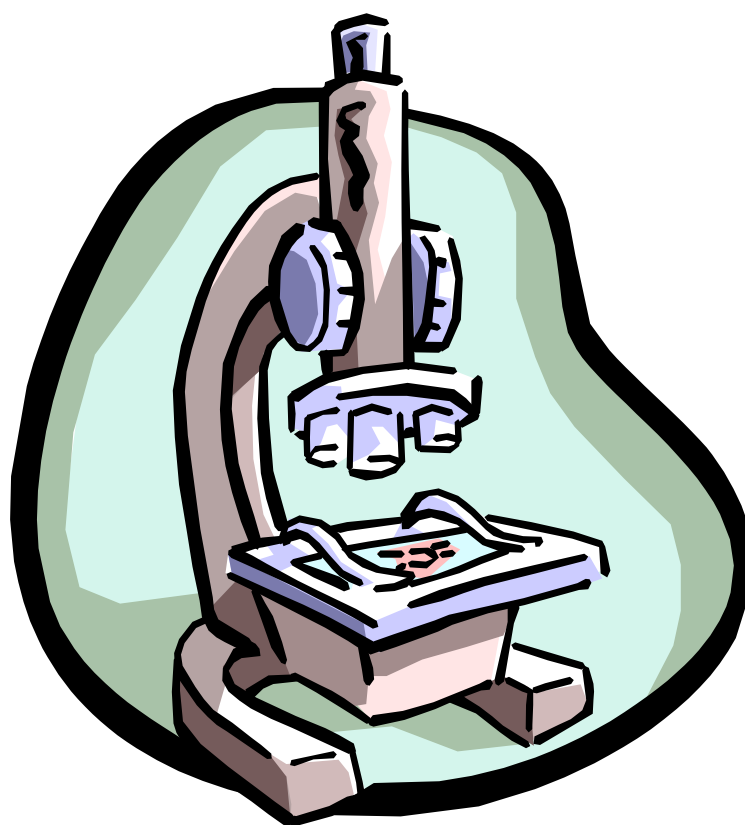


**ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ
ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ**

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ



Челябинск
2020

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический
университет»

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

Студент _____

Группа _____

Преподаватель _____

УДК 581.1 (021)

ББК 28. 57 Я 73

Р

Лабораторно-практические занятия по физиологии растений: рабочая тетрадь / сост. С.М. Похлебаев. – 2-е изд., испр. и перераб. – Челябинск: Изд-во ЮУрГГПУ, 2020. – 138 с.

ISBN 978-5-907409-02-6

Рабочая тетрадь содержит краткое описание работ, охватывающих основные разделы программы курса физиологии растений: клетка как элементарная биологическая система, углеродное питание (фотосинтез), минеральное питание растений, физиолого-биохимические основы процесса дыхания, водный режим, рост и развитие, устойчивость растений. Для каждой работы приведен перечень материалов и оборудования, описана методика выполнения опытов; в отдельных работах предложены таблицы для систематизации результата экспериментов.

Предназначена для студентов биологических специальностей вузов по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки). Некоторые опыты могут быть использованы для проведения учебных и факультативных занятий по биологии с учащимися школ.

Рецензенты: М.Д. Даммер, д-р пед. наук, профессор
И.А. Гетманец, д-р биол. наук, профессор

ISBN 978-5-907409-02-6

© Издательство Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета, 2020

© С.М. Похлебаев, сост., 2020

ВВЕДЕНИЕ

Подготовка рабочей тетради для лабораторно-практических работ по физиологии растений обусловлена двумя причинами. Первая связана с проводимой модернизацией высшего образования, которая привела к значительному сокращению не только лекционных, но и лабораторно-практических часов. Во время лабораторно-практических занятий студенты много времени тратят на переписывание работ из лабораторных практикумов, поэтому не хватает времени для теоретического обсуждения и осмысления результатов, что сказывается на качестве их знаний. Вторая предопределена спецификой физиологического эксперимента, при планировании и проведении которого важно помнить, что между наблюдением и экспериментом с точки зрения теории познания есть принципиальная разница: наблюдение отражает внешний мир, приходя в мозг извне и фиксируя факты, а эксперимент идет от сознания, из мышления, он как бы гипотеза, ищущая проверки фактами, практикой. Поэтому характерной особенностью физиологического эксперимента (как любого другого), отличающей его от наблюдения, является предварительный мысленный эксперимент, направленный на создание соответствующей постановки опыта. Предварительная работа всегда самая трудная часть опыта, требующая от исследователя большой эрудиции и творческого воображения. Решению этой проблемы будет способствовать наличие у каждого студента собственной рабочей тетради со всеми лабораторными работами, что позволит самостоятельно осмыслить предстоящий эксперимент и более глубоко обсудить (за счет сэкономленного времени) результаты и выводы во время занятий.

Рабочая тетрадь составлена в соответствии с программой курса «Физиология растений» для биолого-химических факультетов педагогических университетов и включает лабораторно-практические работы по основным разделам курса. Большинство работ, иллюстрирующих теоретические положения лекционного курса, могут быть выполнены на лабораторных занятиях в любом вузе, в том числе не располагающем

сложным оборудованием, а также проведены в форме лекционных демонстраций.

Вполне естественно, что выполнить все работы, содержащиеся в рабочей тетради, за время, отводимое учебным планом, невозможно. Каждый преподаватель в соответствии с техническими возможностями кафедры может выбрать работы, выполнение которых сочтет целесообразным.

В издание включены пять новых работ, составленных и экспериментально проверенных как автором-составителем, так и на практических занятиях со студентами.

Для каждой работы приведен список материалов и оборудования (на одно рабочее место), краткое описание хода работы, указания, как оформить ее результаты (формы таблиц, формулы для расчетов и т.п.). Важная особенность рабочей тетради – отсутствие описания ожидаемых результатов и готовых выводов. По мнению автора-составителя, такой метод развивает самостоятельность у студентов и способствует более полному усвоению изучаемого материала. После краткого объяснения преподавателя студенты выполняют задания, изложенные в рабочей тетради, и делают выводы. Экономия времени позволяет обсудить результаты работы на текущем занятии, а не переносить их на следующее.

В конце каждой темы предусмотрены чистые листы, на которых могут быть сделаны важные пометки и записи как в период самостоятельной подготовки студентов и предстоящим лабораторно-практическим занятиям, так и после их выполнения, при обсуждении результатов и выводов.

Особую значимость это издание приобретает для студентов-заочников факультетов естествознания педагогических университетов, изучающих курс «Физиология растений», и является руководством для самостоятельной подготовки к выполнению практикума и для работы в лаборатории во время сессии; представляет определенный интерес для учителей биологии, так как значительная часть опытов может быть использована как демонстрационная на уроках биологии растений, общей биологии, а также при проведении факультативных занятий и научно-исследовательской работы с учащимися.

Автор-составитель будет признателен за конструктивные предложения и замечания, которые могут возникнуть при использовании рабочей тетради на факультете естествознания педагогических университетов.

ТЕМА 1

КЛЕТКА КАК ЭЛЕМЕНТАРНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

КЛЕТКА КАК ОСМОТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Работа 1. Получение «полупроницаемой мембраны».
Опыт с искусственной «клеточкой Траубе»

Материалы и оборудование: CuSO_4 (0,5 н), $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (0,25 н, 0,5 н, 1,0 н), штатив, 3 пробирки, мерная пробирка, 3 глазные пипетки, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Пронумеровать три пробирки.
2. В каждую пробирку налить 4–5 мл раствора CuSO_4 (0,5 н).
3. Осторожно, по стенке (!), ввести по одной капле раствора $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ в соответствующую пробирку (см. табл.).
4. Пронаблюдать за изменением объема искусственной «клеточки».
5. Результаты занести в таблицу.
6. Сделать выводы.

Таблица

№ пробирки	Концентрация CuSO_4 (н)	Концентрация $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (н)	Результаты
1	0,5	0,25	
2	0,5	0,5	
3	0,5	1,0	

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 2. Клетка как осмотическая система.

Плазмолиз и деплазмолиз

Материалы и оборудование: луковица *Allium* *sepa* L., в клетках эпидермиса которого содержится антоциан, 1 н раствор KNO_3 , микроскоп, предметное и покровное стекло, препаровальная игла, лезвие (скальпель), пинцет, фильтровальная бумага.

Ход работы

1. На предметное стекло нанести каплю воды.
2. Приготовить срез с морфологически нижнего эпидермиса луковицы и поместить его на предметное стекло в каплю водопроводной воды, накрыть покровным стеклом.
3. Рассмотреть препарат с использованием объектива ВИ x 40 (водная иммерсия) и зарисовать наблюдаемую клетку (рис. 1).
4. Вызвать плазмолиз клетки. Для этого с одной стороны покровного стекла капнуть 2-3 капли 1 н раствора KNO_3 , а с другой поместить кусочек фильтровальной бумаги и оттянуть им воду.
5. Пронаблюдать явление плазмолиза. Зарисовать клетку (рис. 2).
6. Вызвать деплазмолиз клетки. Для этого с одной стороны покровного стекла капнуть 2-3 капли воды, а с другой кусочком фильтровальной бумаги оттянуть раствор KNO_3 .
7. Пронаблюдать явление деплазмолиза. Зарисовать клетку (рис. 3).
8. Сделать выводы.



Рис. 1



Рис. 2

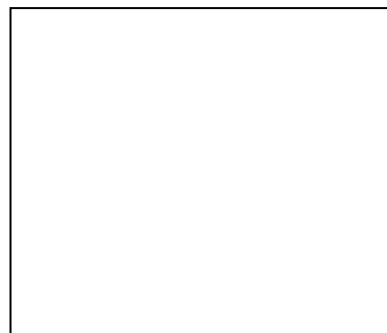


Рис. 3

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 3. Устойчивый и неустойчивый плазмолиз

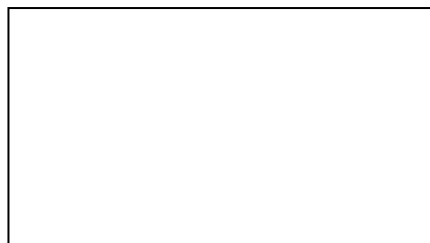
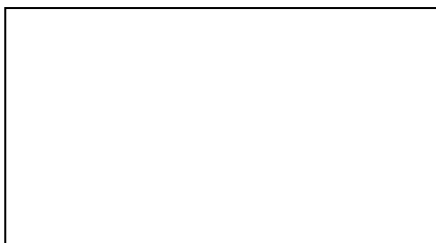
Материалы и оборудование: листочки элодеи, 1 М раствор NaCl, 1 М раствор мочевины, микроскоп, предметные и покровные стекла, пипетки, фильтровальная бумага.

Ход работы

1. Промаркировать два предметных стекла.
2. На одно стекло нанести каплю 1 М раствора NaCl, на второе – каплю 1 М раствора мочевины.
3. В каждую каплю поместить по одному листочку элодеи, взятому в основании почки.
4. Рассмотреть препарат с использованием объектива ВИ x 40 (водная иммерсия) и зарисовать наблюдаемые клетки (рис.).
5. Через 15–20 минут снова рассмотреть приготовленные препараты. Зарисовать наблюдаемые клетки.
6. Сделать выводы.



Раствор NaCl



Раствор мочевины

Выводы

Подпись преподавателя _____

**Работа 4. Определение величины осмотического потенциала
в клетках дыхательной ткани плазмолитическим методом**

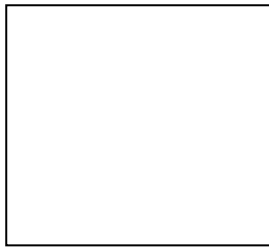
Материалы и оборудование: луковица *Allium* сера L., в клетках эпидермиса которого содержится антоциан (или листочки элодеи), 1 н раствор NaCl или 1 н раствор сахарозы, вода, 2 бюретки с воронкой, 7 пробирок, предметные и покровные стекла, часовое стекло, химический стаканчик, фильтровальная бумага, микроскоп, скальпель, пинцет, препаровальная игла, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Приготовить 20 тонких срезов морфологически нижнего эпидермиса луковицы и погрузить в стаканчик с водой.
2. Приготовить 100 мл 1 н раствора NaCl или сахарозы.
3. Пронумеровать 7 пробирок.
4. Из исходного раствора соответствующим разбавлением приготовить по 10 мл раствора соответствующей концентрации: 0,1 н, 0,2 н, 0,4 н, 0,6 н, 0,8 н, 1,0 н (см. табл.).
5. В каждую пробирку погрузить по 2–3 приготовленных среза и оставить на 20–30 минут.
6. Из каждой пробирки приготовить микропрепараты в капле того раствора, котором находился срез.
7. Рассмотреть каждый препарат с использованием объектива ВИ x 40 (водная иммерсия).
8. Зарисовать с каждого препарата по 2–3 клетки с типичной степенью плазмолиза.
9. Сделать выводы.

Таблица. Приготовление растворов разной концентрации.

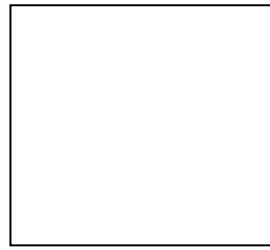
№ пробирки	Концентрация раствора (н)	Количество жидкости (мл)	
		1 н раствор NaCl (сахарозы)	H ₂ O
1	H ₂ O	0	10
2	0,1	1	9
3	0,2	2	8
4	0,4	4	6
5	0,6	6	4
6	0,8	8	2
7	1,0	10	0



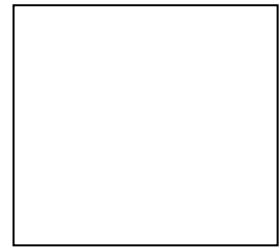
H₂O



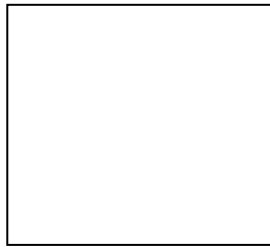
0,1 н



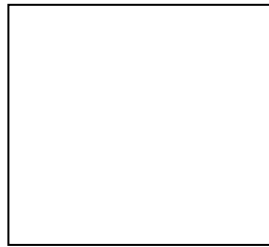
0,2 н



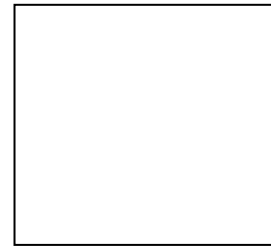
0,4 н



0,6 н



0,8 н



1,0 н

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 5. *Определение осмотического потенциала клеточного сока методом струек (по Шардакову)*

Материалы и оборудование: растительные объекты (листья, корнеплоды), 1 н раствор NaCl или 1 н раствор сахарозы, метиленовая синь, вода, 2 бюретки с воронками, 2 химических стаканчика, штатив, 10 пробирок на 15–20 мл, 10 пробирок на 4 мл, мерные пробирки, пинцет, пробочное сверло $d=8-10$ мм, пипетки, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Пронумеровать 10 пробирок на 15–20 мл (1–10).
2. Пронумеровать 10 пробирок на 4 мл (1–10).
3. Заполнить бюретки: 1 – H_2O ; 2 – 1 н раствором NaCl (или сахарозы).
4. Приготовить растворы по 10 мл в пробирках объемом 15–20 мл (см. табл.).
5. Перелить, ровно по 1 мл (!), раствор из пробирок объемом 15–20 мл в пробирки объемом 4 мл (1→1, 2→2, 3→3, ...10→10).
6. Приготовить растительный материал.
 - из корнеплодов: вырезать поперечную полоску толщиной 10 мм, из нее пробочным сверлом высечь 10 одинаковых цилиндров;
 - из листьев: пробочным сверлом высечь 50 высечек.
7. Поместить по одному цилиндрику корнеплодов или по пять высечек листьев в пробирки объемом 4 мл и выдерживать в течение 30–60 минут (время должно быть строго одинаковым для всего опыта).
8. За пять минут до окончания опыта в пробирки с растительным материалом поместить по 1–2 кристаллика метиленовой сини. Пробирки хорошо встряхнуть.
9. Набрать подкрашенную жидкость в пипетку, погрузить ее в раствор соответствующей концентрации (1→1, 2→2, 3→3, ... 10→10) так, чтобы кончик пипетки находился на половине высоты столбика жидкости, и медленно выпустить раствор из пипетки.
10. Пронаблюдать за движением струйки окрашенной жидкости. Отметить результаты в таблице (вверх – ↑, вниз – ↓, не наблюдается движение – ↔).
11. Рассчитать осмотический потенциал по формуле: $P=RTiC$, где
 - P – осмотический потенциал;
 - R – газовая постоянная = 0,0821;
 - T – температура в Кельвинах ($T=273+t^{\circ}C$);
 - C – найденная концентрация клеточного сока;
 - i – изотонический коэффициент (NaCl – 1,5; сахароза – 1,0).
12. Сделать выводы.

Таблица

№ пробирки	Концент. раствора (н)	Объем жидкости (мл)		Направление движения струек					
		H ₂ O	NaCl (сахароза)						
1	0,1	1	9						
2	0,1	2	8						
3	0,3	3	7						
4	0,4	4	6						
5	0,5	5	5						
6	0,6	6	4						
7	0,1	7	3						
8	0,8	8	2						
9	0,9	9	1						
10	1,0	10	0						

Выводы

Подпись преподавателя _____

0-10 Работа 6. Явление тургора

Материалы и оборудование: клубни картофеля, корнеплоды, листья и стебли растений, 1 н раствор NaCl или сахарозы, миллиметровая линейка, три цилиндра или 3 большие пробирки, пробочное сверло $d=5-6$ мм, лезвие или скальпель, фильтровальная бумага.

