

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.УТЕМИСОВА

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ
(практикум)

УРАЛЬСК, 2022

УДК 581.15
ББК 28.57
К58

Выписка №8 из протокола №4 онлайн-заседания Учебно-методического объединения (Группы управления проектами) в области образования «Педагогические науки» РУМС на базе КазНПУ имени Абая от 16.06.2022 г.

Рецензенты:

Кенжебаева С.С., д.б.н., профессор Казахский национальный университет имени Аль-Фараби

Мурзашев Т.К., к. б. н., доцент Западно-Казахстанский Аграрно-технический университет им. Жангир хана

Дарбаева Т.Е., д.б.н., профессор Западно-Казахстанский университет им. М.Утемисова

Авторы:

Кожагалиева Р.Ж., доктор философии (PhD), ст. преподаватель кафедры биологии и экологии

Мамышева М.В., ст.преподаватель, магистр естественных наук

Кожагалиева Р.Ж., Мамышева М.В.

К58 Лабораторно-практические занятия по физиологии растений: Практикум / Р.Ж.Кожагалиева, М.В.Мамышева – Уральск: РИЦ ЗКУ им. М.Утемисова, 2022. – 101 стр.

ISBN 978-601-266-559-8

В данном пособии представлены наиболее простые для освоения студентами биологических специальностей способы проведения лабораторно-практических работ по изучению основных физиологических процессов; происходящих в растительном организме, строения и функции отдельных компонентов растительных клеток, механизма образования органических веществ.

По каждой теме предусмотрены: методика выполнения работы, перечень необходимого оборудования и реактивов. Использование данного пособия не исключает подготовку к занятиям студентов других специальностей.

© Кожагалиева Р.Ж., Мамышева М.В., 2022.

© РИЦ ЗКУ им.М.Утемисова, 2022.

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные работы по физиологии растений являются одной из важнейших форм обучения: когда студенты не только закрепляют теоретические знания, но и имеют возможность соединять теорию с практикой.

В данном пособии представлено развернутое описание методики выполнения лабораторных работ, даны тесты для самопроверки, контрольные вопросы, задачи, глоссарий и список рекомендуемой литературы. В ходе выполнения лабораторных работ обучающиеся научатся проводить физиологические эксперименты и наблюдения, оценивать физиологическое состояние растений, используя лабораторное оборудование, обрабатывать материалы экспериментальной работы, выполнять необходимые расчеты, заполнять таблицы, строить графики и объяснять результаты экспериментов. Выполнение тестов и контрольных заданий позволит обучающимся осуществить самоконтроль.

Учебное пособие «Лабораторно-практические занятия по физиологии растений» предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки «6В015 – Биология», а также может быть использовано студентами других естественно-научных специальностей. Кроме того, данное пособие является актуальным для студентов, обучающихся дистанционно.

Материал, включенный в пособие снабжен достаточным количеством аналитических, физико-химических методов химического анализа растений с применением современного оборудования, что подчеркивает практическую направленность учебного пособия, представленный материал изложен доступным научным языком, соответствует требованиям учебного процесса в образовательных организациях высшего образования.

1. Требования безопасности лабораторных работ по физиологии растений.

1.1 Общие требования безопасности

- Использование лабораторию физиологии растений не по назначению запрещено.

- Приборы хранятся в лаборатории в особо отведенных для этого местах.

- Относительная влажность в помещениях лабораторий не должна превышать 80%, за исключением случаев, когда соответствующими инструкциями для проведения определенных видов работ устанавливаются другие нормы влажности.

- Рабочие места и проходы не должны быть загромождены приборами, оборудованием и мебелью.

- Использование помещения химической лаборатории для приготовления и принятия пищи запрещается.

- Курение в лабораториях запрещено.

- Лаборатория, а также рабочие места и оборудование должны содержаться в чистоте и порядке.

- Уборка лабораторного помещения производится ежедневно.

- Установки, работа которых связана с выделением вредных паров и газов, должны быть под постоянным наблюдением.

- Помещение лаборатории должно быть обеспечено противопожарными средствами в соответствии с действующими инструкциями и правилами. Противопожарное оборудование должно быть расположено на видном и доступном месте.

1.2 Вентиляция и отопление

- Лабораторное помещение, независимо от степени загрязнения воздуха, должно быть обеспечено вентиляцией – естественной и принудительной, выполненной согласно санитарных требований и с учетом проводимых видов работ.

