки. С выпуклой стороны мясистой чешуи лука снять маленькие кусочки эпидермиса и с помощью стеклянной палочки поместить по два в каждую пробирку. Через 30 минут рассмотреть клетки эпидермиса под микроскопом в капле раствора соответствующей концентрации. Определить степень плазмолиза и занести данные в таблицу.

Концентрация раствора (С), М	Объемное соотношение в пробирке, мл		Изотонический коэффициент, i	Степень плазмолиза
	1 М NaCl	H ₂ O		
1,0	10	0	1,62	
0,9	9	1	1,63	
0,8	8	2	1,64	
0,7	7	3	1,66	
0,6	6	4	1,68	
0,5	5	5	1,70	
0,4	4	6	1,73	
0,3	3	7	1,75	
0,2	2	8	1,78	
0,1	1	9	1,83	

Найти такие два соседних по концентрации раствора, в одном из которых есть плазмолиз, а в другом плазмолиза нет. Первый раствор будет гипертоническим по отношению к раствору внутри клеток, а второй – гипотоническим. Изотоническим является раствор, концентрация которого равна средней арифметической между концентрациями этих двух растворов. Изотоническая концентрация равна $C = (C_{\text{гипертон.}} + C_{\text{гипотон.}}) : 2 = \text{_____ М.}$

Осмотический потенциал вычисляют по формуле

$$\Psi = -i \cdot C \cdot R \cdot T,$$

где Ψ - осмотический потенциал (в атмосферах);

i - изотонический коэффициент (изотонический коэффициент определяют также как изотоническую концентрацию);

$R = 0,0821 \text{ (л·атм)/(град·моль)}$ - газовая постоянная;

$T = t^{\circ}\text{C} + 273$ - температура воздуха в Кельвинах ($t^{\circ}\text{C}$ – это температура в комнате).

Расчёт: $\Psi =$

Подпись преподавателя:

РАБОТА 12

Определение сосущей силы ткани по изменению концентрации внешнего раствора методом Шардакова

Вводные пояснения. Водный потенциал определяет сосущую силу клетки: $S = -\Psi$.

$$S = \pi - P$$

Сосущая сила S – это сила, с которой вода поступает в клетку. Величина S определяется осмотическим давлением клеточного сока π и тургорным (гидростатическим) давлением в клетке P , которое равно противодействию клеточной стенки.

Материалы и оборудование: корнеплод столовой красной свеклы, пробирки, пипетки, 1 М раствор NaCl, вода, сверло, бритвочки, чашки Петри.

Ход работы. Взять штатив с 20 пробирками. В первый ряд пробирок из 1М раствора поваренной соли приготовить 10 растворов убывающей концентрации через 0,1М. Взболтать содержимое пробирок. Во второй ряд пробирок отлить по 1 мл растворов из первого ряда мерной пробиркой. Сверлом вырезать из корнеплода красной столовой свёклы цилиндр, из которого нарезать 20 дисков ткани одинакового размера (шириной 1-2мм). В каждую пробирку с 1 мл

раствора опустить по два диска корнеплода свеклы и выдержать 30 минут, периодически встряхивая.

Через 30 минут пипеткой набрать окрашенный раствор (примерно столбик 4 см). Пипетку погрузить в исходный раствор (9 мл) такой же концентрации, чтобы кончик ее находился на середине раствора. Медленно по капле выпустить раствор из пипетки, наблюдая, куда движутся окрашенные капли. Данные занести в таблицу.

Концентрация раствора(C), М	Объемное соотношение в пробирке, мл		Изотонический коэффициент i	Направление движения капли
	1 М NaCl	H ₂ O		
1,0	10	0	1,62	
0,9	9	1	1,63	
0,8	8	2	1,64	
0,7	7	3	1,66	
0,6	6	4	1,68	
0,5	5	5	1,70	
0,4	4	6	1,73	
0,3	3	7	1,75	
0,2	2	8	1,78	
0,1	1	9	1,83	

Найти пробирку, в которой окрашенные капли стоят на месте. Рассчитать сосущую силу по формуле, подставляя в неё данные этой строчки таблицы. Если такой пробирки нет, то концентрация раствора, в котором сосущая сила клетки и раствора равны, является средней арифметической между двумя соседними, в одной из которых капли движутся вверх, а в другой – вниз. $C = \text{_____ М.}$

Сосущую силу вычисляют по формуле $S = i \cdot C \cdot R \cdot T$, где

S - сосущая сила (в атмосферах);

i - изотонический коэффициент;

R = 0,0821(л·атм)/(град·моль) - газовая постоянная;

T = $t^{\circ}\text{C} + 273$ - температура воздуха в Кельвинах ($t^{\circ}\text{C}$ – это температура в комнате).

Расчёт: S =

Подпись преподавателя:

РАБОТА 13

Определение степени раскрытия устьиц методом инфильтрации по Молишу

Вводные пояснения. *Устьица* – это специализированные органы эпидермиса листа, через которые осуществляется взаимодействие с атмосферой. Определение степени раскрытия устьиц методом инфильтрации основано на способности жидкостей, смачивающих стенки, проникать через открытые устьичные щели в ближайшие межклетники, вытесняя из них воздух. При инфильтрации межклетников соответствующие участки листа становятся прозрачными. Если устьица широко раскрыты, то прозрачные пятна появятся в местах проникновения в межклетники спирта, бензина и эфира. Если устьица полуоткрыты, то спирт испарится, не оставив следа, а в лист проникают бензин и эфир, образуя светлые пятна. Если устьица слегка приоткрыты, то лишь эфир образует пятно.

Материалы и оборудование: лист пеларгонии, спирт, бензин, эфир, пипетки.

Ход работы. На три соседних участка нижней стороны листа нанести последовательно каплю спирта, бензина, эфира. Рассмотреть лист на свет.