Ход работы

1. Пронумеровать три пробирки.
2. В пробирку 1 налить 10 мл воды.
В пробирку 2 – 10 мл 1 н раствора NaCl.
В пробирку 3 – 10 мл 0,2 н раствора NaCl (8 мл воды и 2 мл 1 н раствора NaCl).
3. Из паренхимы клубня и корнеплодов вырезать три одинаковых (!) брусочка (при помощи пробочного сверла), а из листьев – три полоски одинакового размера (шириной 4–5 мм и длиной сколько позволяет растительный объект).
Данные занести в таблицу.
4. Поместить по одной полоске/брусочку в каждую из трех пробирок.
5. Через 30 минут раствор из пробирок слить, измерить длину полосок/брусочков (обратить внимание на состояние ткани).
6. Результаты и наблюдения занести в таблицу.
7. Сделать выводы.

Таблица

№ п/п	Исследу- емый объ- ект	Состояние ткани после экспозиции	До экспозиции (мм)		После экспозиции (мм)			
			длина	ширина	из раствора NaCl		из H ₂ O	
					длина	ширина	длина	ширина

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 7. Проницаемость живой и мертвой протоплазмы для клеточного сока

Материалы и оборудование: свекла, 30%-й раствор CH_3COOH , 50%-й раствор $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, дистиллированная вода, штатив с пробирками, пробочное сверло диаметром 8–10 мм, линейка, нож, мерные пробирки, спиртовка, спички, фильтровальная бумага, лакмусовая бумага.

Ход работы

1. Пронумеровать четыре пробирки.
2. Приготовить растворы в соответствии со схемой опыта:
 - 1 – 10мл воды;
 - 2 – 10 мл воды;
 - 3 – 10 мл 30%-го раствора CH_3COOH ;
 - 4 – 10 мл 50%-го раствора $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.
3. Из корнеплода свеклы вырезать поперечную полоску толщиной 10 мм. Из нее пробочным сверлом высечь четыре одинаковых цилиндра.
4. Полученные цилиндры тщательно промыть под проточной водой (до тех пор, пока не прекратится выделение красного пигмента), обсушить фильтровальной бумагой.
5. Подготовленные цилиндры опустить по одному в каждую пробирку.
6. Пробирку 2 прокипятить в течение 1,5–2 минут, горячую воду слить. Цилиндр свеклы промыть, подсушить и залить 10 мл холодной воды.
7. Через 20–30 минут содержимое пробирок встряхнуть. Обратит внимание на степень окрашивания и цвет раствора.
8. Результаты занести в таблицу.
9. Сделать выводы.

Таблица

№ пробирки	Вариант опыта	Степень окрашивания раствора
1	Контроль	
2	Высокая температура	
3	Раствор уксусной кислоты	
4	Раствор спирта	

Выводы

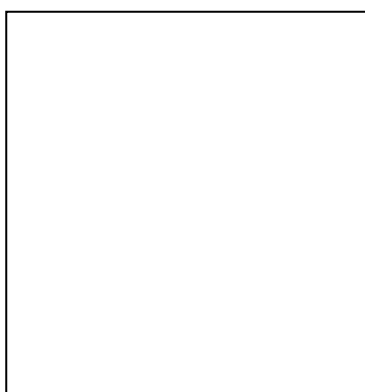
Подпись преподавателя _____

**Работа 8. Избирательное накопление нейтрального красного
в молодых и старых клетках листа элодеи**

Материалы и оборудование: веточки элодеи, 0,1%-й раствор нейтрального красного, химический стаканчик, пинцет, предметное и покровное стекло, микроскоп.

Ход работы

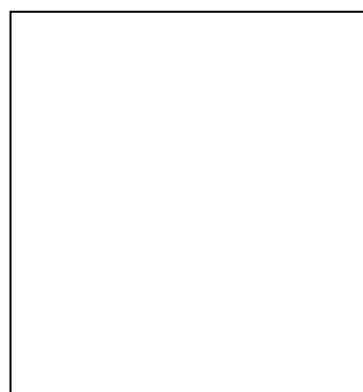
1. Веточку элодеи поместить в раствор нейтрального красного на 30–60 мин.
2. Побег промыть в проточной воде.
3. На предметном стекле разложить листья элодеи по ярусам.
4. Рассмотреть визуально и под микроскопом.
5. Зарисовать увиденное.
6. Сделать выводы.



а) верхушечный лист



б) средний лист



в) нижний лист

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 9. Прижизненное окрашивание клеток нейтральным красным

Материалы и оборудование: элодея, 0,02%-й раствор нейтрального красного, штатив с пробирками, предметные стекла, препаровальные иглы, держатель для пробирок, спиртовка, спички, стаканчик с водой, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Пронумеровать две пробирки.
2. В каждую пробирку налить по 10 мл 0,02%-го раствора нейтрального красного.
3. Две веточки элодеи с неповрежденной верхушечной почкой и поместить в стаканчик с водой.
4. Одну из них перенести в пробирку с водой и прокипятить на спиртовке в течение 2–3 минут.
5. Веточку элодеи из стакана перенести в пробирку 1, а «прокипяченную» в пробирку 2.
6. Через 30 минут вынуть веточки из пробирок, слегка промыть и с помощью препаровальной иглы и пинцета препарировать листочки 5–6 ярусов на влажном предметном стекле.
7. Зарисовать особенности окрашивания листочков.
8. Сделать выводы.

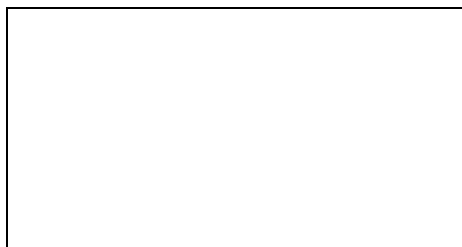


Рис. 1

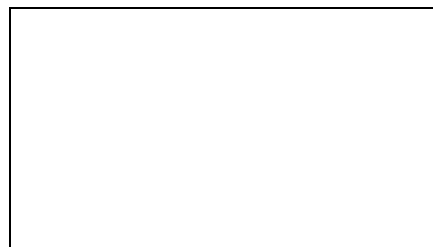


Рис. 2

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 10. Определение концентрации клеточного сока и осмотического давления растений разных экологических групп

Материалы и оборудование: сочные листья каких-либо растений, электроплитка, кипятильник Коха, рефрактометр, ручной пресс, марля, чистые стаканчики на 50 мл, пипетки, стакан с дистиллированной водой, салфетки, нитки.

Ход работы

1. Несколько листьев растений, относящихся к разным экологическим группам (гигрофитам, мезофитам, ксерофитам), завернуть в марлевый мешочек, завязать ниткой.
2. Убить завернутые листья горячим паром в течение 10 минут.
3. Включить рефрактометр в сеть, освещение, установить его на нулевое деление, используя дистиллированную воду, показатель преломления которой 1,333.
4. Листья освободить от мешочков и с помощью ручного пресса выдавить сок в чистый стаканчик (для каждого растения использовать чистый стаканчик). Карандашом по стеклу подписать стаканчики.
5. Чистой пипеткой нанести на нижнюю призму рефрактометра 1–2 капли сока (призма должна быть полностью заполнена). Закрывать камеру, для чего опустить верхнюю призму. Определить концентрацию клеточного сока в % (правая шкала).
6. Результаты занести в таблицу.
7. По специальным таблицам в соответствии с найденной концентрацией клеточного сока определить осмотическое давление. Результаты занести в таблицу.
8. Сделать выводы.

Таблица

№ п/п	Объект	Концентрация клеточного сока, %	Осмотическое давление, атм.
1			
2			
3			
4			

Выводы

Подпись преподавателя _____

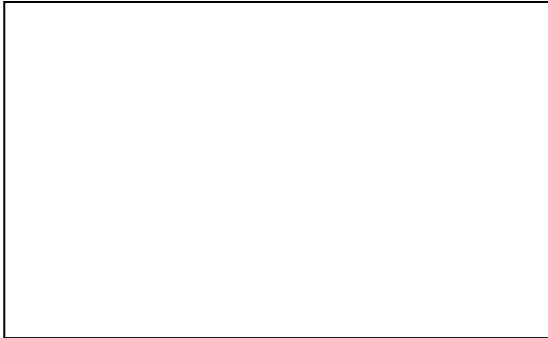
ФИЗИОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Работа 11. Влияние ионов K^+ и Ca^{2+} на вязкость цитоплазмы (колпачковый плазмолиз)

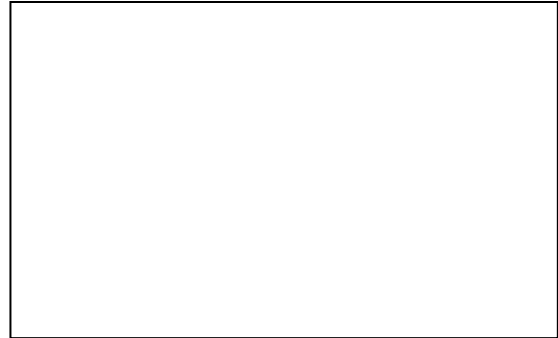
Материалы и оборудование: луковица *Allium* сера L., в клетках эпидермиса которого содержится антоциан, 1 н раствор KNO_3 и 1 н раствор $Ca(NO_3)_2$, лезвие, препаровальная игла, микроскоп, предметные и покровные стекла, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Два предметных стекла промаркировать как KNO_3 и $Ca(NO_3)_2$. На каждое стекло нанести каплю раствора соответствующей соли.
2. Снять эпидермис с морфологически нижней стороны листа луковицы и поместить в каплю раствора соли.
3. Через 30 минут накрыть. Рассмотреть препарат с использованием объектива ВИ x 40 (водная иммерсия) и зарисовать наблюдаемые клетки (рис.).
4. Сделать выводы о влиянии катионов на вязкость цитоплазмы.



KNO_3



$Ca(NO_3)$

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 12. *Определение вязкости цитоплазмы по времени наступления плазмолиза*

Материалы и оборудование: веточка элодеи с неповрежденной верхушкой, 0,8 М раствор сахарозы, предметные и покровные стекла, микроскоп, препаровальная игла, глазная пипетка, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Три предметных стекла пронумеровать, нанести по 1 капле 0,8 М раствора сахарозы.
2. Веточку элодеи с неповрежденной верхушкой поместить, по одному листочку каждого яруса, в каплю раствора, на соответствующем стекле, накрыть покровными стеклами.
3. Отметить время погружения исследуемых объектов.
4. Рассматривать препараты в микроскоп каждые 5 минут и определить время наступления плазмолиза в листьях разного возраста элодеи.
5. Пронаблюдать и сделать выводы.

Наблюдения

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 13. *Определение вязкости цитоплазмы методом центрифугирования*

Материалы и оборудование: веточки элодеи, вода, центрифуга, центрифужные пробирки, центрифужные весы, деревянные палочки, химический стаканчик, глазная пипетка, предметные и покровные стекла, микроскоп, препаровальная игла, пинцет.

Ход работы

1. Веточку элодеи с неповрежденной верхушкой мягко привязать ниткой к деревянной палочке и поместить в центрифужную пробирку.
2. Пробирку заполнить отстоянной водопроводной водой так, чтобы при центрифугировании вода не выливалась из пробирки, а веточка элодеи была полностью погружена.
3. Центрифужные пробирки уравновесить при помощи воды и равномерно поместить в центрифугу.
4. Центрифугировать на 5000–8000 оборотов в течение 30–15 минут.
5. За 3–5 минут до окончания центрифугирования приготовить предметное стекло с каплей воды.
6. Поместить в каплю воды листочек элодеи, накрыть покровным стеклом и микроскопировать.
7. Отметить время, за которое исчезнет смещение хлоропластов в клетках разного возраста (у основания и верхушки листа).
8. Записать наблюдения и сделать выводы.

Наблюдения

Выводы

Подпись преподавателя _____

Для заметок

Для заметок

Для заметок

ТЕМА 2

УГЛЕРОДНОЕ ПИТАНИЕ. ФОТОСИНТЕЗ

ХИМИЧЕСКИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ

Работа 14. Способы получения спиртовой вытяжки смеси пигментов

Материалы и оборудование: свежие или сухие листья какого-либо зеленого растения, 96%-й спирт, мел, вода, вазелин, ступка фарфоровая с пестиком, пробирки, воронка, фильтровальная бумага, стеклянная палочка, пинцет, штатив, ножницы, шпатель, корковые пробки, скальпель.

Ход работы

I

1. Свежие листья измельчить ножницами и поместить в фарфоровую ступку.
2. Добавить в растительный материал мел на кончике скальпеля и растереть в фарфоровой ступке с небольшим количеством спирта до однородной кашицы.
3. К растертой массе прилить чистый этиловый спирт, доводя объем до 20–25 мл, тщательно перемещать, накрыть бумагой и дать настояться.

II

1. Сухие листья (лучше крапивы) растереть в фарфоровой ступке в порошок.
2. Пинцетом удалить жилки.
3. Добавить на кончике скальпеля мел, несколько капель воды и растирая, прилить 20–25 мл 96%-го спирта. Накрыть бумагой и дать настояться.

(Объем спирта может быть изменен в зависимости от количества работ, для которых необходима спиртовая вытяжка смеси пигментов).

4. Приготовить складчатый фильтр, смочить водой и поместить в воронку.
5. Носик ступки с внешней стороны смазать вазелином.
6. Полученную в любом из вариантов спиртовую вытяжку отфильтровать. Для этого стеклянную палочку поставить в воронку под углом 60° и осторожно слить настоявшийся раствор спиртовой вытяжки смеси пигментов на фильтр.

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 15. Рассмотрение спиртовой вытяжки хлорофилла в проходящем свете невооруженным глазом или через синий светофильтр

Материалы и оборудование: спиртовая вытяжка хлорофилла из зеленых листьев, пробирки, химический стаканчик на 10 мл, настольная электрическая лампа, синий светофильтр.

Ход работы

1. Пробирку со спиртовой вытяжкой рассмотреть в проходящем свете так, чтобы в глаз попали лучи, прошедшие через пробирку с вытяжкой. Отметить окраску.
2. Прodelать то же, только рассмотреть спиртовую вытяжку в проходящих лучах через синий светофильтр. Отметить окраску.
3. Сделать выводы.

Окраска спиртовой вытяжки хлорофилла в проходящем свете	
невооруженным глазом	через синий светофильтр

Выводы

Подпись преподавателя _____

**Работа 16. Хлорофилл как оптический сенситизатор
(рассмотрение спиртовой вытяжки хлорофилла
в отраженном свете)**

Материалы и оборудование: спиртовая вытяжка хлорофилла из зеленых листьев, пробирки, химический стаканчик на 10 мл, настольная электрическая лампа, темная бумага.

Ход работы

I

1. Пробирку со спиртовой вытяжкой хлорофилла поместить над источником света.

II

1. Позади пробирки поместить темный фон и рассмотреть спиртовую вытяжку с той стороны, откуда падает свет (т.е. в отраженном свете).
2. Отметить окраску.
3. Сделать выводы.

Наблюдения

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 17. Спектр поглощения спиртовой вытяжки и ее отдельных пигментов

Материалы и оборудование: спиртовая вытяжка пигментов, бензиновая вытяжка каротиноидов, спирт, бензин, вода, спектроскоп, пробирки, штатив для пробирок, пипетка, штатив для спектроскопа, спиртовой раствор ксантофила, делительная воронка.

Ход работы

1. Познакомиться с устройством и правилами работы со спектроскопом.
2. Установить спектроскоп на свет таким образом, чтобы спектр имел ровную интенсивность освещения. Отрегулировать ширину щели на конце трубы, чтобы спектр был отчетливым и достаточно ярким.
3. Налить спиртовую вытяжку хлорофилла в кювету с плоскопараллельными стенками.
4. Поместить кювету перед входной щелью спектроскопа на расстоянии 0,5–1,0 см и, глядя в окуляр, определить, какую область спектра наиболее полно поглощает хлорофилл.
5. Аналогичным образом определить спектр поглощения каротиноидов.
6. Результаты наблюдений отразить на рисунке.
7. Сделать выводы.

к	о	ж	з	г	с	ф
---	---	---	---	---	---	---

Спектр поглощения хлорофилла

к	о	ж	з	г	с	ф
---	---	---	---	---	---	---

Спектр поглощения каротиноидов

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 18. *Разделение пигментов методом бумажной хроматографии*

Материалы и оборудование: спиртовая вытяжка пигментов, химический стаканчик, фильтровальная бумага, ножницы, стеклянная палочка.

Ход работы

I

1. Отрезать полоску фильтровальной бумаги 10x1,5 см.
2. Погрузить полоску одним концом в спиртовую вытяжку хлорофилла под углом 30–60° к стенке стакана (бумагу в стакане с вытяжкой оставить на 10–15 минут), затем аккуратно достать и просушить.
3. Подклеить полоску фильтровальной бумаги в тетрадь, отметив и обозначив расположение слоев.