- Отопительно-вентиляционные устройства должны содержаться в состоянии полной исправности и пригодности для нормальной эксплуатации, систематически подвергаться осмотру и чистке, а в случае повреждений немедленно ремонтироваться.

1.3 Освещение

- В лаборатории должны быть приняты меры к максимальному использованию естественного освещения.

- Не допускается загромождать оборудованием и приборами световые проемы.

- Стеклоочистительную поверхность необходимо подвергать периодической чистке.

1.4. Организация рабочего места

- Рабочим местом в лаборатории является лабораторный стол с необходимым для выполнения анализа набором посуды и реактивов.

- Приступая к работе, следует подсчитать количество необходимой посуды.

- Кроме предметов индивидуального пользования, в лаборатории имеется оборудование общего пользования: полка с реактивами разного назначения, титровальная установка с титрованными растворами, муфельные печи, сушильные шкафы, водяные и песочные бани, электроплитки, колбонагреватели, приборы для взбалтывания вытяжек из почв (ротаторы) и др.

- Полученное для индивидуального пользования оборудование и посуда должны быть размещены на поверхности и внутри стола в удобном для работы порядке.

Следует заботиться о сохранности стола: под склянки с едкими веществами (концентрированные кислоты и щелочи) необходимо класть стекло или керамические плитки. Особое внимание должно быть уделено чистоте химической посуды и реактивов.

- Химическую посуду следует мыть тотчас же по окончании работы, так как влажные загрязнения отмываются легче, чем высохшие.

- При сушке посуды в сушильном шкафу по окончании сушки прекращают нагрев шкафа и дают посуде охладиться в шкафу до комнатной температуры.

- Склянки с растворами реактивов необходимо периодически протирать чистой влажной тряпочкой или полотенцем, чтобы очистить их от пыли и NH_4Cl , которая легко осаждается на стеклянных предметах, если они находятся поблизости от концентрированных растворов аммиака и соляной кислоты.

2. Правила пользования химическими реактивами

При пользовании химическими реактивами следует соблюдать следующие правила:

- Реактивы полагаются брать в таком количестве, которое требуется для разового его использования.

- Взвешивание реактивов на аналитических весах следует производить в чистой сухой посуде – в бумажке, небольшом химическом стаканчике или

на часовом стекле (если реактив не гигроскопичен). Высыпать обратно в банку излишне взятый реактив не разрешается.

- При взятии больших навесок на технических весах в качестве тары используют химический стакан или фарфоровую чашку.

- Порошкообразные реактивы отбирают фарфоровыми ложечками или шпателями. Применение металлических шпателей недопустимо, так как это может привести к порче реактивов, особенно если реактив имеет кислую или сильнощелочную реакцию.

- Банки и склянки с реактивами нельзя оставлять открытыми, так как реактивы загрязняются пылью, поглощают влагу или загрязняют воздух своими испарениями.

2.1 Требования безопасности по окончании лабораторных работ

По окончании лабораторных работ следует:

- привести в порядок рабочее место;
- тщательно вымыть руки с мылом, рот полоскать водой
- использованную химическую посуду после окончания работы поместить в тару для мойки;
- собрать отработанные горючие жидкости в специальную закрывающуюся посуду, а по мере заполнения отнести ее в специально отведенное место для хранения;
- выключить вытяжной шкаф, все электроприборы и водопроводные краны.

3. Методические указания к выполнению лабораторных занятий

В задачи данных методических указаний входят: проверка и закрепление ряда теоретических положений, излагаемых в курсе лекций; ознакомление с наиболее простыми методами определения различных физиологических процессов у растений; привитие навыков научно-исследовательской работы (постановка цели опыта, проведение эксперимента, оформление первичной научной документации, обсуждение результатов опытов, оформление выводов).

Лабораторные работы выполняются согласно графика учебного процесса. На выполнение лабораторной работы отводится два академических часа. При этом соблюдается принцип индивидуального выполнения работ. Каждый студент ведет рабочую тетрадь, оформление которой должно отвечать требованиям, основные из которых следующие:

- на титульном листе указывают предмет, курс, группу, подгруппу, фамилию, имя, отчество студента;
- каждую работу нумеруют в соответствии с методическими указаниями, указывают дату выполнения работы;

- полностью записывают название работы, цель и принцип метода, кратко описывают ход эксперимента, а также объект исследования;

- результаты опытов отображают в виде рисунков с обязательными подписями к ним, а также таблиц или описывают словесно;

- в конце каждой работы делают вывод или заключение, которые обсуждаются при подведении итогов занятия.