Вывод:

Подпись преподавателя:

РАБОТА 14

Защитная роль пробковой ткани

Вводные пояснения. *Пробковая ткань* образуется тогда, когда пространство между фибриллами целлюлозы в клеточной стенке заполняются **суберином**. Пробка непроницаема для воды. Она защищает растения от механических повреждений, проникновения патогенов и избыточного испарения воды.

Материалы и оборудование: клубни картофеля, скальпель, весы.

Ход работы. Взять два близких по форме и массе клубня, с одного скальпелем снять пробковую ткань. Клубни взвесить с точностью до 0,01 г, поместить на лист бумаги, где написаны фамилии студентов и номер группы, и оставить на открытом воздухе на 7 дней.

Затем снова взвесить и вычислить процент усушки по формуле. Усушка $D = (A - B) \cdot 100 / A$, %, где А - исходная масса, В - масса через 7 дней. Данные занести в таблицу.

Вариант опыта	Масса, г		Усушка	
	А (исходная)	В (через 7 дней)	(А – В), г	$D = (A - B) \cdot 100 / A$, %
Клубень с пробкой				
Клубень без пробки				

Расчёт:

Вывод:

Подпись преподавателя:

РАБОТА 15

Весовой метод определения интенсивности транспирации по Иванову

Вводные пояснения. **Транспирация** – это физиологический процесс испарения воды с поверхности растений. Основной орган транспирации – лист. **Интенсивность транспирации** – это количество граммов испаренной воды за 1 час с единицы площади. Она равна у сельскохозяйственных растений 15 - 250 г/м²·ч днем и 1 – 20 г/м²·ч ночью. Чем моложе лист и выше ярус, тем интенсивнее происходит транспирация.

Материалы и оборудование: листья пеларгонии или традесканции, весы, карандаши, ножницы, листки в клеточку.

Ход работы. Отрезать два листа разных ярусов, каждый взвесить на весах с точностью до 0,001 г. Исходную массу записать в таблицу. Положить листья нижней стороной вверх на стекло. Через 6 минут снова взвесить и записать данные в таблицу. Определить

площадь листа (S) весовым методом. Лист растения наложить на бумагу и обвести контур карандашом. Контур листа вырезать и взвесить. Одновременно из той же бумаги вырезать квадрат и его взвесить. Площадь листа найти по формуле: $S = A \cdot C / B$,

где A – масса контура листа, г;

B – масса квадрата, г;

C – площадь квадрата, см².

Вариант	Масса контура на бумаге, г	Площадь, см ²
Квадрат	B=	C=
Лист верхнего яруса	A ₁ =	S ₁ =
Лист нижнего яруса	A ₂ =	S ₂ =

Рассчитать интенсивность транспирации по формуле:

$$T = (a - b) \cdot 10 \cdot 10000 / S, \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$$

Вариант	Масса листа, г		Площадь листа, см ² (S)	Интенсивность транспирации, г/м ² ·ч
	исходная (a)	через 6 мин (b)		
Лист верхнего яруса				
Лист нижнего яруса				

Расчёт:

Вывод:

Подпись преподавателя:

РАБОТА 16

Интенсивность испарения воды живыми и убитыми листьями

Вводные пояснения. Транспирация – это физиологический, а не физический процесс испарения воды с поверхности растений. Физический процесс – испарение воды из убитых листьев, происходит интенсивнее, чем физиологический процесс – транспирация.

Материалы и оборудование: листья пеларгонии или традесканции, весы, пинцеты, фильтровальная бумага, плитка, ёмкость с водой.

Ход работы. Срезать два листа разных ярусов, каждый взвесить с точностью до 0,001 г и положить нижней стороной вверх на стекло. Через 6 минут снова взвесить. Затем определить площадь листа. Результаты занести в таблицу. Вычислить интенсивность транспирации (см. работу 15). Затем листья убить кипячением в течение 3 минут. Обсушить их фильтровальной бумагой, взвесить и записать исходную массу в таблицу. Через 6 минут взвесить снова. Рассчитать интенсивность испарения воды по формуле:

$$T = (a - b) \cdot 10 \cdot 10000 / S, \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$$

Данные занести в таблицу.

Ярус	Лист	Масса листа, г		Интенсивность испарения воды, г/м ² ·ч
		исходная	через 6 мин	
Верхний	Живой			
	Убитый			
Нижний	Живой			
	Убитый			

Расчёт:

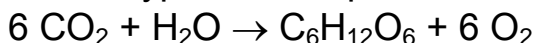
Вывод:

Подпись преподавателя:

4. ФОТОСИНТЕЗ И ДЫХАНИЕ РАСТЕНИЙ

Фотосинтез (фото – свет, синтез – соединение, греч.) – это образование клетками растений органических веществ за счет энергии света. Фотосинтез происходит при помощи пигментов, присутствующих в хлоропластах клеток. Фотосинтез осуществляют высшие растения, водоросли и некоторые микроорганизмы.

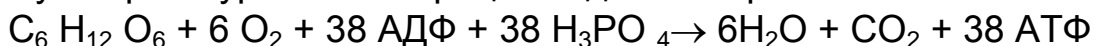
Общее уравнение фотосинтеза:



Процесс фотосинтеза делится на две фазы: световую и темновую..

Дыхание представляет собой окислительный распад органических веществ, синтезированных в процессе фотосинтеза, протекающий с потреблением кислорода и выделением углекислого газа. В процессе дыхания энергия углеводов преобразуется в энергию АТФ и может использоваться в метаболических процессах клетки.

Суммарное уравнение процесса дыхания растений:



РАБОТА 17

Пигменты фотосинтеза и их свойства

Вводные пояснения. Фотосинтез происходит при помощи пигментов, присутствующих в хлоропластах клеток. К пигментам фотосинтезирующих клеток относятся хлорофиллы, каротиноиды и фикобилины.