II

1. На кружок фильтровальной бумаги стеклянной палочкой нанести небольшую каплю спиртовой вытяжки смеси пигментов.
2. Просушить. Подклеить в тетрадь.
3. Сделать наблюдения и выводы.

Наблюдения

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 19. Разделение пигментов по методу Крауса

Материалы и оборудование: спиртовая вытяжка пигментов листа, бензин, дистиллированная вода, пипетки, пробирки, штатив, делительная воронка, пробки для пробирок.

Ход работы

1. Налить в чистую пробирку 2–3 мл спиртовой вытяжки пигментов.
2. Добавить в пробирку 1–2 капли воды и 4–6 мл бензина.
3. Закрыть пробкой и энергично встряхнуть. Дать отстояться.
4. Сделать наблюдения и выводы.

(Опыт можно проводить в делительной воронке. В этом случае объемы жидкости должны быть большими).

Наблюдения

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 20. Действие щелочи на хлорофилл

Материалы и оборудование: спиртовая вытяжка хлорофилла, бензин, вода, КОН или NaOH (гранул.), пробирка, штатив, спиртовка, спички, держатель, пробки пробирочные каучуковые, шпатель.

Ход работы

1. Провести разделение пигментов по методу Крауса (см. работу 19).
2. Аккуратно пинцетом прибавить кристаллик NaOH или КОН, закрыть пробирку каучуковой пробкой, тщательно перемешать до растворения кристаллика.
3. Дать отстояться.
4. Сделать наблюдения и выводы.

Наблюдения

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 21. Получение феофетина и обратное замещение водорода атомом металла

Материалы и оборудование: спиртовая вытяжка хлорофилла, 20%-й раствор HCl, $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ или $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, пробирки, держатель, штатив, спички, спиртовка.

Ход работы

1. В пробирку налить 2–3 мл спиртовой вытяжки хлорофилла.
2. К вытяжке пигментов добавить 1–2 капли 20%-й HCl и осторожно перемешать. Отметить изменение окраски.
3. В эту же пробирку добавить 1–2 кристаллика $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$).
4. Осторожно держа пробирку от себя и окружающих, нагреть раствор над спиртовкой до изменения окраски.
5. Сделать наблюдения и выводы.

Наблюдения

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 22. Хлорофилл как химический сенсibilизатор (фотосенсибилизирующее действие хлорофилла на реакцию переноса водорода по Гуревичу)

Материалы и оборудование: спиртовая вытяжка хлорофилла, спирт, метиленовый красный, аскорбиновая кислота, штатив с пробирками, весы с разновесами, черная бумага, мерная пробирка, пипетка, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Пронумеровать четыре пробирки.
2. В пробирки 1, 2, 3 налить по 5 мл спиртовой вытяжки хлорофилла, в пробирку 4–5 мл спирта.
3. В пробирки 1, 2, 4 внести по 50 мг аскорбиновой кислоты и несколько раз встряхнуть.
4. В пробирки 1, 2, 3 добавить по каплям раствор метиленового красного, пока окраска не перейдет в красно-бурую.
5. В пробирке 4 окраску при помощи метиленового красного довести до ярко-розовой.
6. Пробирку 2 закрыть чехлом из черной бумаги.
7. Все пробирки выставить на яркий свет (300 Вт) на 10–15 мин.
8. Результаты занести в таблицу.
9. Сделать выводы.

Таблица

№ пробирки	Состав смеси в пробирках			Условия	Результат
	хлорофилл, мл	спирт, мл	аскорбиновая кислота, мг		
1	5	0	50	Свет	
2	5	0	50	Темнота	
3	5	0	0	Свет	
4	0	5	50	Свет	

Выводы

Подпись преподавателя _____

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕСС ФОТОСИНТЕЗА

Работа 23. Образование крахмала на свету

Материалы и оборудование: растение (выдержанное в темноте), спирт, раствор I_2 в KJ , темная бумага, ножницы, скрепки или булавки, термостойкие колбы, чашка Петри, водяная баня, электроплитка, электрическая лампочка (500 Вт).

Ход работы

1. Приготовить из темной бумаги двусторонний трафарет (фигуры верхней и нижней стороны должны полностью совпадать).
2. Прикрепить трафарет к листу растения, предварительно выдержанного в темноте (лист можно отделить и поставить его в воду), при помощи скрепок или булавок.
3. Выставить растение/лист на яркий свет. Продолжительность опыта – 2–3 часа.
4. После экспозиции снять трафарет, лист отделить от растения.
5. Поместить лист в термостойкую колбу, обдать его горячей водой, залить спиртом и поставить на водяную баню.
6. После того как лист полностью обесцветится, аккуратно слить спирт в стаканчик, лист промыть сначала в горячей, а затем в холодной воде.
7. В чашку Петри налить раствор I_2 в KJ и опустить обработанный лист.
8. Сделать наблюдения и выводы.

Наблюдения

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 24. Необходимость атмосферного CO_2 на процесс образования крахмала

Материалы и оборудование: растение (выдержанное в темноте), спирт, раствор I_2 в KJ , KOH (конц.), 10%-й раствор HCl , вазелин, мраморная крошка, стеклянные колпаки со стеклянными пластинами, водяная баня, электроплитка, 2 фарфоровые чашечки, чашка Петри, электрическая лампочка (500 Вт), конические колбы.

Ход работы

1. На первую стеклянную пластину поставить чашку с мраморной крошкой с прилитым раствором HCl и быстро накрыть стеклянным колпаком.
2. На вторую стеклянную пластину под колпак поместить чашечку с раствором KOH .
3. Взять листья с черенками обескрахмаленного растения, поставить в колбочки с водой и поместить под колпаки.
4. Оба прибора поставить на яркий свет. Продолжительность опыта – 2–3 часа.
5. После экспозиции все листья обработать горячей водой, спиртом и йодом (см. работу 23).
6. Сделать наблюдения и выводы.

Наблюдения

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 25. Выделение кислорода на свету веточками водных растений

Материалы и оборудование: элодея (или другое водное растение), батарейный стакан, воронка с короткой трубкой, пробирка, лучина, спички, электрическая лампа (500–700 Вт), NaHCO_3 , лезвие.

Ход работы

1. Веточки элодеи срезать под водой лезвием и поместить в широкий стакан под воронку с водой, обогащенной углекислотой, чтобы срезанные кончики элодеи были обращены к узкой части воронки, т.е. кверху.
2. На трубку воронки надеть пробирку, наполненную водой. Для этого пробирку заполнить доверху водой, зажать отверстие большим пальцем руки так, чтобы в нее не попадали пузырьки воздуха, перевернуть отверстием вниз, опустить в стакан с водой и осторожно надеть на трубку воронки.
3. Прибор выставить на яркий свет.
4. Когда пробирка заполнится газом, осторожно снять ее с воронки (предварительно закрыв под водой большим пальцем руки), перевернуть горлышком кверху и внести тлеющую лучину.
5. Сделать наблюдения, выводы.

Наблюдения

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 26. Зависимость ассимиляции углерода от интенсивности света

Материалы и оборудование: элодея (или другое водное растение), сода двууглекислая, вода, скальпель или ножницы, часы или секундомер, цилиндр, мягкая нитка, стеклянная палочка, линейка, электрические лампы (500 Вт), люксметр.

Ход работы

1. Узкий цилиндр заполнить водой и добавить небольшое количество соды для увеличения концентрации CO_2 .
2. Побег элодеи длиной 3–5 см с неповрежденной почкой подрезать скальпелем под водой.
3. Привязать побег его тонкой ниткой (не пережимая стебель) к стеклянной палочке срезом вверх, чтобы не всплывал, и поместить в цилиндр с водой.

I

4. Цилиндр с веточкой элодеи поставить перед электрической лампочкой на расстоянии 10 см. Дать растению адаптироваться в течение 3–5 минут и определить интенсивность фотосинтеза путем подсчета пузырьков воздуха, выделяющихся из среза в течение одной минуты.
5. Изменить положение цилиндра в соответствии со схемой опыта (см. табл.) и после 3–5 минут адаптации определить интенсивность фотосинтеза.
6. В каждой точке сделать не менее трех измерений. Порядок наблюдений может быть следующим: 1→2→3→1→3→2→1→3→2.
7. Результаты занести в таблицу 1.
8. Сделать выводы.

Таблица 1

Расстояние от источника излучения, см	Количество пузырьков газа, выделенное за 1 мин., шт			
	1	2	3	среднее
10				

II

4. Люксметром измерить освещение в 3–6 точках.
6. В точки, где проводилось измерение освещения, поставить поочередно цилиндр с элодеей. Дать адаптироваться в течение 2–3 минут и подсчитать количество пузырьков газа, испускаемых растением в течение одной минуты.
7. В каждой точке провести измерение не менее трех раз.
8. Заполнить таблицу 2.
9. Сделать выводы.

Таблица 2

Интенсивность света, люкс	Количество пузырьков газа, выделенное за 1 мин., шт			
	1	2	3	среднее

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 27. Влияние различных лучей спектра на процесс ассимиляции углерода

Материалы и оборудование: элодея (или другое водное растение), сода двууглекислая, вода, 4%-й раствор CuSO_4 насыщенный аммиаком, 1%-й раствор $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, скальпель или ножницы, часы или секундомер, цилиндр, мягкая нитка, стеклянная палочка, линейка, электрические лампы (500 Вт), люксметр.

Ход работы

1. Узкий цилиндр заполнить водой и добавить небольшое количество соды для увеличения концентрации CO_2 .
2. Побег элодеи длиной 3–5 см с неповрежденной почкой подрезать скальпелем под водой.
3. Привязать побег тонкой ниткой (не пережимая стебель) к стеклянной палочке срезом вверх, чтобы не всплывал, и поместить в цилиндр с водой. Три цилиндра заполнить: цилиндр 1 – водой; цилиндр 2 – 4%-м раствором CuSO_4 насыщенным аммиаком; цилиндр 3 – 1%-м раствором $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
4. Опустить пробирку с растением в цилиндр 1, установив на расстоянии 10 см от источника света. Дать растению адаптироваться 2–3 минуты и определить интенсивность фотосинтеза путем подсчета пузырьков воздуха, выделяющихся из среза в течение одной минуты.
5. Поочередно опускать пробирку с растением в цилиндры с соответствующими экранами (см. табл.) и подсчитывать количество пузырьков газа, выделяемых растением за одну минуту. Опыт повторить не менее трех раз в каждом экране.
6. Результаты записать в таблицу.
7. Сделать выводы.

Таблица

Цвет экрана	Количество пузырьков газа, выделенное за 1 мин., шт			
	1	2	3	среднее
Белый (H_2O)				
Синий (4% раствор CuSO_4 , насыщенный аммиаком)				
Красный 1% раствор $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$				

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 28. Влияние температуры на скорость выделения кислорода веточками водных растений

Материалы и оборудование: элодея (или другое водное растение), лезвие, секундомер, вода разной температуры, цилиндр простой или пробирка, электрические лампы (250–300 Вт), стеклянная палочка, мягкая нитка, 4 широких цилиндра, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Узкий цилиндр заполнить водой и добавить небольшое количество соды для увеличения концентрации CO_2 .
2. Побег элодеи длиной 3–5 см с неповрежденной почкой подрезать скальпелем его под водой.
3. Привязать побег тонкой ниткой (не пережимая стебель) к стеклянной палочке срезом вверх, чтобы не всплывал, и поместить в цилиндр с водой.
4. Четыре цилиндра заполнить водой: цилиндр 1 – $t = 4^\circ\text{C}$; цилиндр 2 – $t = 18^\circ\text{C}$; цилиндр 3 – $t = 25^\circ\text{C}$; цилиндр 4 – $t = 35^\circ\text{C}$.
5. Опустить пробирку с растением в цилиндр 1, установить от источника света на расстоянии 10 см. Дать растению адаптироваться 2–3 минуты и определить интенсивность фотосинтеза путем подсчета пузырьков воздуха, выделяющихся из среза в течение одной минуты.
6. Поочередно опускать пробирку с растением в цилиндры с соответствующей температурой (см. табл.) и подсчитывать количество пузырьков газа, выделяемых растением за одну минуту. Опыт повторить не менее трех раз при каждой температуре.
7. Результаты записать в таблицу.
8. Сделать выводы.

Таблица

Температура раствора, $^\circ\text{C}$	Количество пузырьков газа, выделенное за 1 мин., шт			
	1	2	3	среднее
35				
25				
15				
5				

Выводы

Подпись преподавателя _____

Для заметок

Для заметок

Для заметок

ТЕМА 3

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ДЫХАНИЯ

Работа 29. Кислотный гидролиз крахмала

Материалы и оборудование: 1%-й крахмальный клейстер, 20%-й раствор HCl, раствор I₂ в KI, Фелингова жидкость, электроплитка, водяная баня, штатив с пробирками, глазная пипетка, пипетка на 2 мл, мерный цилиндр, колба на 100 мл, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Налить в колбу 50 мл 1%-го крахмального клейстера.
2. Пронумеровать 8-10 пробирок.
3. В пробирку 1 отлить 5 мл крахмального клейстера.
4. В колбу с крахмальным клейстером внести 1,5 мл 20%-го раствора HCl, поставить на плитку и нагреть до появления первых пузырьков (начало кипения).
5. Отлить 5 мл крахмального клейстера в пробирку 2.
6. Продолжить кипячение содержимого колбы и взятие проб через каждые 5 минут.
7. Дать содержимому в пробирках остыть. После чего разбавить в два раза водой и в каждую пробирку добавить 5 капель I₂ в KI. (При отсутствии окрашивания гидролиз можно считать оконченным.)
8. Результаты занести в таблицу.
9. Сделать выводы.

Таблица

Продолжительность гидролиза, мин	0	5	10	15	20	25	30	35
Окраска раствора								

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 30. *Опыты с восстановительным ферментом редуктазой*

Материалы и оборудование: элодея, водный раствор метиленовой синей (50 мг/л), штатив с пробирками, предметные стекла, препаровальная игла, пинцет, держатель для пробирок, спиртовка, спички, стаканчик с водой, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Пронумеровать две пробирки.
2. В каждую пробирку налить по 10 мл водного раствора метиленовой синей.
3. Две веточки элодеи с неповрежденной верхушечной почкой поместить в стаканчик с водой.
4. Одну веточку перенести в пробирку с водой и прокипятить на спиртовке в течение 2–3 минут.
5. Веточку элодеи из стаканчика перенести в пробирку 1, а «прокипяченную» в пробирку 2.
6. Через 30 минут вынуть веточки из пробирок, слегка промыть и с помощью препаровальной иглы и пинцета препарировать листочки 5–6 ярусов на влажном предметном стекле.
7. Зарисовать особенности окрашивания листочков.
8. Сделать выводы.

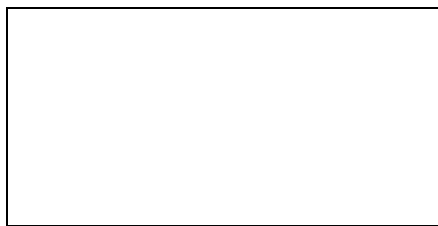


Рис. 1

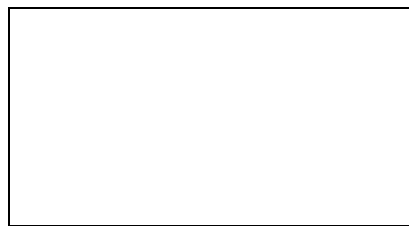


Рис. 2

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 31. Обнаружение дегидрогеназ в проросших семенах гороха

Материалы и оборудование: 10 проросших семян гороха, раствор метиленовой синей (50 мг/л), дистиллированная вода, 2 пробирки, колбочки на 50 мл, водяная баня, электроплитка, термометр, скальпель, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Пронумеровать две пробирки.
2. 10 проросших семян гороха очистить от кожуры, разделить на семядоли, поместить в пробирки и залить водой.
3. Пробирку 2 прокипятить в течение трех минут.
4. Воду слить, в обе пробирки налить раствор метиленовой синей и окрашивать в течение 10 минут.
5. Семядоли в пробирках промыть водопроводной водой и залить дистиллированной водой (слой воды на 2 см выше семян).
6. Поместить пробирку на водяную баню с $t = 30-35^{\circ}\text{C}$ на 10-15 минут.
7. Слить воду из пробирок и отметить окраску семядолей.
8. Результаты занести в таблицу.
9. Сделать выводы.

Таблица

№ пробирки	Вариант опыта	Степень окрашивания
1	Контроль	
2	Высокая температура	

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 32. Определение степени активности каталазы в листьях элодеи

Материалы и оборудование: элодея, 3%-й раствор H_2O_2 , микроскоп, предметные и покровные стекла, штатив с пробирками, спиртовка, спички, пинцет, стаканчик с водой, пипетка, держатель для пробирок.

Ход работы

1. Пронумеровать две пробирки.
2. В каждую налить равное количество воды и опустить по одной веточке элодеи.
3. Пробирку 2 прокипятить в течение 2-3 минут.
4. На предметное стекло, нанести пипеткой каплю 3%-го раствора H_2O_2 . Поместить в нее лист элодеи из первой пробирки. Быстро накрыть покровным стеклом и рассмотреть под микроскопом при малом увеличении.
5. То же самое проделать с элодеей из пробирки 2.
6. Записать наблюдения и сделать выводы.