Все необходимые записи необходимо делать в тетради по ходу эксперимента. Для проверки академической активности и качества работы студента рабочую тетрадь периодически проверяет преподаватель.

К лабораторным работам студент допускается только после инструктажа по технике безопасности.

Основные требования, предъявляемые при выполнении работ по физиологии растений:

1. К работе в лаборатории допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

2. Необходимо работать в белом халате из хлопчатобумажной ткани и иметь личное полотенце.

3. На каждом занятии назначается дежурный.

4. За каждым студентом закрепляется рабочее место, которое необходимо содержать в чистоте и порядке.

5. Запрещается употреблять в лаборатории пищу, пить воду из химической посуды.

6. Перед работой следует проверить исправность используемых приборов, вентиляции, защитных средств.

7. Запрещается работать с разбитой посудой, пользоваться реактивами из банок без этикеток.

8. Необходимо переливать приготовленные растворы в химическую посуду с надписями. Нельзя оставлять без присмотра включенные приборы и электрооборудование.

9. Работать с летучими и ядовитыми веществами разрешается только под тягой.

10. Для отмеривания кислот, щелочей и ядовитых реактивов использовать цилиндры либо пипетки с резиновой грушей.

11. При работе с едкими веществами следует использовать предохранительные очки, резиновые перчатки и фартуки.

12. Кислоты и щелочи в раковину можно сливать только после их нейтрализации.

13. Для нагревания горючих и летучих реактивов нужно пользоваться водяными банями.

14. При внезапном отключении тока необходимо выключить все электроприборы.

15. Тушить огонь при загорании легковоспламеняющихся жидкостей необходимо углекислотным огнетушителем, песком или кошмой.

16. При загорании проводов следует немедленно их обесточить, тушить огонь углекислотным огнетушителем или асбестовым покрывалом.

17. Работать с ртутными термометрами очень осторожно!.

18. После окончания работы привести в порядок рабочее место (убрать со стола реактивы и оборудование, из ящиков стола – мусор, стол вымыть, протереть сухой тряпкой) и сдать дежурному.

Для успешного усвоения материала, изучаемого на лабораторных занятиях по физиологии растений, важное значение имеют организация работы студентов и овладение ими основными приемами самостоятельной деятельности.

4. Лабораторно-практические занятия

4.1 Лабораторная работа 1

Тема: Анализ запасных питательных веществ

Цель: определить содержание запасных питательных веществ в растительной клетке, применяя качественный метод определения

Оборудование и материалы:

Предварительно вымоченные зерновки пшеницы (*Triticum aestivum*), кусочки клубня топинамбура (*Helianthus tuberosus*) (выдержанные в 96% - ном спирте в течение недели), картофеля (*Solanum tuberosum*); овса (*Avena sativa*), кукурузы (*Zea mays*), риса (*Oryza sativa*), семена фасоли (*Phaseolus vulgaris*), подсолнечника (*Helianthus annuus*); постоянный микропрепарат "Поперечный срез зерновки пшеницы (*Triticum aestivum*)»; глицерин, раствор йода в йодистом калии, судан-III .Микроскопы (по числу занимающихся).

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

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

2) *эргастические включения* (греч. *эргон* - работа) - представляющие собой компоненты протопласта, играющие вспомогательную роль в его жизни и являющиеся либо источниками материи и энергии при росте и работе живой клетки, либо отходными продуктами ее метаболизма. Одни из них - запасные вещества, т.е. временно исключенные из процесса обмена веществ (белки, липиды, углеводы: крахмал, инулин сахар и др.). Другие вещества - конечные продукты, например, соли кальция.

Крахмал (после целлюлозы) является самым распространенным в растительном мире углеводом. Крахмал образуется в хлоропластах во

время фотосинтеза (*ассимиляционный или первичный крахмал*). Позже он разрушается и синтезируется в амилопластах как *запасной* или *вторичный крахмал*.

Крахмальные зерна имеют разную форму (рис. 1) и образуют слоистость вокруг одной точки, называемой *образовательным центром*. Возникновение слоистости приписывают чередованию двух углеводов *амилазы* (линейные молекулы) и *амилопектина* (разветвленные молекулы). Расположение слоев может быть *концентрическим* (например, у злаков и бобовых) (рис. 1, Б) и *эксцентрическим* (например, у картофеля) (рис. 1, А). В последнем случае, точка, вокруг которой откладываются слои, находится не в центре зерна, а сдвинута вбок.