Материалы и оборудование: свежие листья растений, спирт, ФЭК, спектрофотометр, фарфоровые ступки, ножницы, пробирки.

17.1. Получение вытяжки пигментов листа

Ход работы. Взвесить 0,5 г листьев, мелко нарезать их в фарфоровую ступку, тщательно растереть, добавить 5 мл спирта. Всё перемешать и профильтровать в пробирку. Ступку обмыть оставшимися 5 мл спирта. Полученная вытяжка пигментов листа содержит хлорофиллы и каротиноиды.

17.2. Определение количества хлорофилла колориметрическим методом

Ход работы. Концентрацию хлорофилла определяют на фотоэлектроколориметре (ФЭК). Включить прибор на 15 минут. Установить красный светофильтр. Ручкой установки "0" на ФЭК поставить стрелку на ноль. В две кварцевые кюветы налить спирт и вытяжку пигментов. Поместить их в прибор. Установить против пучка

света кювету со спиртом ручкой «кюветы». Установить стрелку прибора на 100 ручкой «100». Передвинуть в пучок света кювету с вытяжкой хлорофилла. Стрелка покажет величину оптической плотности раствора.

Чтобы вычислить концентрацию хлорофилла (мг/л) по калибровочной кривой, найти на оси ординат установленную величину оптической плотности. От этой точки провести горизонтальную прямую до пересечения с калибровочной кривой. Из точки пересечения опустить вниз перпендикуляр на абсциссу и найти концентрацию хлорофилла в растворе (C). C = мг/л.

Рассчитать содержание хлорофилла (P) в 1 г растительного материала по формуле: $P = (C \times V)/m$, где

C - концентрация хлорофилла в растворе, мг/л;

V - объем вытяжки, л;

m - навеска растительного материала, г.

Расчёт: P =

17.3. Разделение смеси пигментов листа по методу Крауса

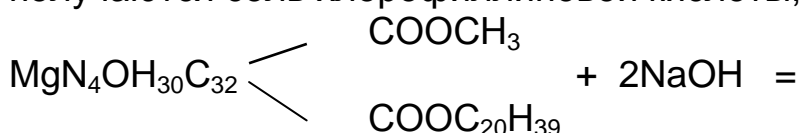
Разделение пигментов по Краусу основано на различной растворимости разных пигментов в различных растворителях. Хлорофилл растворяется в бензине лучше, чем в спирте. Каротиноиды подразделяются на каротины и ксантофиллы, отличающиеся от каротинов присутствием кислорода. Каротины растворяются в бензине лучше, чем в спирте, а ксантофиллы, напротив, - в спирте лучше, чем в бензине.

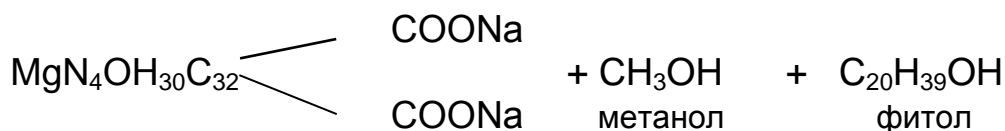
Ход работы. В пробирку налить 2 мл вытяжки пигментов, прибавить равный объем бензина и 2-3 капли воды. Пробирку встряхнуть и дать отстояться. Наблюдения зарисовать, отмечая окраску верхнего бензинового и нижнего спиртового слоев.

Вывод:

17.4. Омыление хлорофилла щелочью

Под действием щелочи хлорофилл омыляется, в результате получают соль хлорофиллиновой кислоты, фитол и метанол.





Натриевая соль
хлорофиллиновой кислоты

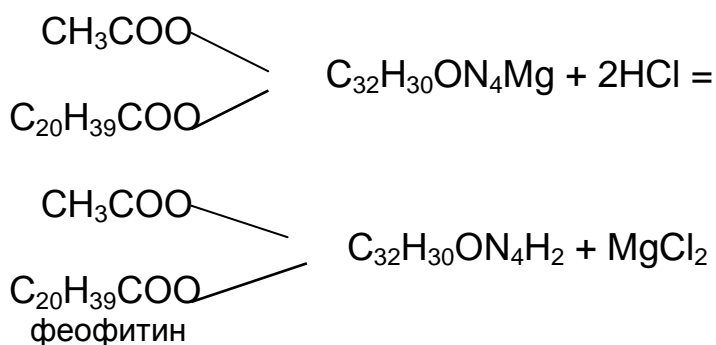
Соль хлорофиллиновой кислоты сохраняет зеленую окраску, но в отличие от хлорофилла растворяется в спирте лучше, чем в бензине.

Ход работы. В пробирку налить 2 мл спиртовой вытяжки пигментов, добавить 1 мл 20%-го спиртового раствора NaOH и довести до кипения на водяной бане. Раствор охладить, добавить равный объем бензина и 3 мл воды. Встряхнуть пробирку и дать отстояться. Наблюдения зарисовать, отмечая окраску верхнего бензинового и нижнего спиртового слоев.

Вывод:

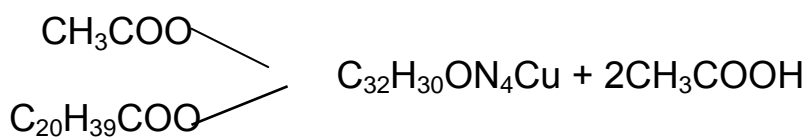
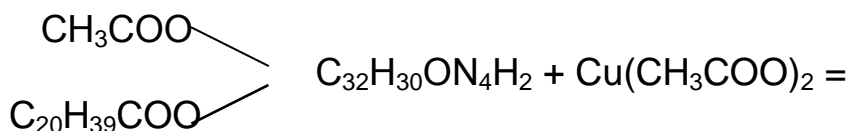
17.5. Получение феофитина и обратное замещение водорода атомом меди

Под действием кислоты в молекуле хлорофилла металл магний, связанный с азотом, заменяется атомами водорода. Образуется вещество феофитин бурого цвета, так как разрушается металлорганическая связь (между магнием и азотом).