Наблюдения

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 33. *Определение степени активности каталазы в листьях растений разных экологических групп*

Материалы и оборудование: листья герани, фиалки, хлорофитума, толстянки, 3%-й раствор H_2O_2 , штатив с пробирками, ступка с пестиком, мерная пробирка, пипетка на 2 мл, воронка, фильтровальная бумага, карандаш по стеклу, стаканчик с водой.

Ход работы

1. Пронумеровать четыре пробирки.
2. Из листа герани при помощи пробочного сверла сделать пять высечек.
3. Высечки поместить в ступку, добавить 6 мл воды и растереть до однородной массы. Перемешать и отфильтровать через бумажный фильтр в пробирку 1. Ступку с пестиком тщательно вымыть.
4. Аналогичным способом получить вытяжку из листьев фиалки (пробирка 2), хлорофитума (пробирка 3) и толстянки (пробирка 4).

Количество фильтрата во всех пробирках должно быть одинаковым (!)

5. В каждую пробирку добавить по 2 мл 3%-го раствора H_2O_2 .
6. Активность фермента оценить визуально в баллах. Результаты занести в таблицу.
7. Сделать выводы.

Таблица

№ пробирки	Объекты исследования	Активность фермента
1	Герань	
2	Фиалка	
3	Хлорофитум	
4	Толстянка	

Активность фермента:

- интенсивное образование пены – 4 балла
- умеренное образование пены – 3 балла
- слабое образование пены – 2 балла
- очень слабое образование пены – 1 балл
- отсутствие пены – 0 баллов

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 34. Определение дыхательного коэффициента прорастающих семян

Материалы и оборудование: проросшие семена, КОН (конц.), пинцет, фильтровальная бумага, ножницы, большая пробирка, пробка со стеклянной Г-образной трубкой, миллиметровая бумага, термометр, пипетка, часы, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. В пробирку (до 2/3 ее объема) насыпать семена, закрыть пробкой с Г-образной трубкой.
2. В конец мерной трубки ввести каплю воды. Отметить положение внутреннего мениска на миллиметровой бумаге.
3. Через три минуты отметить, на сколько переместилась капля внутри трубки.
4. Открыть пробку. В свободную часть пробирки вставить кольцо из фильтровальной бумаги, смоченной раствором КОН.
5. Закрыть пробирку, в конец мерной трубки ввести каплю воды. Отметить положение внутреннего мениска на миллиметровой бумаге.
6. Через три минуты произвести второй отсчет.
7. Опыт повторить по 2–3 раза с каждым видом семян.
8. По формуле вычислить значение дыхательного коэффициента:

$$A = O_2 - CO_2; \quad B = O_2; \quad CO_2 = B - A$$

$$D_K = \frac{CO_2}{O_2} = \frac{B - A}{B}$$

9. Заполнить таблицу и сделать выводы.

Таблица

Объект	Расстояние, прошедшее каплей за минуты, мм						$\frac{CO_2}{O_2}$
	без щелочи (А)			со щелочью (В)			
	1	2	среднее	1	2	среднее	
Семена бобов							
Семена подсолнечника							
Семена пшеницы							

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 35. Поглощение кислорода воздуха прорастающими семенами

Материалы и оборудование: проросшие семена, 20%-й раствор КОН, окрашенная жидкость, 2 колбы с газоотводными трубками, 2 маленькие пробирки, пробки к колбам, пинцет, предметные столики.

Ход работы

1. В две колбы с газоотводными трубками поместить равное по объему (1/2 от объема колбы) количество семян – в одну сухих, в другую проросших.
2. В две маленькие пробирки до половины объёма налить концентрированную щелочь и аккуратно, при помощи пинцета, поместить по одной в каждую колбу с семенами.
3. Колбы плотно закрыть пробками, поместить на предметный столик.
4. В два стаканчика налить подкрашенную воду и опустить концы газоотводных трубок.
5. Записать наблюдения и сделать выводы.

Наблюдения

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 36. Сравнение интенсивности дыхания прорастающих семян, листьев и почек

Материалы и оборудование: проросшие семена, листья, почки, 0,1%-й раствор Ва(ОН)₂, раствор СООН·СООН·2Н₂О, 1%-й раствор фенолфталеина, бюретка, штатив, воронка, весы с разновесами, 8 колб (500 мл), 8 резиновых пробок, 6 марлевых мешочков, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. В две сухие колбы (V=500 мл) налить по 25 мл 0,1%-го раствора Ва(ОН)₂. Закрывать колбы пробками, поставить в темный шкаф и засечь время (контрольные колбы).
2. В две колбы налить по 25 мл раствора 0,1 %-го раствора Ва(ОН)₂, закрыть пробками.
3. Взвесить две навески растительного материала (m=10 г), поместить их в марлевые мешочки.
4. Мешочки перенести в колбы и закрепить так, чтобы они не касались раствора щелочи и находились на 1,5 см выше раствора. Свободный конец нитки укрепить в колбе с помощью пробки.
5. Поставить колбы в темный шкаф на 1 час.
6. То же самое повторить и с другими растительными объектами.
7. В течение часа колбы осторожно покачивать, чтобы разбить образующуюся на поверхности пленку из ВаСО₃.
8. Через час мешочки извлечь, добавить в каждую колбу по 2-3 капли фенолфталеина и быстро оттитровать раствором СООН·СООН·2Н₂О до обесцвечивания жидкости.
9. Заполнить таблицу.
10. Сделать выводы.

Таблица

Растительный объект	Масса пробы, (г)	Объем раствора Ва(ОН) ₂ , (мл)	Объем СООН·СООН·2Н ₂ О (мл)			Интенсивность дыхания		
			1	2	сред.	1	2	сред.
Контроль								
Проросшие семена								
Листья								
Почки								

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 37. Действие физических и химических факторов на активность ферментов

Материалы и оборудование: клубни картофеля, 9%-й раствор CH_3COOH , 3%-й раствор H_2O_2 , насыщенный раствор $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, штатив с пробирками, терка, марля, спиртовка, спички, держатели для пробирок, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Пронумеровать четыре пробирки.
2. Приготовить картофельный сок, процедить через марлю.
3. В пробирки налить по 1 мл полученной вытяжки.
4. Пробирку 1 оставить для контроля.
Пробирку 2 прокипятить 1–2 минут и охладить.
В пробирку 3 прилить 2 мл 9%-го раствора CH_3COOH .
В пробирку 4 прилить 2 мл насыщенного раствора $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.
5. В каждую пробирку налить по 1 мл 3%-го раствора H_2O_2 .
6. Пронаблюдать за изменениями, происходящими в пробирках.
7. Результаты занести в таблицу.
8. Сделать выводы.

Таблица

№ пробирки	Вариант опыта	Результаты
1	Контроль	
2	Высокая температура	
3	Раствор уксусной кислоты	
4	Раствор нитрата свинца	

Выводы

Подпись преподавателя _____

Для заметок

ТЕМА 4

ВОДНЫЙ РЕЖИМ РАСТЕНИЙ

Работа 38. *Определение местоположения и количества устьиц на площадь листа*

Материалы и оборудование: различные растения (бальзамин, герань, бегония, толстянка и др.), дистиллированная вода, микроскоп, предметные и покровные стекла, окуляр-микрометр, **объект-микрометр**, глазные пипетки, пинцет, **препаровальная игла**.

Ход работы

1. Снять эпидермис с верхней и нижней стороны листа и приготовить в капле воды микропрепараты.
2. Рассмотреть микропрепараты с использованием объектива ВИ x 40 (водная иммерсия), определить местоположение и количество устьиц в поле зрения (на один образец не менее 10 полей зрения). Данные занести в таблицу.
3. Определить площадь поля зрения при помощи окуляр-микрометра и объект-микрометра.
4. Рассчитать количество устьиц на 1 мм².
5. Сделать выводы.

Таблица

№ п/п	Объект	Наличие устьиц		Количество устьиц, шт.	
		нижняя сторона	верхняя сторона	нижняя сторона	верхняя сторона
1					
2					
3					
4					

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 39. Определение состояния устьиц и межклетников методом инфильтрации

Материалы и оборудование: разные комнатные растения, ксилол, бензол, этиловый спирт, 3 глазные пипетки.

Ход работы

1. Для опыта взять листья растений, выдержанных в разных условиях (например, свежие и подвявшие, освещенные и затемненные и т.п.).
2. На нижний эпидермис листа нанести поочередно каплю бензола, ксилола, спирта.
3. Лист держать в горизонтальном положении до исчезновения капель (они могут испариться или проникнуть внутрь).
4. Рассмотреть лист на свет. Проникновение капель отметить в таблице знаком +, отсутствие проникновения знаком –.
5. Сделать выводы.

Таблица

Объект исследования	Условия опыта	Бензол	Ксилол	Спирт	Состояние устьиц

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 40. Сравнение транспирации верхней и нижней стороны листа хлоркобальтовым методом

Материалы и оборудование: лист какого-либо растения, 5%-й раствор CoCl_2 , бритва, резиновые кольца, фильтровальная бумага, 2 небольшие одинаковые стеклянные пластинки, спиртовка, спички, пинцет, лезвие.

Ход работы

1. Приготовить хлоркобальтовую бумагу: налить в широкий сосуд 5%-й раствор CoCl_2 , опустить в него фильтровальную бумагу, высушить на воздухе или над спиртовкой.
2. Лист с черешком какого-либо растения (примула, цикламен, гортензия и т.п.) подрезать под водой лезвием.
3. К верхней и нижней стороне листа приложить сухие кусочки хлоркобальтовой бумаги, стеклянные пластинки, все закрепить при помощи резиновых колец.
4. Черешок опустить в стаканчик с водой.
5. По часам следить, через, сколько минут и с какой стороны листочки порозовеют.
6. Сравнить промежутки времени и определить, с какой стороны листа испарение идет быстрее.
7. Записать данные наблюдения:
 - верхняя сторона порозовела через _____ минут;
 - нижняя сторона порозовела через _____ минут.
8. Сделать выводы.

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 41. Определение интенсивности кутикулярной транспирации

Материалы и оборудование: листья растений с гипостоматическими листьями (плюща, фуксии, цикламена, сирени и др.), вазелин, весы, разновесы.

Ход работы

1. Срезать 10 одинаковых листьев. Из них 5 будут служить в качестве контроля, 5 – в качестве опытного варианта.
2. Смазать нижнюю сторону листьев опытного варианта тонким слоем вазелина.
3. Листья взвесить, отметить время начала экспозиции. Данные занести в таблицу.
4. Через 30–60 минут повторить взвешивание.
5. Определить долю кутикулярной транспирации по формуле: $X = \frac{2b}{a} 100\%$,
где X – доля кутикулярной транспирации;
 a – уменьшение массы контрольных листьев;
 b – уменьшение массы опытных листьев.
6. Сделать выводы.

Таблица

Объект исследования	Вариант опыта	Повторность	Масса листьев, г		Испарено воды, гр	Транспирация, % от общей	
			до экспозиции	после экспозиции		устыичная	кутикулярная
	Контр.	1					
		2					
		3					
		4					
		5					
		Ср. знач.					
	Опыт	1					
		2					
		3					
		4					
		5					
Ср.знач.							

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 42. Объемный метод определения транспирации

Материалы и оборудование: побег сосны или побег, содержащий не менее 5 крупных листьев, 2 бюретки объемом 50 или 100 мл, 2 резиновые трубки с зажимами, 2 каучуковые пробки с отверстием, диаметр которого равен диаметру побега, штатив.

Ход работы

1. Побег сосны вставить в отверстие каучуковой пробки и подрезать под водой.
2. То же проделать с побегом другого растения.
3. На нижний конец двух бюреток надеть трубки с зажимами.
4. Бюретки заполнить отстоянной водой и плотно закрыть подготовленными пробками с растением.
5. Бюретки перевернуть растениями вниз и закрепить в штативе.
6. Установить уровень воды на последнем делении бюретки.
7. Записать данные наблюдения:
 - побег сосны - _____ мл;
 - побег _____ - _____ мл.
8. Сделать выводы.

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 43. Определение транспирации весовым методом

Материалы и оборудование: побеги и листья какого-либо растения, масло растительное, весы рычажные, разновесы (от 0,01 до 100 г), ножницы, пипетка, две колбы, одинаковые по массе и объему.

Ход работы

1. Взять две колбы с одинаковым количеством отстоянной воды.
2. В одну колбу поместить побег с 2-3 листочками.
3. На поверхность воды в обе колбы капнуть подсолнечное масло до образования пленки.
4. Поместить колбы на весы и уравновесить их.
5. Через некоторое время (от 60 минут до нескольких часов) произвести повторное взвешивание. Разница в весе показывает количество испаренной воды (q).
6. Для определения интенсивности транспирации произвести пересчет количества испаряемой воды на единицу поверхности, т.е. на 1 м^2 / час.
7. Обрисовать контур прямоугольника, в который уместится сорванный лист. Вычислить площадь прямоугольника в см^2 (S_1). Определить массу прямоугольника в г (M_1), вырезать бумажный лист и определить его массу (M_2). Площадь бумажного листа найти из пропорции:
$$S_1 : M_1 = S_2 : M_2 \Rightarrow S_2 = \frac{S_1 \cdot M_2}{M_1}$$
8. Зная количество испаренной воды с поверхности, произвести пересчет на единицу площади (1 м^2) за единицу времени (1 час).
9. Определить интенсивность транспирации.
10. Сделать выводы.

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 44. Определение интенсивности транспирации при помощи торсионных весов

Материалы и оборудование: листья какого-либо растения, торсионные весы, штатив с бруском, секундомер, ножницы, булавки, пинцет, миллиметровая бумага.

Ход работы

1. Установить торсионные весы.
2. Срезать лист, быстро перенести его на весы и взвесить. Записать массу листа (m_1). Данные занести в таблицу.
3. Лист прикрепить к бруску штатива булавками и включить секундомер.
4. За одну минуту сорвать и произвести взвешивание еще четырех листьев того же растения и яруса.
5. Через три минуты после начала транспирации каждого листа произвести повторное взвешивание – это масса листа после транспирации (m_2). Данные занести в таблицу.
6. Найти площадь каждого листа (см. работу 43).
7. Определить интенсивность транспирации по формуле:

$$J = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 60 \cdot 1000}{3 \cdot S_{\Delta}}$$

8. Сделать выводы.

Таблица

Вариант опыта	Повторность	m_1 , г	m_2 , г	S_{Δ} см ²	J г/м ² час	J ср. г/м ² час
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 45. Значение кутикулы и пробки для предохранения растений от потери воды

Материалы и оборудование: 4 яблока, 4 клубня картофеля, H_2SO_4 (конц.), весы, разновесы, нож, 2 фарфоровые чашечки, 2 стеклянных колпака со стеклянными пластинами.

Ход работы

1. Из четырех примерно одинаковых клубней картофеля и яблока для опыта два будут служить в качестве контроля, два – в качестве опытного варианта.
2. Пронумеровать контрольные экземпляры (приколоть бирку) и взвесить. Данные занести в таблицу.
3. С опытных экземпляров ножом осторожно снять покровный слой, пронумеровать, взвесить. Данные занести в таблицу.
4. На одну стеклянную пластину поместить клубни картофеля, на другую яблоки обоих вариантов.
5. В две фарфоровые чашечки налить до $1/3$ объема H_2SO_4 (конц.), поставить по одной на каждую стеклянную пластину и накрыть колпаками.
6. В течение 7 дней производить взвешивание через каждые 24 часа. Данные заносить в таблицу.
7. На основании данных построить кривые.
8. Сделать выводы.

Таблица

Объект исследования	Вариант опыта	Повторность	Масса растительных объектов, гр.							
			1	2	3	4	5	6	7	
Картофель	Контр.	1								
		2								
	Опытн.	1								
		2								
Яблоко	Контр.	1								
		2								
	Опытн.	1								
		2								



Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 46. Значение пробки для предохранения растений от потери воды

Материалы и оборудование: однолетние побеги древесных растений, весы, разновесы, скальпель, вазелин, полоски фильтровальной бумаги.

Ход работы

1. Из однолетних побеги 2–4 видов растений длиной 10–12 см (по 4 каждого вида) два будут служить в качестве контроля, два – в качестве опытного варианта.
2. Аккуратно смазать вазелином место среза контрольных побегов, пронумеровать (1, 2), взвесить.
3. Записать в таблицу время взвешивания и вес каждого побега.
4. С опытных побегов снять скальпелем пробку, не повреждая зеленой ткани феллодермы, место среза аккуратно смазать вазелином. Пронумеровать побеги (3, 4).
5. Подготовленные побеги взвесить. Записать время взвешивания и вес каждого побега.
6. Оставить на экспозицию – 40–50 минут. Время экспозиции в контроле и опыте должно быть одинаковым.
7. После экспозиции побеги вторично взвесить, результаты записать в таблицу.
8. Рассчитать потерю воды в граммах и в процентах.
9. Сделать выводы.

Таблица

Объект исследования	Вариант опыта	Повторность	Вес побегов, г		Потеря в весе	
			до экспозиции	после экспозиции	г	%
	Контр.	1				
		2				
	Опытн.	1				
		2				
	Контр.	1				
		2				
	Опытн.	1				
		2				

Объект исследования	Вариант опыта	Повторность	Вес побегов, г		Потеря в весе	
			до экспозиции	после экспозиции	г	%
	Контр.	1				
		2				
	Опытн.	1				
		2				
	Контр.	1				
		2				
	Опытн.	1				
		2				

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 47. Влияние внешних условий на процесс гуттации

Материалы и оборудование: 4 сосуда с 5–8-дневными проростками злаков, выращенных в темноте, снег или битый лед, 3 кристаллизатора, 3 больших химических стакана с отверстием на дне, колба, термометр, проволока, фильтровальная бумага.