Амилопласт может содержать одно (простое зерно) или несколько крахмальных зерен (полусложное и сложное). Если в лейкопласте имеется одна точка, вокруг которой откладываются слои, то образуется *простое зерно*, если две и более, то образуется *сложное зерно*, состоящее как бы из нескольких простых. *Полусложное зерно* образуется в том случае, если крахмал сначала откладывается вокруг нескольких точек, а затем после соприкосновения простых зерен вокруг них возникают общие слои. Форма крахмальных зерен своеобразна у каждого вида.

В клубнях георгина, земляной груши, корнях одуванчика и других растений семейства сложноцветных клеточный сок содержит близкий к крахмалу углевод *инулин*, отличающийся от крахмала растворимостью в воде. При действии спирта инулин кристаллизуется, образует так называемые *сферокристаллы*.

Белки - это основные органические вещества, определяющие строение и свойства живой материи. В определенные фазы развития белки могут откладываться в запас. Запасные белки наиболее часто откладываются в виде зерен округлой или овальной формы, называемых *алеироновыми*. Это простые белки - протеины. Они откладываются в вакуолях или лейкопластах (алеиронопласты). Запасными белками очень богаты семена бобовых и злаковых растений. Большое количество белков находится в клетках, расположенных под семенной кожурой, в так называемом *алеироновом слое*.

Липиды включают большую группу соединений биологического происхождения. Липиды являются структурными компонентами клетки (входят в состав мембран, образуют липидные капли в цитоплазме) или эргастическими веществами. Запасные масла обычно откладываются в лейкопластах, называемых *олеопластами*. [4]

Задание 1.

Приготовить и рассмотреть временные микропрепараты крахмальных зерен клубня картофеля (*Solanum tuberosum*), зерновок пшеницы (*Triticum aestivum*), овса (*Avena sativa*), кукурузы (*Zea mays*), риса (*Oryza sativa*). Провести реакцию на крахмал, используя раствор йода в йодистом калии. Сравнить формы крахмальных зерен у разных видов растений, оформить рисунки в тетради.

Последовательность работы. Отрезать маленький кусочек клубня картофеля и сделать им мазок на предметном стекле в капле воды. При этом из разрушенных клеток в воду переходят крахмальные зерна, в результате чего она мутнеет. Каплю накрыть покровным стеклом и рассмотреть при малом и большом увеличении. При большом увеличении хорошо видны овальные и яйцевидные зерна крахмала с эксцентрической слоистостью (рис. 1, А). При рассмотрении слоистости следует прикрыть диафрагму конденсора и слегка вращать микрометрический винт. Найти и зарисовать простые, сложные и полусложные крахмальные зерна.

Для приготовления препаратов крахмальных зерен зерновок пшеницы, овса, кукурузы, риса и плода гречихи, разрезать и извлечь кончиком иглы небольшие кусочки эндосперма каждого вида, перенести их в капли воды на предметные стекла, разрыхлить иглой, накрыть покровными стеклами и рассмотреть препараты под микроскопом. При отсутствии семян можно воспользоваться мукой рисовой, кукурузной, овсяной и т.д.

У пшеницы крахмальные зерна обычно двух типов: мелкие округлые и линзовидные. На более крупных зернах едва видна концентрическая слоистость (рис. 1, Б).

Крахмальные зерна овса мелкие, овальные, сложные. При их развитии в лейкопластах возникают многочисленные образовательные центры, которые в сформированном зерне, как правило, не видны. Их слоистость не заметна. Сложное зерно легко распадается на отдельные составляющие его зернышки. Поэтому на микропрепарате можно наблюдать мелкие угловатые и многочисленные простые зерна (рис. 1, В).

У риса овальные сложные крахмальные зерна из простых, очень мелких граненых зернышек (рис. 1, Г).

Крахмальные зерна кукурузы простые, многогранные, со сглаженными углами. В центре их видна трещина, по форме напоминающая штрих, галочку или звездочку (рис. 1, Д).

Крахмальные зерна гречихи неправильной формы очень мелкие. В поле зрения микроскопа они обнаруживаются по одиночке и в скоплениях, соответствующих очертанию клетки. Слоистость крахмальных зерен не заметна. (рис.1, Е).