Ход работы. В пробирку налить 2 мл спиртовой вытяжки хлорофилла и добавить 2-3 капли 10%-й соляной кислоты. При взбалтывании раствор буреет.

Если в молекуле феофитина заменить атомы водорода металлом (медью), то полученное вещество (медьпроизводное хлорофилла) будет иметь зелёную окраску, в результате восстановления металлорганической связи (между медью и азотом).



медьпроизводное хлорофилла

Ход работы. В пробирку добавить несколько кристаллов уксуснокислой меди и нагреть на водяной бане, следя за изменением окраски. Результаты опыта зарисовать.

Вывод:

Подпись преподавателя:

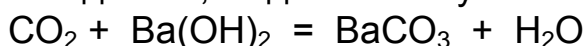
РАБОТА 18

Сравнение интенсивности дыхания разных растительных объектов

Вводные пояснения. Важным показателем, характеризующим процесс дыхания, является интенсивность дыхания. Она выражается количеством миллиграммов CO_2 , выделенного 100 г свежего растительного материала за 1 час. Прибор Бойсена-Иенсена для учета углекислого газа состоит из стеклянной банки на 250 мл с пробкой, к которой подвешивается маленькая корзиночка из медной сетки. В корзиночку помещается растительный материал.

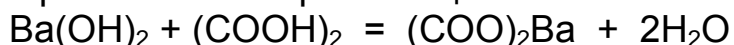
Материалы и оборудование: семена яровой пшеницы (сухие и проросшие), листья, приборы Бойсена-Иенсена, бюретки с баритом и щавелевой кислотой, фенолфталеин.

Ход работы. В три прибора Бойсена-Иенсена налить по 25 мл барита. В корзинки поместить исследуемые объекты согласно таблице. Крышки плотно закрыть и оставить на 1 час. В течение этого времени растения дышат, выделяемый углекислый газ поглощается баритом.



Время от времени барит слегка взбалтывать. Через 1 час растительный материал убрать, добавить в каждую банку 1-2 капли

фенолфталеина и титровать щавелевой кислотой.



Количество щавелевой кислоты, пошедшей на титрование, записать в таблицу (титр опыта).

Определить титр контроля. В колбу налить 25 мл барита Ba(OH)_2 , добавить 1-2 капли фенолфталеина и титровать щавелевой кислотой. Титр контроля будет одинаковым для всех образцов. Записать его в таблицу.

Материал	Навеска, г (m)	Количество щавелевой кислоты, мл		Интенсивность дыхания, мг CO_2 / 100 г
		титр контроля (A)	титр опыта (B)	
Семена сухие	15			
Семена проросшие	5			
Листья	5			

Титр щавелевой кислоты подобран так, что 1 мл ее соответствует 1 мг углекислого газа. Разность между количеством щавелевой кислоты, пошедшей на контрольное и опытное титрование, дает нам количество углекислого газа, выделенного за 1 час. Интенсивность дыхания выражается в количестве углекислого газа, выделенного 100 г растительного материала за 1 час. Рассчитать интенсивность дыхания (R) по формуле:

$$R = (A - B) \cdot 100 / m \cdot t, \text{ мг } \text{CO}_2 / 100 \text{ г.}$$

Расчёт:

Вывод:

Подпись преподавателя:

РАБОТА 19

Обнаружение активности ферментов дегидрогеназ в растениях

Вводные пояснения. Ферменты *дегидрогеназы* катализируют перенос водорода в анаэробных условиях. Метод определения активности дегидрогеназ основан на их способности в отсутствии кислорода превращать метиленовую синь в бесцветное соединение.

Материалы и оборудование: набухшие семена гороха или фасоли, пробирки, раствор метиленовой сини, водяная баня, чашки Петри.

Ход работы. С 10 набухших семян гороха снять семенную оболочку. Разделить на семядоли и разложить в две пробирки. В одну пробирку налить воды (чтобы покрыть семядоли) и убить их кипячением на водяной бане в течение 10 минут. Воду слить. Обе пробирки залить метиленовой синью на 10 минут. Краску слить, и семена промыть водой. Обе пробирки с горохом залить холодной кипяченой водой доверху (для создания анаэробных условий) и закрыть плотно пробками. Пробирки поставить на водяную баню при температуре 30°C на один час. Отметить изменение окраски семядолей в обоих вариантах. Затем воду из пробирок вылить, семена гороха высыпать в чашки Петри и оставить на воздухе. Отметить изменение окраски. Наблюдения зарисовать.

Вывод:

Подпись преподавателя:

5. МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ

Минеральное питание – это совокупность процессов поглощения, передвижения и усвоения химических элементов растительными организмами. Если вещества извлекаются из окружающей среды корнями, это называется корневое питание, если листьями – некорневое. Элементы, концентрация которых равна или больше 0,001% сухой массы, относят к **макроэлементам**, остальные к **микроэлементам**. Все элементы поглощаются растительными организмами в виде ионов из почвенного раствора.

РАБОТА 20

Микрохимический анализ золы растений

Вводные пояснения. После сжигания растений в золе остаются все элементы кроме углерода, водорода, кислорода и азота. Микрохимический анализ может быть качественным и количественным.

Для проведения анализа из золы необходимо получить вытяжку содержащихся в ней элементов. Предлагаемый метод основан на получении кристаллов определенной формы и цвета при кристаллизации полученных солей. Некоторые элементы можно определить, проводя цветные реакции.