Ход работы

1. За час до начала опыта полить сосуды равным количеством теплой воды.
2. Подготовить три кристаллизатора по следующей схеме опыта:
 - налить воды комнатной температуры (см. по термометру);
 - налить воды температурой 30–35°C;
 - заполнить снегом или битым льдом ($t^{\circ} = 0^{\circ}\text{C}$).
3. Удалить кусочками фильтровальной бумаги, имеющиеся на проростках капли.
4. Поставить в кристаллизаторы по одному сосуду с растениями и накрыть стеклянными колпаками. Четвертый сосуд остается на столе открытым.
5. Наблюдать за скоростью выделения капель на концах проростков.
6. Снять через отверстие в стакане кусочком фильтровальной бумаги, прикрепленной к проволоке, появившиеся капли.
7. Засечь время и отметить в таблице, через какой промежуток появятся новые капли. Опыт повторить несколько раз.
8. Сделать выводы.

Таблица

№ варианта	Условия опыта	Время наступления гуттации, мин			
		1	2	3	Среднее значение
1	Открытые растения (комнатная температура)				
2	Растения под колпаком (комнатная температура)				
3	Растения под колпаком (температура 30–35°C)				
4	Растения под колпаком (температура 0°C)				

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 48. Водообмен ветки сосны

Материалы и оборудование: 2 ветки сосны двухлетней, раствор эозина 30 мг/л, парафин, 2 колбы на 500 мл с пробкой, весы, разновесы, скальпель.

Ход работы

1. Налить в колбу примерно на 3/4 объема воды, подкрашенной эозином, взвесить.
2. Очистить нижнюю часть двухлетней ветки сосны (до мутовки) от хвои и вставить стебель в отверстие пробки.
3. Обновить срез стебля под водой.
4. Закрыть колбу подготовленной пробкой (стебель на 1–2 см выше дна).
5. При необходимости (если пробка корковая или неплотно прилегает к краям колбы) залить пробку парафином.
6. Взвесить всю установку с точностью до 0,1 г.
7. Таким же образом поставить опыт со второй веткой, у которой, после закрепления ее в пробке, окольцевать стебель.
8. Оставить колбы на свету в одинаковых условиях.
9. Через 1–2 недели взвесить всю установку.
10. Вынуть пробку и взвесить колбу с оставшейся водой (тщательно убрав парафин).
11. Вычислить испаряющую поверхность исходя из того, что одному кг сырой хвои сосны обыкновенной соответствует поверхность 33 см^2 (поверхностью стебля пренебречь).
12. Установить массу испаренной воды за время опыта.
13. Вычислить интенсивность транспирации.
14. Выявить, по какой части стебля происходит передвижение воды.
15. Данные занести в таблицу.
16. Сделать выводы.

Таблица

Вариант опыта	Исходная масса всей установки, г	Масса установки по окончании опыта, г	Масса хвои, г	Площадь поверхности хвои, см^2	Интенсивность транспирации, $\text{г}/\text{см}^2$
Неокольцованная ветка сосны обыкновенной					
Окольцованная ветка сосны обыкновенной					

Выводы

Подпись преподавателя _____

Для заметок

Для заметок

ТЕМА 5

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ

Работа 49. Микрохимический анализ золы растений

Материалы и оборудование: зола печная или табачный пепел, дистиллированная вода, 10%-й раствор NH_3 , 10%-й раствор HCl , набор реактивов (1%-й раствор Pt_2SO_4 , 1%-й раствор PtCl_4 , 1%-й раствор H_2SO_4 , 1%-й раствор Na_2HPO_4 , 1%-й раствор $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ в 1%-м растворе HNO_3 , 1%-й раствор $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, 1%-й раствор $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$), стеклянные палочки, фильтровальная бумага, микроскоп, предметные и покровные стекла, препаровальная игла, пробирки, лакмусовая бумажка, маленькие воронки.

Ход работы

1. Пронумеровать две пробирки.
2. В каждую насыпать небольшое количество золы.
3. Залить золу четырехкратным объемом 1 – H_2O ; 2 – 10%-м раствором HCl .
4. Отфильтровать полученные растворы в чистые пробирки.
5. Провести на предметном стекле указанные ниже реакции (после каждой реакции стекла тщательно промывать).
6. Тонкими стеклянными палочками нанести на стекло маленькие капельки испытуемого раствора и реактива на расстоянии 2–3 мм друг от друга, чистой препаровальной иглой соединить капельки тонким дугообразным каналцем. В месте соединения произойдет реакция, а по краям каналца – быстрая кристаллизация продуктов реакции.
7. Кристаллический осадок рассмотреть под микроскопом и зарисовать.

В водном растворе обнаруживаются водорастворимые хлориды.

Реактивом на хлориды является серноокислый таллий:

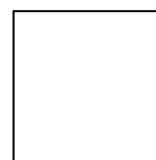
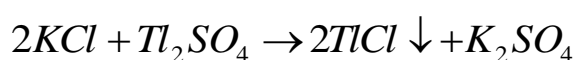


Рис. 1

В кислотном растворе открываются калий, фосфор, кальций, магний, сера и железо.

Для обнаружения калия служит раствор хлористой платины:

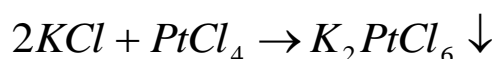


Рис. 2

Чтобы обнаружить кальций, взять раствор серной кислоты:

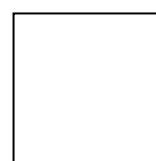
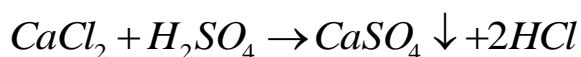


Рис. 3

Чтобы открыть магний, каплю испытуемого раствора нейтрализовать аммиаком и соединить с каплей раствора фосфорнокислого натрия:

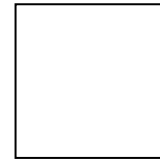
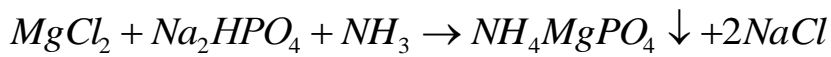


Рис. 4

Для открытия фосфора использовать раствор молибденовокислого аммония в азотной кислоте:

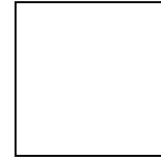


Рис. 5

Присутствие серы обнаруживается прибавлением раствора азотнокислого стронция:

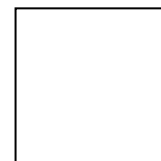
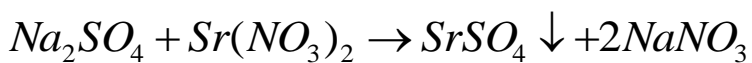


Рис. 6

Реакцию на железо проводить без микроскопа на фарфоровой пластинке. Для открытия железа можно воспользоваться обычной цветной реакцией с железосинеродистым калием (1%-й раствор желтой кровяной соли):

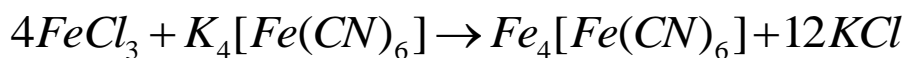


Рис. 7

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 50. Обнаружение нитратов в тканях растений

Материалы и оборудование: растения: бальзамин, колеус, традесканция, 1%-й раствор дифениламина в крепкой серной кислоте, фарфоровые чашечки, стеклянные палочки, стакан с водой, пипетка на 1–2 мл, полоски фильтровальной бумаги.

Ход работы

1. В три фарфоровые чашечки поместить по кусочку растительного материала: в первую – лист, во вторую – стебель, в третью – корень.
2. Стеклянной палочкой растереть кусочки до кашеобразного состояния, добавить несколько капель дифениламина (обращаться осторожно!).
3. Оценить интенсивность окраски в баллах (это следует делать сразу).
4. Прodelать то же самое с другими растениями (стеклянную палочку каждый раз следует промывать в чистой воде и вытирать салфеткой).
5. Результаты занести в таблицу, оценивая посинение по пятибалльной системе: 0 баллов – отсутствие посинения, 1 балл – едва заметное посинение, 2 балла – слабое посинение, 4 балла – интенсивно синее окрашивание, 5 баллов – синее черное окрашивание.
6. Сделать выводы.

Таблица

Объект исследования	Количество нитратов, в баллах		
	лист	стебель	корень

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 51. Влияние солей тяжелых металлов на всхожесть, рост проростков и активность каталазы пшеницы

Материалы и оборудование: 0,01 М раствор CuSO_4 , 3%-й раствор H_2O_2 , H_2O (дистил.), штатив с пробирками, 5 мерных пробирок, 5 чашек Петри, фильтровальная бумага, ножницы, линейка, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Пронумеровать пять мерных пробирок.
2. В пробирку 1 налить 9 мл H_2O (дистил.).
В пробирку 2 – 9 мл 0,01 М раствора CuSO_4 .
В пробирку 3 – 1 мл 0,01 М раствора CuSO_4 и 9 мл H_2O .
В пробирку 4 – 1 мл из пробирки 3 и 9 мл H_2O .
В пробирку 5 – 1 мл из пробирки 4 и 9 мл H_2O .
Из пробирки 5 1 мл вылить.
3. Подписать пять чашек Петри согласно схеме опыта (см. табл.).
4. Из фильтровальной бумаги вырезать пять кружков диаметром, равным диаметру чашки, и пять кружков диаметром крышки.
5. Поместить кружки фильтровальной бумаги соответственно.
6. Фильтровальную бумагу, находящуюся на крышке чашки Петри, смочить 1 мл дистил. воды.
7. На фильтровальную бумагу в чашке Петри налить по 9 мл растворов согласно схеме опыта.
8. В каждую чашку Петри положить по 10–20 сухих семян, закрыть крышками и поставить в теплое место на 7 дней.
9. Проанализировать итоги опыта и сделать выводы. Для этого:
 - 1) определить всхожесть семян;
 - 2) измерить с помощью линейки длину проростков;
 - 3) определить количество корней (среднее на 10 растений);
 - 4) измерить длину корней;
 - 5) определить активность каталазы:
 - из проростков каждого варианта приготовить навеску в 500 мг;
 - навеску поместить в ступку, добавить 5 мл воды, растереть до однородной массы;
 - отфильтровать через влажный фильтр в пробирку (во всех пробирках должно быть одинаковое количество фильтрата – 3 мл);
 - в каждую пробирку добавить по 1 мл 3%-й перекиси водорода;
 - наблюдать за интенсивностью выделения кислорода (активность фермента оценить в баллах: интенсивное образование пены – 4 балла, умеренное – 3 балла, слабое – 2 балла, очень слабое – 1 балл, отсутствие активности – 0 баллов).
10. Результаты опыта занести в таблицу.
11. Сделать выводы.

Таблица

Вариант опыта	Показатели				
	всхожесть	длина проростков, см	кол-во корней, шт.	длина корней, см	активность каталазы, в баллах
Контроль H ₂ O (дистил.)					
0,01 М раствор CuSO ₄					
0,001 М раствор CuSO ₄					
0,0001 М раствор CuSO ₄					
0,00001 М раствор CuSO ₄					

Выводы

Подпись преподавателя _____

Для заметок

Для заметок

ТЕМА 6

РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ РОСТА И РАЗВИТИЯ И ВЛИЯНИЕ НА НИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Работа 52. Обнаружение запасных веществ в различных органах растения

Материалы и оборудование: лук, клубень картофеля, набухшие семена бобов или гороха, сухие семена подсолнечника, раствор I_2 в KI, Феллингова жидкость, Миллонов реактив, судан-3, микроскоп, предметные стекла, спиртовка, спички, пипетки, стаканчик с водой, скальпель.

Ход работы

1. Приготовить срез лука, положить на предметное стекло и нанести каплю Феллинговой жидкости.
2. Нагреть на спиртовке до появления характерного окрашивания.
3. Приготовить срез семени бобов, положить на предметное стекло и нанести каплю Миллонова реактива.
4. Нагреть на спиртовке до появления характерного окрашивания.
5. Приготовить срез клубня картофеля, нанести каплю йода.
6. Семя подсолнечника освободить от кожуры. Семянку положить на предметное стекло, раздавить тупым концом скальпеля, мездру убрать, оставшееся пятно окрасить суданом.
7. При малом увеличении пронаблюдать за окрашиванием капель жира.
8. Результаты занести в таблицу.
9. Сделать выводы.

Таблица

Объект исследования	Запасные вещества				Окраска
	белок	жиры	крахмал	моносахара	
Лук					
Клубень картофеля					
Семена бобов					
Семена подсолнечника					

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 53. Превращение веществ при прорастании семян

Материалы и оборудование: сухие и проросшие семена злаковых, бобовых и масличных культур, реактив Феллинга, раствор I_2 в KI, водяная баня, электроплитка, фарфоровые ступки, штатив с пробирками, воронки, пипетки на 5 мл, цилиндры на 20–25 мл, фильтры.

Ход работы

1. Пронумеровать три сухие пробирки.
2. Насыпать (на 1,5 см) равное количество растертых или размолотых сухих семян: в пробирку 1 – злаки, в пробирку 2 – бобовые, в пробирку 3 – масличные.
3. В каждую пробирку добавить по 10 мл дистиллированной воды и нагреть на кипящей водяной бане в течение 10 минут.
4. После нагревания вытяжку слить через увлажненный складчатый фильтр в чистые пробирки с этикетками.
Количество фильтрата во всех пробирках должно быть одинаковым!
5. К полученному фильтрату добавить равное количество реактива Феллинга и нагревать в течение 5 минут на кипящей водяной бане. По количеству образовавшейся закиси меди дать оценку содержания в материале редуцирующих сахаров в баллах, результаты занести в таблицу.
6. К оставшейся в пробирках мезге добавить 2–3 капли йода и оценить содержание крахмала в баллах, результаты занести в таблицу.
7. Параллельно провести аналогичные опыты с проросшими (3–5 суточными) семенами тех же растений, взятыми в равном количестве. Результаты занести в таблицу.
8. Сделать выводы.

Таблица

Объект исследования	Не проросшие семена		Проросшие семена	
	Содержание углеводов, балл			
	крахмал	редуцирующие сахара	крахмал	редуцирующие сахара
Злаки				
Бобовые				
Масличные				

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 54. Определение зоны роста корня

Материалы и оборудование: проросшие семена гороха или фасоли с прямыми корешками, тушь, чертежное перо, сосуд для влажной камеры, корковые пробки, ножницы, булавки, миллиметровая линейка, фильтровальная бумага.

Ход работы

1. Взять 2–5 семян гороха или фасоли с прямыми корешками длиной 8–10 мм.
2. Тушью при помощи чертежного пера (иголки или нитки) нанести метки на протяжении всего корешка на расстоянии 1 мм друг от друга, начиная от конуса нарастания.
3. В сосуд для влажной камеры налить воду, примерно на 1/3 от объема сосуда.
4. Вырезать полоску фильтровальной бумаги (ее длина должна составлять две высоты сосуда для влажной камеры и ширина 1,5–2 см).
5. Разместить на корковой пробке центр бумажной полоски и осторожно булавкой, стараясь не повредить корешок и почечку, приколоть семена.
6. Свободные концы фильтровальной бумаги опустить на дно влажной камеры и плотно закрыть ее пробкой.
7. Через 3–5 дней измерить миллиметровой линейкой расхождение меток, записать данные в таблицу и нарисовать кривую роста.
8. Сделать выводы.

Таблица

Повторность	Зоны прироста, мм										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднее
1											
2											
3											
4											
5											



Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 55. Определение зоны роста стебля

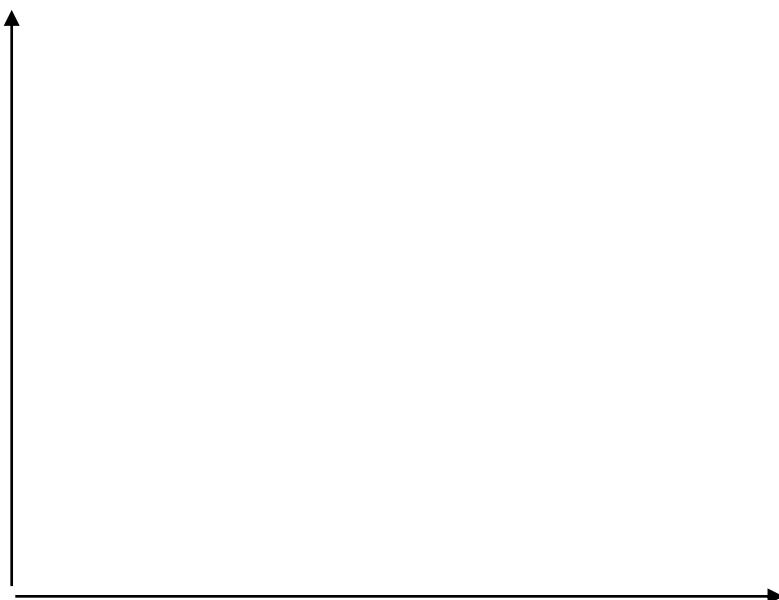
Материалы и оборудование: молодые проростки подсолнечника, огурца и т.п., тушь, чертежное перо, миллиметровая линейка.

Ход работы

1. Взять 2–5 молодых проростка (подсемядольные колена) подсолнечника, огурца и т.п. длиной 2–3 см.
2. Тушью при помощи чертежного пера (иголки или нитки) нанести метки на протяжении всего проростка на расстоянии 2 мм друг от друга, начиная от почки вниз.
3. Растения вновь поместить в темноту.
4. Через 3–5 дней измерить миллиметровой линейкой расхождение меток, записать данные в таблицу и нарисовать кривую роста.
5. Сделать выводы.

Таблица

Повторность	Зоны прироста, мм										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднее
1											
2											
3											
4											
5											



Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 56. Наблюдение за ростом при помощи рычажного ауксонометра

Материалы и оборудование: быстрорастущее растение или проростки, лист картона, соломина, булавка, нитки.

Ход работы:

1. Приготовить рычажный ауксонометр. Для этого:
 - взять лист картона, начертить полуокружность по его краю и проградуировать ее;
 - из соломин сделать неравноплечий рычаг (проколоть булавкой ближе к одному из краев;
 - подготовленный рычаг закрепить в центре полуокружности (конец длинного плеча должен находиться на окружности);
 - подготовленный ауксонометр закрепить вертикально в штативе.
2. Конус нарастания растения ниткой прикрепить к концу короткого плеча так, чтобы соломина располагалась строго горизонтально, на нулевой отметке.
3. Через 1–3 недели (в зависимости от скорости роста растения) отметить передвижение длинного плеча по шкале.
4. Зная отношение длины обоих плеч, и время эксперимента в часах, вычислить прирост в мм/час.
5. Сделать выводы.

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 57. Фототропизм coleoptiles проростков злака

Материалы и оборудование: проростки овса, выращенные в темноте, фототропическая камера, фольга, тушь, чертежное перо, ножницы, спички.

Ход работы

1. Взять 10 прямых проростков овса, выращенных в темноте.
2. Быстро нанести на одну сторону тушью метки на расстоянии 2 мм.
3. Приготовить светонепроницаемые колпачки: кусочек фольги шириной около 1 см вокруг спички и скрутить вверх.
4. На 5 проростков надеть светонепроницаемые колпачки.
6. Поместить проростки в фототропическую камеру так, чтобы нанесенные на coleoptили метки были обращены к затемненной стороне.
7. Поставить камеру отверстием к источнику света.
8. В течение недели проводить наблюдения.
9. Зарисовать проростки в начале опыта (рис. 1 а, б) и в конце (рис. 2 а, б).
10. Сделать выводы.

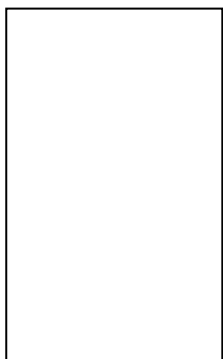


Рис. 1 а

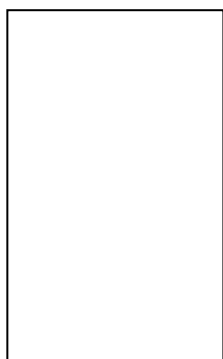


Рис. 1 б



Рис. 2 а

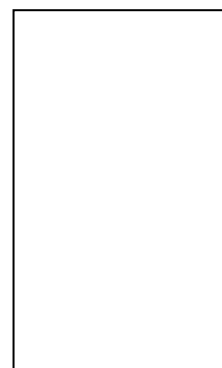


Рис. 2 б

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 58. Определение зоны геотропического изгиба у корня и стебля

Материалы и оборудование: наклюнувшиеся семена льна, горчицы, стаканчики с 3–5 дневными проростками подсолнечника, гороха, выращенные в опилках, стеклянная пластинка, простоквашница, фильтровальная бумага, тушь, чертежное перо.

Ход работы:

I

1. Стеклянную пластинку обернуть фильтровальной бумагой и смочить.
2. Отобрать 10 наклюнувшихся семян льна или горчицы и разложить их в верхней части пластинки на расстоянии 1 см друг от друга корешками вниз (семена, благодаря ослизнению оболочек, прилипают к бумаге).
3. В простоквашницу (в широкий стакан) налить небольшое количество воды и поместить пластинку с семенами в наклонном положении, накрыть крышкой и поставить в темное место.
4. Через несколько дней (когда корешки вырастут до 2–3 см) вынуть пластинку, повернуть на 90° , снова поместить в сосуд и поставить в темноту.
6. Для выявления роли зоны деления у части проростков срезать острой бритвой кончик корня (1–2 мм).
7. Через 3–5 дней проанализировать результаты опыта и зарисовать (рис. 1).
8. Сделать выводы.

II

1. Взять 3–5-дневные проростки подсолнечника или гороха, выращенные в стакане с опилками.
2. На стебли нанести тушью метки на расстоянии 2 мм на стороне, обращенной вниз.
3. Поставить стакан с растениями в горизонтальное положение.
4. Через 2–3 дня рассмотреть проростки и зарисовать результаты опытов.
5. Сделать выводы.



Рис. 1



Рис. 2

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 59. Значение листа в процессе корнеобразования

Материалы и оборудование: 6 одинаковых верхушечных черешков традесканции с 6-ю листьями, 6 пробирок, штатив, негигроскопическая вата, темная бумага, фольга.

Ход работы

1. 6 пробирок обернуть темной бумагой, наполнить водой.
2. Подготовить черенки традесканции согласно схеме опыта:
 - 1 вариант – оставить все листья;
 - 2 вариант – удалить все листья и верхушку;
 - 3 вариант – обернуть все листья фольгой;
 - 4 вариант – удалить все листья, оставив верхушку;
 - 5 вариант – удалить три нижних листа, оставив верхушку;
 - 6 вариант – удалить три верхних листа, оставив верхушку.
3. При помощи гигроскопической ваты укрепить черенки в пробирке так, чтобы нижний узел был погружен в воду.
4. Поместить штатив с пробирками в условия хорошей освещенности.
5. Ежедневно в течение 7 дней проводить наблюдения, отметить время появления корешков.
6. По окончании опыта произвести подробный анализ.
7. Сделать выводы.

Таблица

Вариант опыта	Время появления корней	Количество корней, шт.	Длина корней, мм	Мощность образования корневых волосков	Примечание
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 60. Задерживающее и стимулирующее действие гетероауксина на рост корней в зависимости от его концентрации

Материалы и оборудование: зерновки пшеницы, 0,01%-й раствор гетероауксина, 5 чашек Петри, штатив, 5 мерных пробирок, фильтровальная бумага, линейка, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Пронумеровать пять мерных пробирок.
2. В пробирку 1 налить 9 мл H₂O (дистил.).
В пробирку 2 – 9 мл 0,01 М раствора гетероауксина.
В пробирку 3 – 1 мл 0,01 М раствора гетероауксина и 9 мл H₂O.
В пробирку 4 – 1 мл из пробирки № 3 и 9 мл H₂O.
В пробирку 5 – 1 мл из пробирки № 4 и 9 мл H₂O.
Из пробирки 5 1 мл вылить.
3. Подписать пять чашек Петри согласно схеме опыта (см. табл.).
4. Из фильтровальной бумаги вырезать пять кружков диаметром, равным диаметру чашки, и пять кружков диаметром крышки.
5. Поместить кружки фильтровальной бумаги соответственно.
6. Фильтровальную бумагу, находящуюся на крышке чашки Петри, смочить 1 мл дистил. воды.
7. На фильтровальную бумагу в чашке Петри налить по 9 мл растворов согласно схеме опыта.
8. В каждую чашку Петри положить по 10 сухих семян пшеницы.
9. Ежедневно наблюдать за ходом прорастания, на 5–7 день измерить длину корешков и отметить особенность прорастания зерна во всех вариантах опыта. Данные записать в таблицу.
10. Сделать выводы.

Таблица

Вариант опыта	Длина корешков, мм	Особенности прорастания		
		всхожесть	кол-во корней, шт.	другие
Контроль H ₂ O (дистил.)				
0,01 %-й раствор гетероауксина				
0,001-й раствор гетероауксина				
0,0001 %-й раствор гетероауксина				
0,00001 %-й раствор гетероауксина				

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 61. Изгиб стебля под действием гетероауксина

Материалы и оборудование: проростки фасоли, гетероауксин в ампулах, H₂O (дистил.), вазелин, мерная колба на 250 мл, ножницы, марля, нитки.

Ход работы

1. Приготовить раствор гетероауксина: содержимое ампулы (50 мл) растворить в 250 мл воды (дистил.).
2. Смочить в растворе небольшой кусочек марли и привязать к одной стороне стебля.
3. Поверхность марли смазать вазелином.
4. Зарисовать стебель исходный (рис. 1) и после применения раствора гетероауксина (рис. 2).
5. Сделать выводы.

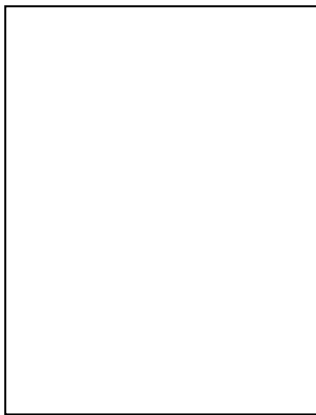


Рис. 1

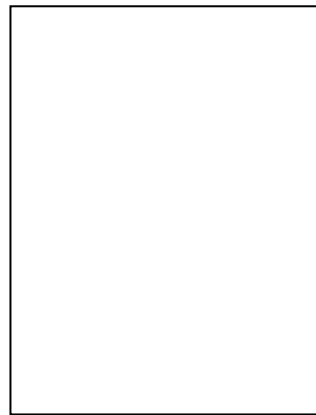


Рис. 2

Выводы

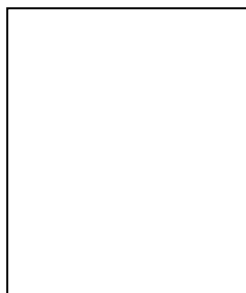
Подпись преподавателя _____

Работа 62. Полярность черенков

Материалы и оборудование: безлистные побеги тополя длиной 50–60 см, H₂O, цилиндр высотой не менее 25 см, корковая пробка, ножницы, нож, булавки, нитки, линейка, фильтровальная бумага.

Ход работы

1. Стекланный цилиндр обложить фильтровальной бумагой; на дно налить небольшое количество воды и аккуратно смочить бумагу (добиться полного прилипания бумаги к стенкам цилиндра).
2. Из побегов тополя вырезать три одинаковых черенка (длина черенков должна быть на 5–6 см меньше высоты цилиндра).
3. У одного черенка снять в средней части кольцо коры до древесины шириной 1 см.
4. Подвесить с помощью ниток к пробке черенки в соответствии со схемой опыта: 1 – обычное положение черенка; 2 – обычное положение черенка со снятой корой; 3 – перевернутое положение черенка.
5. Опустить черенки в цилиндр так, чтобы они не касались воды.
6. Пробку закрыть неплотно, для хорошего снабжения черенков кислородом.
7. Цилиндр поместить в темное место на 2–3 недели (при необходимости подливать воду).
8. По окончании опыта отметить образование придаточных корней и побегов во всех вариантах опыта.
9. Сделать рисунки и выводы.



1 вариант



2 вариант



3 вариант

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 63. *Задерживающее влияние света на рост растений*

Материалы и оборудование: проростки гороха, подсолнечника, клубни картофеля, линейка.

Ход работы

1. Сосуды с проростками гороха или подсолнечника, выращенными в темноте, и клубни картофеля с росточками 3–4 см выставить на свет.
2. Измерить длину проростков, данные занести в таблицу.
3. Через 9–12 часов провести повторное измерение и поставить в темный шкаф.
4. Аналогичные измерения проводить в течение недели.
5. На основании полученных данных построить кривую.
6. Сделать выводы.



- проростки гороха
- проростки подсолнечника
- клубни картофеля

Выводы

Подпись преподавателя _____

**Работа 64. Влияние нормы полива (влажности почвы)
на развитие растений томата**

Материалы и оборудование: растения томатов, выращенные до семядольных листьев, смесь Кнопа с микроэлементами, 8 сосудов для выращивания растений, 8 бюксов с крышками, сушильный шкаф, термометр, весы с разновесами, линейка, бумага для этикеток, клей.

Ход работы

1. Взять 80 растений томатов.
 2. Взять 8 сосудов, наполнить песчаным субстратом, заправленным смесью Кнопа, промаркировать.
 3. Посадить по 10 растений в каждый сосуд, полить.
 4. Рассчитать влагоемкость субстрата и определить нормы полива для каждого варианта опыта.
 5. Выращивать растения в течение 14–30 дней.
 6. Провести соответствующие измерения, данные занести в таблицу 2.
 7. Сухую массу определять следующим образом:
 - промаркировать и взвесить бюксы и крышки к ним;
 - поместить в них растительный материал, взвесить с точностью до 0,001 г;
 - поместить бюксы с открытыми крышками в сушильный шкаф при температуре 105°С на 30 минут;
 - высушивать до воздушно-сухой массы при температуре 75–80° С.
- Данные занести в таблицу 1.
8. Сделать выводы.

Таблица 1

Объект исследования	Влажность субстрата, %	№ бюкса	Масса, гр		
			бюкса с крышкой	до высушивания	после высушивания
	100				
	75				
	50				
	25				

Таблица2

Объект исследования	Влажность субстрата, %	Повторность	Высота растения, см	Длина корней, см	Масса, г		
					сырая		
					сухая		
					побег	корень	растение
	100	1					
		2					
	75	1					
		2					
	50	1					
		2					
	25	1					
		2					

Выводы

Подпись преподавателя _____

ПОКОЙ И СПОСОБЫ ЕГО ПРЕРЫВАНИЯ

Работа 65. Прерывание периода покоя у древесных растений при помощи фотопериодического воздействия

Материалы и оборудование: побеги древесных растений с покоеющимися почками, 6 стаканов, люминостат, ножницы.

Ход работы

1. Взять по 30 побегов древесных растений с покоеющимися почками 2–4 видов растений.
2. Подрезать побеги ножницами под водой (до 50 см длиной).
3. Поставить по пять побегов в стаканы с водой.
4. Два стакана с растениями выставить на естественный свет (контроль); четыре стакана с растениями – в люминостат (под лампу 500 Вт, подвешенную на расстоянии 50 см от верхушек побега), из них два выдерживать при длине дня 18–24 часа, а два – 13–16 часов.
5. Наблюдения проводить до распускания почек во всех вариантах опыта (время распускания отметить в таблице).
6. Сделать выводы.

Таблица

Объект исследования	Повторность	Варианты опыта		
		контроль	фотопериод	
			18–24 часа	13–16 часов
	1			
	2			
	1			
	2			
	1			
	2			
	1			
	2			

Вывод

Подпись преподавателя _____

**Работа 66. Прерывание периода покоя у древесных растений
при помощи теплых ванн**

Материалы и оборудование: побеги древесных растений с покоящимися почками, 2 стакана, ведро, электрическая плитка, ножницы.

Ход работы

1. Взять по 10 побегов древесных растений с покоящимися почками 2–4 видов растений.
2. Подрезать побеги ножницами под водой (до 50 см длиной).
3. Поставить по пять побегов в стакан с водой и выставить на естественный свет (контроль).
4. В ведре нагреть воду до температуры 90–100°C, поместить в термос (при его отсутствии поддерживать необходимую температуру и уровень жидкости на электроплитке) и опустить в воду оставшиеся побеги.
5. Растения выдержать в теплых ваннах в течение 9–12 часов (в зависимости от вида растения), затем вынуть и поставить на естественный свет рядом с контрольными.
6. Наблюдения проводить до распускания почек во всех вариантах опыта.
7. Сделать наблюдения и выводы.

Контрольные растения распустились через _____ дней.

Опытные растения распустились через _____ дней.

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 67. Поранение почек как средство ранней выгонки растений

Материалы и оборудование: побеги древесных растений с покоящимися почками, 5–10%-й раствор спирта, 0,1–1%-й раствор эфира, 10 стаканов, препаровальная игла, шприц с медицинской иглой, ножницы.

Ход работы

1. Взять по 30 побегов древесных растений с покоящимися почками 2–4 видов растений.
2. Подрезать побеги ножницами под водой (до 50 см длиной).
3. Взять 10 стаканов и подписать в соответствии со схемой опыта (см. табл.).
4. Для каждой повторности берется по три побега.
5. Контрольный вариант выставить на естественный свет.
6. У шести побегов препаровальной иглой наколоть каждую почку от основания до середины почки, поставить побеги в воду и поместить рядом с контрольными растениями.
7. Оставшиеся побеги обработать методом инъекции по шесть побегов на каждый вариант. Для этого:
 - набрать в шприц соответствующую жидкость;
 - ввести иголку от основания почки до ее середины;
 - выпустить из шприца каплю жидкости (капелька должна повиснуть на кончике почки).
8. Растения поместить в соответствующие стаканы и выставить рядом с контрольным вариантом.
9. Наблюдения проводить до распускания почек во всех вариантах опыта (время распускания отметить в таблице).
10. Сделать выводы.