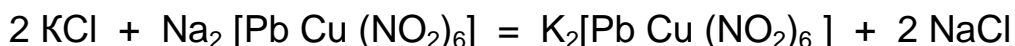
Материалы и оборудование: зола растений, пробирки, воронки, фильтры, пипетки, стеклянные палочки, весы, микроскопы, предметные стекла, 10% раствор HCl, 1% растворы $\text{Na}_2 [\text{Pb Cu} (\text{NO}_2)_6]$, H_2SO_4 , NH_3 водный, Na_2HPO_4 , $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, $3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$, растворенный в 15% HNO_3 .

21.1. Получение вытяжки

Ход работы. В пробирку взвесить 0,25г изучаемой золы. Налить 2 – 3 мл 10%-го раствора соляной кислоты. Взболтать и дать настояться 15 минут. После этого вытяжку профильтровать в пробирку.

21.2. Обнаружение калия

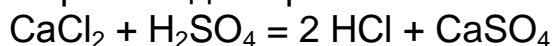
Ход работы. На предметное стекло нанести каплю солянокислой вытяжки золы, рядом каплю комплексной соли свинцово-медноазотнокислого натрия. Все смешать стеклянной палочкой и размазать по стеклу. Рассмотреть под микроскопом после высыхания жидкости.



Зарисовать образовавшиеся кристаллы правильной геометрической формы.

21.3. Обнаружение кальция

Ход работы. На предметное стекло нанести каплю солянокислой вытяжки золы, рядом каплю 1%-го раствора серной кислоты. Все смешать стеклянной палочкой и размазать по стеклу. Рассмотреть под микроскопом после высыхания жидкости.



Игольчатые кристаллы гипса зарисовать.

21.4. Обнаружение магния

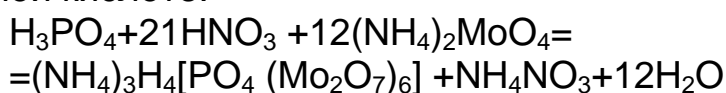
Ход работы. Каплю солянокислой вытяжки нейтрализовать, капая в нее каплю водного раствора аммиака. Затем нанести на стекло рядом каплю 1%-го раствора фосфорнокислого натрия и смешать стеклянной палочкой.



Кристаллы в виде квадратов, прямоугольников, призмочек, звезд зарисовать.

21.5. Обнаружение фосфора

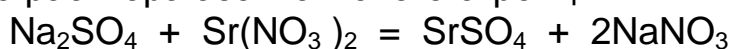
Ход работы. Каплю солянокислой вытяжки соединить с каплей 1%-го раствора молибденовокислого аммония, растворенного в 15%-й азотной кислоте.



Скрытокристаллический зеленовато-желтый осадок зарисовать.

21.6. Обнаружение серы

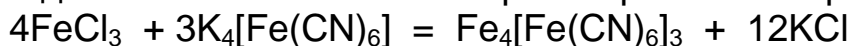
Ход работы. Смешать каплю солянокислой вытяжки с каплей 1%-го раствора азотнокислого стронция.



Мелкие закругленные кристаллы зарисовать.

21.7. Обнаружение железа

Ход работы. В пробирку налить 0,5 мл солянокислой вытяжки золы и добавить 2-3 капли 1%-го раствора желтой кровяной соли.



Отметить цвет полученного вещества:

Вывод:

Подпись преподавателя:

6. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

Каждый растительный организм за время своей жизни реализует наследственную генетическую программу в конкретных условиях окружающей среды. **Онтогенезом** называется индивидуальное развитие организма от зиготы или вегетативного зачатка до естественной гибели. Различают пять основных возрастных этапов онтогенеза: **эмбриональный, ювенильный, зрелости, размножения, старения.**

Прохождение этапов онтогенеза сопровождается процессами роста и развития. **Рост** – это необратимое увеличение размеров и массы клетки, органа или всего организма. Этот процесс отражает количественные изменения. **Развитие** – это возникновение качественных различий между клетками, тканями, органами. Этот процесс отражает качественные изменения структуры и функций растения. Регуляторами роста и развития растения являются **фитогормоны**. Существуют фитогормоны роста, это **ауксины, цитокинины и гиббереллины** и фитогормоны старения, это **абсцизины и этилен**. Кроме фитогормонов, в растениях обнаружены **фенольные ингибиторы роста и жасмонаты**.

РАБОТА 21

Периодичность роста растений

Вводные пояснения. Росту растений и его органов свойственна периодичность и ритмичность. Благодаря этому растения хорошо приспособились к конкретным условиям произрастания.

Скорость роста в онтогенезе органа или растения может быть выражена **сигмоидной кривой**. Впервые эту закономерность отметил Ю.Сакс (1872). Выделяют четыре фазы кривой роста:

1 – **лаг-фаза**, начальный (индукционный) период. Для него

характерен медленный рост;

2 – **лог-фаза**, логарифмический (экспоненциальный) рост. Это интенсивный рост;

3 – **замедленный рост**;

4 – **стационарная фаза**, не наблюдается видимых процессов роста.

Материалы и оборудование: побеги древесных пород, линейки, миллиметровая бумага, карандаши.

Ход работы. Измеряют линейкой длину междоузлий побега древесного растения. На основании полученных данных строят графики прироста междоузлий и побега. По оси ординат откладывают длину междоузлий и длину побега, по оси абсцисс – номера междоузлий, считая от основания побега. Нарисуйте график.

Результаты измерений

Объект	Номера междоузлий от основания побега	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Длина междоузлий, см												
	Длина побега, см												
	Длина междоузлий, см												
	Длина побега, см												



Вывод:

Подпись преподавателя:

РАБОТА 22

Определение силы роста семян методом морфофизиологической оценки проростков

Вводные пояснения. Посевные качества семян характеризуются силой роста, то есть способностью быстро прорасти и интенсивно расти. На силу роста влияет крупность семян, условия их формирования и хранения. Для посева используются семена с силой роста не менее 80%. Для определения силы роста применяется метод проращивания семян в рулонах.

Материалы и оборудование: семена пшеницы и ржи разных лет уборки урожая (крупная, средняя и мелкая фракции), фильтровальная бумага, пинцеты, полиэтиленовая пленка, стаканы.

Ход работы. Берут полоску полиэтиленовой пленки длиной 50см и шириной 20см, на нее накладывают полоску фильтровальной бумаги таких же размеров. Между полиэтиленом и бумагой кладут этикетку с фамилией и номером группы студента. На расстоянии 5 см от верхнего края проводят карандашом полосу, на которую раскладывают 50 семян зародышем вниз на расстоянии около 1 см. Сверху семена накрывают полоской фильтровальной бумаги шириной 5 см, смоченной в воде. Все сворачивают в рулон и ставят в стакан с водой при температуре 20⁰С. Через семь дней рулон разворачивают и оценивают проростки по пятибалльной шкале.

Сильные проростки	Баллы
Длина проростка 5см, лист вышел из coleoptile или равен его длине, число зародышевых корешков - 5	5
Длина проростка не менее 4см, лист в coleoptile превышает $\frac{3}{4}$ его длины, число зародышевых корешков – не менее 4	4
Длина проростка менее 2,5см, лист в coleoptile более $\frac{1}{2}$ его длины, число зародышевых корешков – не менее 3	3
Слабые проростки	
Длина ростка менее 2см, число зародышевых корешков -2	2
Росток по своим размерам менее двух длин зерновки, число зародышевых корешков – 2 и менее	1

Определяют сырую массу надземной части и корней всех проростков вместе. Данные заносят в таблицу.

Вариант	Оценка в баллах (шт.)					Сумма баллов	Сила роста, %	Сырая масса, г		A/B
	5	4	3	2	1			надземной части (A)	корней (B)	

Вывод:

Подпись преподавателя:

РАБОТА 23

Определение физиологической активности стимуляторов роста

Вводные пояснения. К фитогормонам роста относятся ауксины, цитокинины и гиббереллины.

Материалы и оборудование: гетероауксин (другие стимуляторы роста), семена пшеницы и ржи разных лет уборки урожая (крупная, средняя и мелкая фракции), чашки Петри, фильтровальная бумага, пинцеты, полиэтиленовая пленка, стаканы.

Ход работы. В чашки Петри кладут фильтровальную бумагу и смачивают 9 мл воды и растворами гетероауксина 0,01; 0,001; 0,0001 и 0,00001% концентрации. В мерный цилиндр наливают 1 мл 0,01% раствора гетероауксина и добавляют 9 мл воды. Смешивают, 9 мл раствора наливают в чашку Петри, а к оставшемуся 1 мл добавляют 9 мл воды и так далее. (Если используются другие стимуляторы роста, их разводят согласно инструкции). На бумагу кладут по 10 зерновок пшеницы и оставляют на неделю. Через 7 дней проводят анализ количества и качества проростков (см. работу 24).

Вариант	Оценка в баллах (шт.)					Сумма баллов	Сила роста, %	Сырая масса, г		A/B
	5	4	3	2	1			надземной части (А)	корней (В)	

Вывод:

Подпись преподавателя:

7. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ

Приспособленность растений к условиям среды (адаптация) является результатом их эволюционного развития (изменчивости, наследственности и отбора). В процессе эволюции каждый вид растений выработал определенные потребности к условиям существования и приспособленность к занимаемой им экологической нише.

Стресс – это общая неспецифическая адаптационная реакция организма на действие любых неблагоприятных факторов.

РАБОТА 24

Определение засухоустойчивости растений путем проращивания семян на растворах сахарозы

Вводные пояснения. Засухоустойчивость – это способность растений переносить засуху. По отношению к воде выделяют три экологические группы растений: **ксерофиты**, **гигрофиты**, **мезофиты**.

Материалы и оборудование: семена пшеницы, проса, гороха,

чашки Петри, фильтровальная бумага, пинцеты, линейки, растворы сахарозы.

Ход работы. По 50 семян каждой культуры раскладывают в чашки Петри на фильтровальную бумагу. В первой чашке бумагу предварительно смачивают водой, во второй – 15% раствором сахарозы, в третьей – 25%. Через неделю подсчитывают количество проросших семян в каждой чашке и проводят измерения. Данные заносят в таблицу.

Культура	Концентрация раствора сахарозы, %	Всхожесть, %	Длина, мм	
			надземной части	корней

Расчёт:

Вывод:

Подпись преподавателя:

РАБОТА 25

Определение солеустойчивости растений путем проращивания семян на растворах соли

Вводные пояснения. Засоление почвы связано с накоплением в ней натриевых солей. Наиболее токсичны карбонаты натрия (NaHCO_3), менее токсичны хлориды (NaCl) и сульфаты (NaSO_4). Вредное воздействие солей проявляется также в высоком осмотическом давлении почвенного раствора, что обуславливает «физиологическую» сухость почвы. По реакции на засоление почвы различают две группы растений: **галофиты** и **гликофиты**.

К **солеустойчивым растениям** относятся: ячмень, горчица, хлопчатник, клевер, капуста, сахарная свекла, шпинат, облепиха.

Повысить солеустойчивость можно методом солевой закалики семян, обработкой растений физиологически активными веществами (ретардантами, антитранспирантами), условиями минерального питания и селекцией сортов.

Соли затрудняют всасывание воды растениями. При таких условиях прорастание и рост зародышей затормаживаются. У прорастающих семян пшеницы сосущая сила равна приблизительно 10 атм. 1 М раствор поваренной соли имеет сосущую силу 33 атм.