Таблица

Объект исследования	Повторность	Вариант опыта				
		контроль	поранение	инъекция		
				водой	спиртом	эфиром
	1					
	2					
	1					
	2					
	1					
	2					
	1					
	2					

Выводы

Подпись преподавателя _____

ТЕМА 7

УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ

УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К ДЕЙСТВИЮ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Работа 68. Влияние сахарозы на морозоустойчивость растительных клеток

Материалы и оборудование: свекла, 0,5 М и 1,0 М раствор сахарозы, 8%-й раствор NaCl, соль, снег или точеный лед, микроскоп, 3 пробирки, штатив, эксикатор, пробочные сверла $d=6-8$ мм, нож, пипетка, предметные и покровные стекла, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Пронумеровать три пробирки.
2. В пробирку 1 налить 5 мл воды, в пробирку 2–5 мл 0,5 М раствора сахарозы, в пробирку 3–5 мл 1,0 М раствора сахарозы.
3. Из корнеплода свеклы вырезать пластинку толщиной 5 мм, сделать 12 высечек.
4. Высечки тщательно промыть под проточной водой до полного удаления сока.
5. В каждую пробирку положить по четыре высечки растительного материала.
6. Приготовить охлаждающую смесь (3 части снега / 1 часть соли). Температура охлаждающей смеси должна быть около -20°C .
7. В охлаждающую смесь поместить все пробирки на 15–20 минут.
8. После экспозиции поставить пробирки в стакан с водой комнатной температуры.
9. После оттаивания визуально сравнить интенсивность окраски и высечек.
10. Проверить жизнеспособность клеток. Для этого:
 - приготовить из высечек тонкие срезы;
 - приготовить микропрепарат этих высечек в капле 8%-го раствора NaCl;
 - через 20 минут препараты микроскопировать (не менее пяти полей зрения) и подсчитать процент плазмолизированных клеток.
11. Результаты занести в таблицу.
12. Сделать выводы.

Таблица

Вариант опыта	Окраска раствора	Окраска высечек	Процент плазмолизированных клеток
Вода			
0,5 М раствор сахарозы			
1,0 М раствор сахарозы			

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 69. Защитное действие сахарозы на белки при отрицательных температурах

Материалы и оборудование: листья капусты, клубни картофеля, 1 М раствор сахарозы, 0,6 М раствор NaCl, вода, соль, снег или толченый лед, 8 пробирок, штатив, 1–5 мерных пробирок, эксикатор, терка, стаканчики, ножницы, марля, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Пронумеровать 8 пробирок.
2. Приготовить сок из листьев капусты и клубня картофеля.
3. В пробирки 1–4 налить по 3 мл сока капусты; в пробирки 5–8 – по 3 мл сока картофеля.
4. В пробирки 1, 2, 5, 6 налить по 2 мл воды; в пробирки 3 и 7 – по 2 мл 1 М раствора сахарозы; в пробирки 4 и 8 – по 2 мл 0,6 М раствора NaCl; растворы перемешать.
5. Пробирки 1 и 5 поставить в штатив и выдерживать при комнатной температуре; остальные пробирки поместить в охлаждающую смесь на 20 минут (приготовление смеси см. работу 68).
6. После экспозиции на холоде поставить пробирки в стакан с водой.
7. После оттаивания, не встряхивая, визуально определить, произошла или нет коагуляция белков (образование хлопьев). Результаты занести в таблицу.
8. Сделать выводы.

Таблица

Объект исследования	№ пробирки	Вариант опыта	Образование хлопьев
Капуста	1	Вода - $t = + 20-25^{\circ}\text{C}$	
	2	Вода - $t = - 20^{\circ}\text{C}$	
	3	Сахароза - $t = - 20^{\circ}\text{C}$	
	4	NaCl - $t = - 20^{\circ}\text{C}$	
Картофель	5	Вода - $t = + 20-25^{\circ}\text{C}$	
	6	Вода - $t = - 20^{\circ}\text{C}$	
	7	Сахароза - $t = - 20^{\circ}\text{C}$	
	8	NaCl - $t = - 20^{\circ}\text{C}$	

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 70. Влияние высокой температуры на проницаемость цитоплазмы

Материалы и оборудование: корнеплод свеклы, дистил. вода, 7 пробирок, штатив, мерная пробирка, ФЭК (зеленый светофильтр), термометр, пинцет, термостойкий стакан, электрическая плитка, пробочное сверло $d=8$ мм, нож, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Пронумеровать 7 пробирок. Налить по 10 мл дистиллированной воды.
2. Из корнеплода свеклы вырезать поперечную полоску толщиной 10 мм, пробочным сверлом высечь 7 одинаковых цилиндров.
3. Полученные цилиндры тщательно промыть под проточной водой (до тех пор, пока не прекратится выделение красного пигмента), обсушить фильтровальной бумагой.
4. Нагреть в стакане воду до $+75^{\circ}\text{C}$.
5. Взять пинцетом один цилиндр, опустить в нагретую воду ровно на 1 минуту, а затем перенести в пробирку 1.
6. Добавлением холодной воды снижать температуру в соответствии со схемой опыта (см. табл.), и при каждой температуре выдерживать растительный материал в течение 1 минуты.
7. Пробирки встряхивать в течение 15 минут.
8. Определить интенсивность окраски жидкости на ФЭКе при зеленом светофильтре (сравнение с дистиллированной водой). Результаты занести в таблицу.
9. Сделать выводы.

Таблица

№ пробирки	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Оптическая плотность
1	75	
2	70	
3	65	
4	60	
5	55	
6	50	
7	45	

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 71. Определение жаростойкости растений

Материалы и оборудование: листья различных растений, 0,2 н HCl, водяная баня, электроплитка, термометр, пинцет, 5 чашек Петри, химический стакан, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Взять по пять листьев нескольких видов растений.
2. Пять чашек Петри подписать в соответствии с вариантами опыта (см. табл.).
3. В водяной бане нагреть воду до 40°C, опустить в нее все листья и выдержать в течение 30 минут (температуру поддерживать на уровне 40°C).
4. По одному листу каждого вида растений поместить в холодную воду в чашку Петри.
5. Температуру в водяной бане поднять до 50°C, через 10 минут вынуть по одному листу каждого вида растений и перенести во вторую чашку Петри.
6. Постепенно довести температуру до 80°C, беря пробы каждые 10 минут при повышении на 10°C.
7. Заменить в чашках Петри воду на 0,2 н раствор HCl и выдержать в течение 20 минут.
8. Визуально определить степень повреждения листа по количеству появившихся бурых пятен. Результаты занести в таблицу.
9. Сделать выводы.

Таблица

Объект исследования	Степень повреждения листьев, t°C				
	40	50	60	70	80

- - отсутствие повреждения
- + - слабое побурение
- ++ - побурение около 50%
- +++ - сплошное побурение

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 72. *Определение засухоустойчивости растений проращиванием семян на растворах сахарозы*

Материалы и оборудование: семена пшеницы, ячменя, гороха и др., 2,0 М раствор сахарозы, H₂O (дистил.), штатив с пробирками, 5 мерных пробирок, 5 чашек Петри, фильтровальная бумага, ножницы, линейка, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Пронумеровать пять мерных пробирок.
2. В пробирку 1 налить 9 мл H₂O (дистил.).
В пробирку 2 – 9 мл 2,0 М раствора сахарозы.
В пробирку 3 – 9 мл 1,5 М раствора сахарозы.
В пробирку 4 – 9 мл 1,0 М раствора сахарозы.
В пробирку 5 – 9 мл 0,5 М раствора сахарозы.
3. Пять чашек Петри подписать согласно схеме опыта (см. табл.).
4. Из фильтровальной бумаги вырезать пять кружков диаметром, равным диаметру чашки, и пять кружков диаметром крышки.
5. Поместить кружки фильтровальной бумаги соответственно.
6. Фильтровальную бумагу, находящуюся на крышке чашки Петри, смочить 1 мл дистил. воды.
7. На фильтровальную бумагу в чашке Петри налить по 9 мл растворов согласно схеме опыта.
8. В каждую чашку Петри положить по 10–20 сухих семян, закрыть крышкой и поставить в теплое место на 7 дней.
9. Проанализировать итоги опыта. Для этого:
 - определите всхожесть семян на 3 и 7 день;
 - измерьте с помощью линейки длину проростков;
 - определите количество корней (среднее на 10 растений);
 - измерьте длину корней.
10. Сделайте выводы.

Таблица

Вариант опыта	Показатели				
	всхожесть на 3-й день	всхожесть на 7-й день	длина проростков, см	кол-во корней, шт.	длина корней, см
Контроль Н ₂ О (дистил.)					
2,0 М раствор сахарозы					
1,5 М раствор сахарозы					
1,0 М раствор сахарозы					
0,5 М раствор сахарозы					

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 73. *Определение засухоустойчивости растений по содержанию фотосинтетических пигментов*

Материалы и оборудование: сосуды с двухнедельными проростками растений 2–3 сортов, различающихся по засухоустойчивости, 96%-й спирт мел, вода, вазелин, ступка фарфоровая с пестиком, стеклянный фильтр № 3, пробирка Турнберга, мерная колбочка на 25 мл, стеклянная палочка, пинцет, штатив, ножницы, шпатель, корковые пробки, скальпель.

Ход работы

1. Взять двухнедельные проростки разных по засухоустойчивости сортов; одну серию (3–4 сосуда) оставить без полива, другую выращивать при влажности почвы 60%.
2. После наступления в первой серии сосудов устойчивого завядания отобрать пробы листьев для дальнейшего анализа.
3. 4–5 листьев верхнего яруса измельчить ножницами, тщательно перемешать и из средней пробы взвесить три навески на торзионных (аналитических) весах по 200 мг каждая.
4. В три ступки (можно работать с одной ступкой) перенести по одной навеске и добавить небольшое количество мела.
5. Отмерить по 25 мл спирта для каждой навески.
6. Растирать в ступке растительный материал, добавляя постепенно небольшими порциями спирт (примерно 1/2 объема).
7. Содержимое ступки количественно перенести на стеклянный фильтр № 3 и фильтровать при помощи вакуумного насоса в пробирку Турнберга; фильтр протянуть небольшим количеством чистого спирта. (Для промывания ступки, фильтра и пробирку Турнберга использовать оставшийся от выделения спирт).
8. Вытяжку перенести в мерную пробирку на 25 мл и довести раствор до метки чистым растворителем.
9. Аналогичным образом взять пробы из всех вариантов опыта и определить концентрацию хлорофилла на спектрофотометре.
10. Данные занести в таблицу, произвести расчеты.
11. Расчеты выполнить по формулам:

$$C_{\text{Хл а}} = 13,70 \cdot D_{665} - 5,76 \cdot D_{649}$$

$$C_{\text{Хл б}} = 25,80 \cdot D_{649} - 7,60 \cdot D_{665}$$

$$C_{\text{Хл а+Хл б}} = 6,10 \cdot D_{665} + 20,04 \cdot D_{649}$$

$$A = \frac{C \cdot V}{P}$$

C – концентрация пигментов, мг/л ;

D – оптическая плотность;

V – объем разведения, мл;

P – навеска, гр;

A – содержание пигментов, мг/г сырого веса.

Таблица

Объект исследования	Вариант опыта	Повторность	Концентрация, мг/л			Содержание пигментов, мг/г сырого веса		
			$C_{ХЛ a}$	$C_{ХЛ b}$	$C_{ХЛ a+ХЛ b}$	$A_{ХЛ a}$	$A_{ХЛ b}$	$A_{ХЛ a + ХЛ b}$

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 74. Определение солеустойчивости злаков по ростовому процессу

Материалы и оборудование: семена растений разной солеустойчивости, 1,0 М раствор NaCl, H₂O (дистил.), штатив с пробирками, 4 мерных пробирки, 4 чашки Петри, фильтровальная бумага, ножницы, линейка, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Пронумеровать четыре мерные пробирки.
2. В пробирку 1 налить 9 мл H₂O (дистил.).
В пробирку 2 – 9 мл 1,0 М раствора NaCl.
В пробирку 3 – 1 мл 1,0 М раствора NaCl и 9 мл H₂O.
В пробирку 4 – 1 мл из пробирки 3 и 9 мл H₂O.
Из пробирки 4 1 мл вылить.
3. Четыре чашки Петри подписать согласно схеме опыта (см. табл.).
4. Из фильтровальной бумаги вырезать четыре кружка диаметром, равным диаметру чашки, и четыре кружка диаметром крышки.
5. Поместить кружки фильтровальной бумаги соответственно.
6. Фильтровальную бумагу, находящуюся на крышке чашки Петри, смочить 1 мл дистил. воды.
7. На фильтровальную бумагу в чашке Петри налить по 9 мл растворов согласно схеме опыта.
8. В каждую чашку Петри положить по 10–20 сухих семян, закрыть крышкой и поставить в теплое место на 7 дней.
9. Провести анализ результатов, данные занести в таблицу. Для этого:
 - измерить с помощью линейки длину проростков и корней (при наличии нескольких корешков у одного проростка брать один самый длинный). Найти среднюю арифметическую из всех 10 измерений;
 - вычислить осмотическое давление растворов по формуле:

$$P = RTC_i, \text{ где}$$

P – осмотическое давление, атм;

R – газовая постоянная, равная 0,0821;

T – абсолютная температура (273 + t°C);

C – концентрация раствора в молях;

i – изотонический коэффициент, различный для разной концентрации раствора NaCl (значения i для исходных растворов NaCl даны в таблице).

Концентрация NaCl, М	1,0	0,1	0,01
Изотонический коэффициент	1,62	1,83	1,93

Таблица

Объект исследования	Вариант опыта	Осмотическое давление раствора, атм.	Всхожесть семян, %	Длина, мм	
				надземных частей	корешков
	Контроль (дистил. H ₂ O)				
	1,0 М раствор NaCl				
	0,1 М раствор NaCl				
	0,01 М раствор NaCl				

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 75. Определение солеустойчивости растений по степени выцветания хлорофилла

Материалы и оборудование: растения 2–3 видов, различающиеся по солеустойчивости, 4%-й раствор NaCl или Na₂SO₄, 4 химических стаканчика, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Подписать четыре химических стаканчика в соответствии с вариантами опыта (см. табл.).
2. В стаканчик 1 налить дистиллированную воду (контроль).
В стаканчик 2 – 2%-й раствор NaCl или Na₂SO₄.
В стаканчик 3 – 3%-й раствор NaCl или Na₂SO₄.
В стаканчик 4 – 4%-й раствор NaCl или Na₂SO₄.
3. Листья растений одного яруса 2–3 сортов, различающиеся по солеустойчивости, подрезать под водой и поместить по 5–10 листьев в каждый стаканчик.
4. Растения поместить на рассеянный свет и экспонировать в течение 7 суток.
5. Визуально отметить изменения в окраске листьев на 3-й и 7-й день. Данные занести в табл. 1.
6. Для более точного анализа провести выделение пигментов и измерение их концентрации на спектрофотометре (см. работу 73). Данные занести в табл. 2.

Таблица 1

Объект исследования	Вариант опыта	Изменение окраски листьев	
		на 3 день после экспозиции	на 7 день после экспозиции
	Контроль (дистил. H ₂ O)		
	2% раствор NaCl		
	3% раствор NaCl		
	4% раствор NaCl		
	Контроль (дистил. H ₂ O)		
	2% раствор NaCl		
	3% раствор NaCl		
	4% раствор NaCl		
	Контроль (дистил. H ₂ O)		
	2% раствор NaCl		
	3% раствор NaCl		
	4% раствор NaCl		

Таблица 2

Объект исследования	Вариант опыта	Концентрация, мг/л			Содержание пигментов, мг/г сырого веса		
		$C_{ХЛ а}$	$C_{ХЛ б}$	$C_{ХЛ а+ХЛ б}$	$A_{ХЛ а}$	$A_{ХЛ б}$	$A_{ХЛ а + ХЛ б}$
	контроль (дистил. H ₂ O)						
	2% раствор NaCl						
	3% раствор NaCl						
	4% раствор NaCl						
	контроль (дистил. H ₂ O)						
	2% раствор NaCl						
	3% раствор NaCl						
	4% раствор NaCl						
	контроль (дистил. H ₂ O)						
	2% раствор NaCl						
	3% раствор NaCl						
	4% раствор NaCl						

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 76. Определение устойчивости растений к действию ультрафиолетовой радиации (семена-проростки)

Материалы и оборудование: семена на разной стадии развития 2–3 видов растений, УФР-установка с отражателем из алюминиевой фольги, секундомер, 5 чашек Петри, мерная пробирка, фильтровальная бумага, ножницы, линейка, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Взять по 50 семян на разной стадии развития (см. табл.) 2–3 видов растений. (В трудоемкости, опыт можно выполнять, разделив варианты между студентами группы).
2. Установить ультрафиолетовую лампу так, чтобы расстояние от нее до растительных объектов было 10 см.
3. На белую бумагу ровным слоем разместить семена и облучать в соответствии с выбранными вариантами опыта (см. табл.).
4. Подписать чашек пять Петри в соответствии с выбранным вариантом опыта.
5. Из фильтровальной бумаги вырезать пять кружков диаметром, равным диаметру чашки, и пять кружков диаметром крышки.
6. Поместить кружки фильтровальной бумаги соответственно.
7. Фильтровальную бумагу, находящуюся на крышке чашки Петри смочить 1 мл дистил. воды.
8. На фильтровальную бумагу в чашке Петри налить по 9 мл воды.
9. В каждую чашку Петри положить по 10 семян в соответствии с вариантом опыта, закрыть крышками и поставить в теплое место на 7 дней.
10. Проанализировать итоги опыта. Для этого:
 - определить всхожесть семян;
 - измерить с помощью линейки длину проростков;
 - определить количество корней среднее на 10 растений;
 - измерить длину корней.
11. Данные занести в таблицу.
12. Сделать выводы.