Материалы и оборудование: семена пшеницы, чашки Петри, фильтровальная бумага, пинцеты, линейки, 1 М и 0,5 М растворы поваренной соли, 0,2 и 0,8% растворы NaHCO_3 .

Ход работы. В чашки Петри кладут фильтровальную бумагу и наливают в первую 10 мл воды, в другие по 10 мл растворов солей. В каждую чашку раскладывают по 50 семян пшеницы и оставляют на неделю. Через 7 дней подсчитывают число проросших семян, измеряют длину проростка и корней. Данные заносят в таблицу.

Вариант	Концентрация раствора, %	Всхожесть, %	Длина, мм	
			надземной части	корней
Вода	-			

Расчет:

Вывод:

Подпись преподавателя:

РАБОТА 26

Обнаружение явления аллелопатии семян различных растений

Вводные пояснения. При формировании **ценоза** (сообщества растительных организмов) происходит изменение среды, вызванное потреблением материально-энергетических ресурсов и выделением продуктов жизнедеятельности в виде метаболитов, опада и различных остатков. **Аллелопатией** называется прямое или косвенное влияние одного растения на другое путем образования химических соединений, выделяемых в окружающую среду.

Материалы и оборудование: семена пшеницы, овса, сои, фасоли, чашки Петри, фильтровальная бумага, пинцеты, линейки.

Ход работы. В чашки Петри, на смоченную водой фильтровальную бумагу, раскладывают рядами одинаковое количество семян различных культур. На следующем занятии определяют количество проросших семян и измеряют длину корешков и проростков. Данные заносят в таблицу.

Вариант	Культура	Количество семян, шт.		Длина, мм	
		набухших	проросших	корней	проростков
Контроль					
Контроль					
Совместное проращивание					
Контроль					
Контроль					
Совместное проращивание					

Расчет:

Вывод:

Подпись преподавателя:

Вопросы для экзамена по физиологии и биохимии растений

1. Классификация и функции углеводов.
2. Моносахариды.
3. Олигосахариды и полисахариды.
4. Классификация и функции липидов.
5. Состав и строение жиров.
6. Состав и строение восков и полярных липидов.
7. Дезоксирибонуклеиновая кислота, строение и функции.
8. Рибонуклеиновые кислоты, строение и функции.
9. Нуклеотиды, строение и функции. Макроэргические соединения.
10. Аминокислоты, строение и функции.
11. Строение и свойства белков.
12. Классификации белков. Функции белков в растении.
13. Ферменты и механизм их действия.
14. Классификация ферментов.
15. Зависимость активности ферментов от различных факторов.
16. Окислительно-восстановительные коферменты.
17. Коферменты переноса групп.
18. Жирорастворимые витамины.
19. Водорастворимые витамины.
20. Витамины, являющиеся коферментами.
21. Вторичные вещества и их функции.
22. Терпеноиды.
23. Алкалоиды.
24. Фенольные вещества.
25. Уровни организации жизни и предмет физиологии растений.
26. Современная концепция строения биологических мембран.
27. Свойства и функции мембран в клетке.
28. Транспорт веществ через мембраны.
29. Общий план строения растительной клетки.
30. Ядро, рибосомы, эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи.

31. Пластиды и митохондрии.
32. Вакуоли, микротельца, сферосомы.
33. Цитоплазма, цитоскелет, клеточная стенка, плазмодесмы.
34. Структура и свойства воды. Функции и формы воды в растении.
35. Клетка как осмотическая система.
36. Водный потенциал.
37. Поглощение воды корнями.
38. Передвижение воды по растению. Симпласт и апопласт.
39. Транспирация.
40. Показатели транспирации.
41. Водный дефицит и водный баланс.
42. Зависимость поглощения воды от внутренних и внешних условий.
43. Зависимость транспирации от внутренних и внешних условий.
44. Общая характеристика фотосинтеза.
45. Фотосинтезирующие пигменты, их строение и функции.
46. Строение мембраны тилакоида.
47. Циклический транспорт электронов при фотосинтезе.
48. Нециклический транспорт электронов при фотосинтезе.
49. Цикл Кальвина (C_3 путь).
50. Цикл Хэтча – Слэка (C_4 путь).
51. САМ метаболизм.
52. Фотодыхание.
53. Лист как орган фотосинтеза.
54. Показатели фотосинтеза.
55. Влияние внутренних факторов на фотосинтез.
56. Влияние внешних факторов на фотосинтез.
57. Общая характеристика дыхания.
58. Основные этапы дыхания.
59. Ферменты дыхания.
60. Гликолиз.
61. Цикл Кребса.
62. Электрон-транспортная цепь митохондрий.
63. Пентозофосфатный путь дыхания.
64. Глиоксилатный цикл дыхания.
65. Виды брожения и их связь с дыханием растений.
66. Дыхательный коэффициент.
67. Влияние внешних факторов на дыхание.
68. Элементный состав растений.
69. Азот: доступные формы, круговорот, значение для растения.
70. Фосфор: доступные формы, круговорот, значение для растения.
71. Калий и сера: доступные формы и значение для растения.
72. Магний и кальций: доступные формы и значение для растения.
73. Микроэлементы: доступные формы и значение для растения.
74. Механизм поглощения минеральных элементов растениями.
75. Влияние внутренних и внешних факторов на минеральное питание растений.