Таблица

Объект исследования	Стадия развития семян	Вариант опыта, облуч., мин	Показатели			
			всхожесть, %	длина проростков, мм	кол-во корней, шт.	длина корней, мм
1	2	3	4	5	6	7
	Сухие	0				
		1				
		5				
		10				
		15				

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7
	Набухшие	0				
		1				
		5				
		10				
		15				
	Наклюнувшие	0				
		1				
		5				
		10				
		15				
	Имеющие зародышевые корешки	0				
		1				
		5				
		10				
		15				
	Имеющие колеоптили	0				
		1				
		5				
		10				
15						

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 77. Определение устойчивости растений разных экологических групп к действию ультрафиолетовой радиации по содержанию фотосинтетических пигментов

Материалы и оборудование: листья растений: герани душистой, герани зональной, бегонии всегдацветущей, традесканции белоцветковой, хлорофитума пучковатого, УФР-установка с отражателем из алюминиевой фольги, 96%-й спирт, мел, вода, вазелин, ступка фарфоровая с пестиком, стеклянный фильтр № 3, пробирка Турнберга, мерная колбочка на 25 мл, стеклянная палочка, пинцет, 10 пробирок, штатив, ножницы, шпатель, корковые пробки, скальпель.

Ход работы

1. Промаркировать 10 пробирок в соответствии с выбранным вариантом опыта (см. табл.). (В силу трудоемкости, можно выполнять, разделив варианты между студентами группы).
2. Налить в пробирки отстоянную водопроводную воду.
3. Взять по 10 листьев одного яруса растений разных экологических групп (см. табл.).
4. Контрольные листья выставить на естественный свет под стекло.
5. Листья опытных вариантов поместить под УФР-установку на расстоянии 10 см от лампы (листья должны быть расположены строго горизонтально относительно лампы).
6. Облучать растения согласно выбранному варианту опыта.
7. После экспозиции УФР поместить опытные растения вместе с контрольными на 7 суток.
8. Взять по два листа каждого вида растения и определить содержание пигментов (хлорофиллов и каротиноидов) (см. работу 73).
9. Определить содержание пигментов в листьях через 7 дней после облучения.
10. Данные измерений занести в таблицу.
11. Сделать выводы.

Таблица

Объект исследования	Вариант опыта, облуч., мин	Повторность	Концентрация, мг/л				Содержание пигментов, мг/г сырого веса			
			$C_{\text{Хл а}}$	$C_{\text{Хл б}}$	$C_{\text{Хл а} + \text{Хл б}}$	$C_{\text{кар.}}$	$A_{\text{Хл а}}$	$A_{\text{Хл б}}$	$A_{\text{Хл а} + \text{Хл б}}$	$A_{\text{кар.}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Герань душистая	0	1								
		2								
	1	1								
		2								
	5	1								
		2								
	10	1								
		2								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Герань зональная	0	1								
		2								
	1	1								
		2								
	5	1								
		2								
10	1									
	2									
Бегония все-гдацветущая	0	1								
		2								
	1	1								
		2								
	5	1								
		2								
10	1									
	2									
Традесканция белоцветковая	0	1								
		2								
	1	1								
		2								
	5	1								
		2								
10	1									
	2									
Хлорофитум пучковый	0	1								
		2								
	1	1								
		2								
	5	1								
		2								
10	1									
	2									

Выводы

Подпись преподавателя _____

**РОЛЬ АНТОЦИАНОВ В АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ
К ДЕЙСТВИЮ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

Работа 78. Защитная роль антоцианов к действию ультрафиолетовой радиации

Материалы и оборудование: по 2 вида растений с листьями, содержащими разное количество антоцианов в листьях, УФР-установка с отражателем из алюминиевой фольги, секундомер, 8 пробирок, штатив, ножницы, скальпель или лезвие, линейка, карандаш по стеклу.

Ход работы

1. Промаркировать 8 пробирок в соответствии с выбранным вариантом опыта (см. табл.).
2. Налить в пробирки отстоянную водопроводную воду.
3. Взять по 16 листьев одного яруса растений с разным содержанием антоцианов в листьях по два вида растений (два листа на каждый вариант), подрезать под водой.
4. Контрольные листья выставить на естественный свет под стекло.
5. Листья опытных вариантов поместить под УФР-установку на расстоянии 10 см от лампы (листья должны быть расположены строго горизонтально относительно лампы).
6. Облучать растения согласно выбранному варианту опыта.
7. После экспозиции УФР поместить опытные растения вместе с контрольными на 7 суток.
8. Проводить визуальные наблюдения за повреждением листовых пластинок. Данные занести в таблицу.
9. Сделать выводы.

Таблица

Объект исследования	Время после облучения	Вариант опыта, облуч., мин							
		0	1	5	10	15	20	25	30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								

Степень повреждения:

- - отсутствие повреждения

+ - слабое повреждение

++ - повреждение около 50%

+++ - сплошное повреждение

Выводы

Подпись преподавателя _____

Работа 79. Зависимость окраски антоцианов от pH среды

Материалы и оборудование: краснокочанная капуста, 10%-й раствор CH_3COOH , 10% -й раствор KOH , кристаллическая щелочь, дистиллированная вода, штатив с пробирками, весы, разновесы, водяная баня, колба на 100 мл, карандаш по стеклу, ножницы, пинцет, лакмусовый индикатор, микропипетка, глазные пипетки.

Ход работы

1. 3–5 г листьев краснокочанной капусты измельчить ножницами и поместить в термостойкую колбу.
2. Залить 30–50 мл воды и поставить в кипящую водяную баню на 10–15 минут.
3. Полученную вытяжку остудить
4. Пронумеровать пять пробирок.
5. В каждую пробирку налить по 3–4 мл вытяжки.
6. Раствор в пробирке 1 оставить в качестве контроля. В остальные добавить реактивы в соответствии со схемой опыта (см. табл.).
7. Пронаблюдать за изменением окраски растворов, pH.
8. Результаты занести в таблицу.
9. Сделать выводы.

Таблица

№ пробирки	Вариант опыта	Окраска раствора	pH
1	Контроль		
2	+ 3–5 капель 10% раствора CH_3COOH		
3	+ микрокаплю 10% раствора KOH		
4	+ 2–3 капли 10% раствора KOH		
5	+ 2–3 кристаллика щелочи		

Выводы

Подпись преподавателя _____

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильева, З.В. Учебно-методическое пособие по физиологии растений / З.В. Васильева, Г.А. Кириллова, А.В. Строчкова. – Москва: Просвещение, 1977. – 94 с.
2. Викторов, Д.П. Практикум по физиологии растений / Д.П. Викторов. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1991. – 160 с. – ISBN 5-7455-0450-1
3. Гавриленко, В.Ф. Большой практикум по физиологии растений / В.Ф. Гавриленко, М.Е. Ладыгина, Л.М. Хандобина. – Москва: Высш. шк., 1975. – 392 с.
4. Лебедева, Т.С. Пигменты растительного мира / Т.С. Лебедева, К.М. Сытник. – Киев: Наук. думка, 1986. – 88 с.
5. Малый практикум по физиологии растений / под ред. М.В. Гусева. – Москва: 1982. – 192 с.
6. Михалевская, О.Б. Практикум по физиологии растительных клеток: пособие для студ. пед. вузов / О.Б. Михалевская. – Москва: МГПИ им. В.И. Ленина, 1975. – 68 с.
7. Практикум по физиологии растений / под ред. Н.Н. Третьякова. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 271 с. – ISBN 5-10-001653-1
8. Малый практикум по физиологии растений: учеб. пособие / под ред. А.Т. Мокроносова. – 9-е изд., перераб. и доп. – Москва: Изд-во МГУ, 1994. – 184 с. – ISBN 5-211-03059-1
9. Сказкин, Ф.Д. Практикум по физиологии растений / Ф.Д. Сказкин, Е.И. Ловчиновская, М.С. Миллер. – Москва: Сов. наука, 1953. – 339 с.
10. Шабельская, Э.Ф. Лабораторные занятия по физиологии растений / Э.Ф. Шабельская. – Минск, 1981. – 142 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
-----------------	----------

ТЕМА 1. КЛЕТКА КАК ЭЛЕМЕНТАРНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

КЛЕТКА КАК ОСМОТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

<i>Работа 1.</i> Получение полупроницаемой мембраны. Опыт с искусственной «клеточкой Траубе»	5
<i>Работа 2.</i> Клетка как осмотическая система. Плазмолиз и деплазмолиз	6
<i>Работа 3.</i> Устойчивый и неустойчивый плазмолиз	7
<i>Работа 4.</i> Определение величины осмотического потенциала в клетках дыхательной ткани плазмолитическим методом	8
<i>Работа 5.</i> Определение осмотического потенциала клеточного сока методом струек (по Шардакову)	10
<i>Работа 6.</i> Явление тургора	12
<i>Работа 7.</i> Проницаемость живой и мертвой протоплазмы для клеточного сока	13
<i>Работа 8.</i> Избирательное накопление нейтрального красного в молодых и старых клетках листа элодеи	14
<i>Работа 9.</i> Прижизненное окрашивание клеток нейтральным красным	15
<i>Работа 10.</i> Определение концентрации клеточного сока и осмотического давления растений разных экологических групп	16

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

<i>Работа 11.</i> Влияние ионов K^+ и Ca^{2+} на вязкость цитоплазмы (колпачковый плазмолиз)	17
<i>Работа 12.</i> Определение вязкости цитоплазмы по времени наступления плазмолиза	18
<i>Работа 13.</i> Определение вязкости цитоплазмы методом центрифугирования	19

ТЕМА 2. УГЛЕРОДНОЕ ПИТАНИЕ. ФОТОСИНТЕЗ ХИМИЧЕСКИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ

<i>Работа 14.</i> Способы получения спиртовой вытяжки смеси пигментов	21
<i>Работа 15.</i> Рассмотрение спиртовой вытяжки хлорофилла в проходящем свете невооруженным глазом или через синий светофильтр	25
<i>Работа 16.</i> Хлорофилл как оптический сенсibilизатор (рассмотрение спиртовой вытяжки хлорофилла в отраженном свете)	26
<i>Работа 17.</i> Спектр поглощения спиртовой вытяжки и ее отдельных пигментов	27
<i>Работа 18.</i> Разделение пигментов методом бумажной хроматографии	28
<i>Работа 19.</i> Разделение пигментов по методу Крауса	29
<i>Работа 20.</i> Действие щелочи на хлорофилл	30
<i>Работа 21.</i> Получение феофитина и обратное замещение водорода атомом металла	31
<i>Работа 22.</i> Хлорофилл как химический сенсibilизатор (фотосенсibilизирующее действие хлорофилла на реакцию переноса водорода по Гуревичу)	32

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕСС ФОТОСИНТЕЗА

<i>Работа 23.</i> Образование крахмала на свету	33
<i>Работа 24.</i> Необходимость атмосферного CO ₂ на процесс образования крахмала	34
<i>Работа 25.</i> Выделение кислорода на свету веточками водных растений	35
<i>Работа 26.</i> Зависимость ассимиляции углерода от интенсивности света	36
<i>Работа 27.</i> Влияние различных лучей спектра на процесс ассимиляции углерода	38
<i>Работа 28.</i> Влияние температуры на скорость выделения кислорода веточками водных растений	39

ТЕМА 3. ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ДЫХАНИЯ

<i>Работа 29.</i> Кислотный гидролиз крахмала	44
<i>Работа 30.</i> Опыты с восстановительным ферментом редуктазой	45
<i>Работа 31.</i> Обнаружение дегидрогеназ в проросших семенах гороха	46
<i>Работа 32.</i> Определение степени активности каталазы в листьях элодеи	47

<i>Работа 33.</i> Определение активности каталазы в листьях растений разных экологических групп	48
<i>Работа 34.</i> Определение дыхательного коэффициента прорастающих семян	49
<i>Работа 35.</i> Поглощение кислорода воздуха прорастающими семенами	50
<i>Работа 36.</i> Сравнение интенсивности дыхания прорастающих семян, листьев и почек	51
<i>Работа 37.</i> Действие физических и химических факторов на активность ферментов	52

ТЕМА 4. ВОДНЫЙ РЕЖИМ РАСТЕНИЙ

<i>Работа 38.</i> Определение местоположения и количества устьиц на площадь листа	57
<i>Работа 39.</i> Определение состояния устьиц и межклетников методом инфльтрации	58
<i>Работа 40.</i> Сравнение транспирации верхней и нижней стороны листа хлоркобальтовым методом	59
<i>Работа 41.</i> Определение интенсивности кутикулярной транспирации	60
<i>Работа 42.</i> Объемный метод определения транспирации	61
<i>Работа 43.</i> Определение транспирации весовым методом	62
<i>Работа 44.</i> Определение интенсивности транспирации при помощи торзионных весов	63
<i>Работа 45.</i> Значение кутикулы и пробки для предохранения растения от потери воды	64
<i>Работа 46.</i> Значение пробки для защиты растений от потери воды	66
<i>Работа 47.</i> Влияние внешних условий на процесс гуттации	68
<i>Работа 48.</i> Водообмен ветки сосны	69

ТЕМА 5. МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ

<i>Работа 49.</i> Микрохимический анализ золы растений	74
<i>Работа 50.</i> Обнаружение нитратов в тканях растений	76
<i>Работа 51.</i> Влияние солей тяжелых металлов на всхожесть, рост проростков и активность каталазы пшеницы	77

ТЕМА 6. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ РОСТА И РАЗВИТИЯ И ВЛИЯНИЕ НА НИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

<i>Работа 52.</i> Обнаружение запасных веществ в различных органах растения	83
<i>Работа 53.</i> Превращение веществ при прорастании семян	84
<i>Работа 54.</i> Определение зоны роста корня	85
<i>Работа 55.</i> Определение зоны роста стебля	87
<i>Работа 56.</i> Наблюдение за ростом при помощи рычажного ауксонометра	89
<i>Работа 57.</i> Фототропизм coleoptиле проростков злака	90
<i>Работа 58.</i> Определение зоны геотропического изгиба у корня и стебля	91
<i>Работа 59.</i> Значение листа в процессе корнеобразования	92
<i>Работа 60.</i> Задерживающее и стимулирующее действие гетероауксина на рост корней в зависимости от его концентрации	93
<i>Работа 61.</i> Изгиб стебля под действием гетероауксина	95
<i>Работа 62.</i> Полярность черенков	96
<i>Работа 63.</i> Задерживающее влияние света на рост растений	97
<i>Работа 64.</i> Влияние нормы полива (влажности почвы) на развитие растений томата	98

ПОКОЙ И СПОСОБЫ ЕГО ПРЕРЫВАНИЯ

<i>Работа 65.</i> Прерывание периода покоя у древесных растений при помощи фотопериодического воздействия	100
<i>Работа 66.</i> Прерывание периода покоя растений при помощи теплых ванн	101
<i>Работа 67.</i> Поранение почек как средство ранней выгонки растений	102

ТЕМА 7. УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ

УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К ДЕЙСТВИЮ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

<i>Работа 68.</i> Влияние сахарозы на морозоустойчивость растительных клеток	108
<i>Работа 69.</i> Защитное действие сахарозы на белки при отрицательных температурах	109
<i>Работа 70.</i> Влияние высокой температуры на проницаемость цитоплазмы	110

<i>Работа 71.</i> Определение жаростойкости растений	111
<i>Работа 72.</i> Определение засухоустойчивости растений проращиванием семян на растворах сахарозы	112
<i>Работа 73.</i> Определение засухоустойчивости растений по содержанию фотосинтетических пигментов	114
<i>Работа 74.</i> Определение солеустойчивости злаков по ростовому процессу	116
<i>Работа 75.</i> Определение солеустойчивости растений по степени выцветания хлорофилла	118
<i>Работа 76.</i> Определение устойчивости растений к действию ультрафиолетовой радиации (семена-проростки)	120
<i>Работа 77.</i> Определение устойчивости растений разных экологических групп к действию ультрафиолетовой радиации по содержанию фотосинтетических пигментов	122

**РОЛЬ АНТОЦИАНОВ В АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ К ДЕЙСТВИЮ
ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

<i>Работа 78.</i> Защитная роль антоцианов к действию ультрафиолетовой радиации	124
<i>Работа 79.</i> Зависимость окраски антоцианов от pH среды	126

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	132
---------------------------------	-----

Учебное издание

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

Составитель Похлебаев Сергей Михайлович

ISBN 978-5-907409-02-6

Работа рекомендована РИС университета

Протокол № 20, 2020 г.

Издательство ЮУрГГПУ

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69

Редактор *Е.М. Сапегина*

Технический редактор *Н.А. Усова*

Подписано в печать 19.06.2020

Формат 60x84/16

Объем 3 уч.-изд. л (12,1 усл. п. л.)

Заказ

Тираж 100 экз.

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии ЮУрГГПУ

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69