76. Общие закономерности роста.
77. Онтогенез растительной клетки.
78. Фитогормоны роста (ауксины и цитокинины).
79. Фитогормоны роста (гиббереллины и брассины).
80. Фитогормоны старения и стресса (абсцизины, этилен, жасмонаты).
81. Онтогенез, его этапы у растений.
82. Эмбриональный этап онтогенеза растений.
83. Ювенильный этап онтогенеза растений.
84. Репродуктивный этап онтогенеза растений.
85. Сенильный этап в онтогенезе у растений.
86. Фотопериодизм.
87. Яровизация.
88. Влияние внутренних и внешних факторов на рост и развитие растений.
89. Физиология стресса и адаптивные возможности растений.
90. Механизмы стресса на клеточном, организменном и популяционном уровнях.
91. Холодостойкость растений и устойчивость к заморозкам.
92. Морозоустойчивость растений.
93. Жароустойчивость растений.
94. Засухоустойчивость растений.
95. Причины полегания растений, пути борьбы с ним.
96. Солеустойчивость растений.
97. Физиология устойчивости растений к инфекции.
98. Метаболические пути синтеза важнейших химических веществ.
99. Ближний и дальний транспорт веществ в растении. Состав флоэмного и ксилемного сока.
100. Донорно-акцепторные отношения, аттрагирующие центры в растении.
101. Углеводы, белки, липиды и витамины зерновых злаков.
102. Белки, углеводы, липиды и витамины зернобобовых культур.
103. Липиды, белки и витамины масличных культур.
104. Углеводы, белки и витамины корнеплодов.
105. Углеводы, белки, органические кислоты, липиды и витамины картофеля.
106. Углеводы, белки, органические кислоты и витамины овощных культур.
107. Углеводы, белки, органические кислоты и витамины плодово-ягодных культур.
108. Основные физиолого-биохимические процессы, происходящие при формировании урожая кормовых трав.
109. Физиологические основы получения и хранения высококачественного семенного материала.
110. Физиолого-биохимические подходы в разработке приемов получения экологически безопасной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Медведев С.С. Физиология растений. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013.- 512с.

Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений: учеб. для студентов вузов по агроном. специальностям / Под ред. Н. Н. Третьякова. - М. : Колос, 2005. - 640 с.

Кузнецов Вл.В. Физиология растений: Учебник для вузов / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. - М.: Высшая школа, 2006. - 742 с.

Дымина Е.В. Тестовые задания для компьютерного контроля знаний студентов по курсу « Физиология и биохимия растений»: учеб.-метод. пособие / Е.В. Дымина, И.И. Баяндина. - Новосибирск, 2008. - 90 с.

Дымина Е.В. Практические занятия по физиологии и биохимии растений: Учебное пособие / Е.В. Дымина, И.И. Баяндина; Новосиб. гос. аграр. ун-т; - Новосибирск, 2010. - 136 с. *Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агрономическому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям и специальностям агрономического образования.*

Баяндина И.И. Физиология и биохимия растений. Методические указания для выполнения самостоятельной и контрольной работы (Учебно-методическое пособие для с/х высш. учеб. заведений) / Новосиб. гос. аграр. ун-т; - Новосибирск, 2011. - 35 с.

Оглавление

Введение	3
ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	4
1. БИОХИМИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ	5
РАБОТА 1. Получение растворов моносахаридов, олигосахаридов и полисахаридов. Изучение их свойств	5
РАБОТА 2. Получение раствора растительного белка и изучение его свойств	8
РАБОТА 3. Растительные жиры и их основные свойства	10
РАБОТА 4. Гидролиз крахмала амилазой	12
РАБОТА 5. Обнаружение дубильных веществ в тканях растений	14
РАБОТА 6. Обнаружение алкалоидов в тканях растений	15
2. ФИЗИОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ	16
РАБОТА 7. Окрашивание живых и мертвых клеток нейтральным красным	17
РАБОТА 8. Сравнение проницаемости мембран живых и мертвых клеток для клеточного сока	18
РАБОТА 9.Обнаружение тонопласта по де Фризу	19
3. ВОДООБМЕН РАСТЕНИЙ	19
РАБОТА 10. Плазмолиз и деплазмолиз	20

РАБОТА 11. Определение осмотического потенциала клеточного сока плазмолитическим методом де Фриза	21
РАБОТА 12. Определение сосущей силы ткани по изменению концентрации внешнего раствора методом Шардакова	22
РАБОТА 13. Определение степени раскрытия устьиц методом инфильтрации по Молишу	24
РАБОТА 14. Защитная роль пробковой ткани	24
РАБОТА 15. Весовой метод определения интенсивности транспирации по Иванову	25
РАБОТА 16. Интенсивность испарения воды живыми и убитыми листьями	27
4. ФОТОСИНТЕЗ И ДЫХАНИЕ РАСТЕНИЙ	28
РАБОТА 17. Пигменты фотосинтеза и их свойства	28
РАБОТА 18. Сравнение интенсивности дыхания разных растительных объектов	31
РАБОТА 19. Обнаружение активности ферментов дегидрогеназ в растениях	33
5. МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ	33
РАБОТА 20. Микрохимический анализ золы растений	34
6. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ	36
РАБОТА 21. Периодичность роста растений	36
РАБОТА 22. Определение силы роста семян методом морфофизиологической оценки проростков	38
РАБОТА 23. Определение физиологической активности стимуляторов роста	39
7. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ	40
РАБОТА 24. Определение засухоустойчивости растений путем проращивания семян на растворах сахарозы	40
РАБОТА 25. Определение солеустойчивости растений путем проращивания семян на растворах соли	42
РАБОТА 26. Обнаружение явления аллелопатии семян различных растений	43
Вопросы для экзамена по физиологии и биохимии растений	44
Список литературы	47

Е.В.Дымина, И.И.Баяндина

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ
Для лабораторно-практических занятий
по физиологии и биохимии растений

Издание второе

Публикуется в авторской редакции
Компьютерная верстка Н.С.Пияр

Подписано в печать 22 сентября 2019 г. Формат 60х84
Объем 1,8 уч.-изд. л., 4,7 усл. печ. л.
Тираж 300 экз. Заказ № 2202

Отпечатано в издательском центре НГАУ «Золотой колос»
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб 106.
Тел. (383)267-09-10. Email:2134539@mail.ru