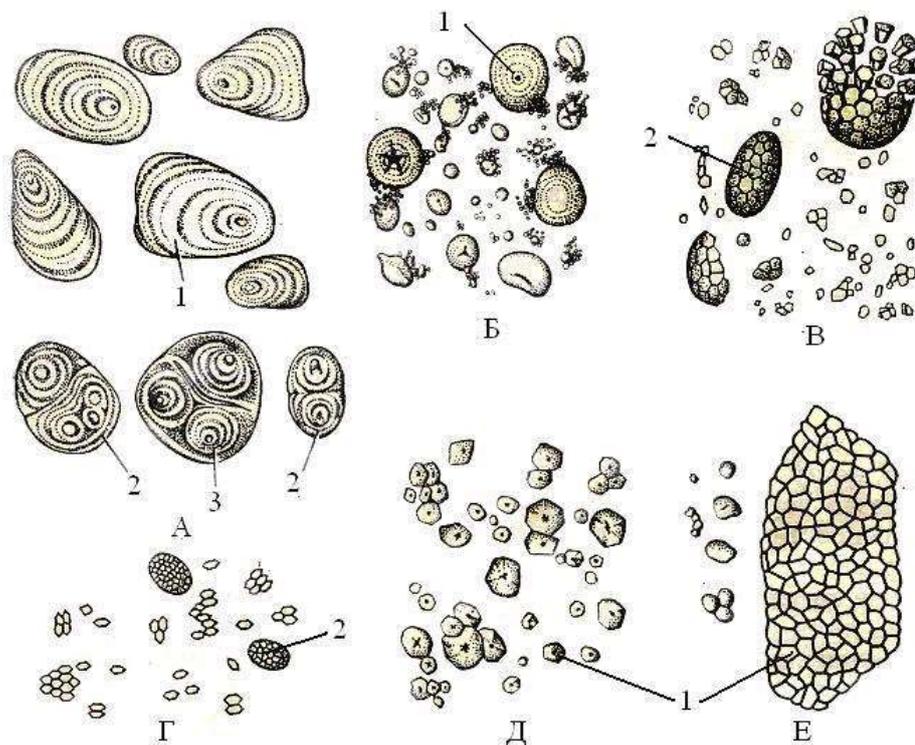
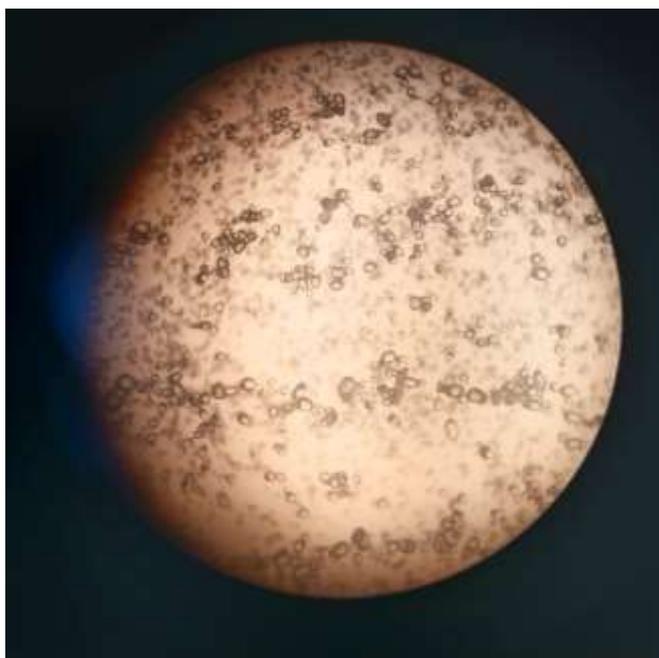


Рис. 1. Крахмальные зерна различных видов растений:

А - картофель (*Solanum tuberosum*); Б - пшеница (*Triticum aestivum*); В - овес (*Avena sativa*); Г - рис (*Oryza sativa*); Д - кукуруза (*Zea mays*); Е - гречиха (*Fagopyrum sagittatum*).

1 - простое крахмальное зерно, 2 - сложное, 3 - полусложное. (https://e-lib.gasu.ru/eposobia/papina/bolprak/R_2_6.html)



Микрофотография крахмальных зерен картофеля

Реактивом на крахмал служит раствор йода в йодистом калии. При добавлении реактива наблюдается окрашивание крахмальных зерен в синий цвет.

Зарисовать зерна всех рассмотренных видов, сопоставляя их размеры и формы. [4]

Задание 2. Рассмотреть сферокристаллы инулина на срезе клубня топинамбура (*Helianthus tuberosus*) (рис. 2).

Последовательность работы. Приготовить временный микропрепарат поперечного среза клубня топинамбура в капле глицерина (в воде сферокристаллы быстро растворяются). Сферокристаллы состоят из множества игловидных кристаллов. Они быстро разрастаются, захватывая несколько клеток.

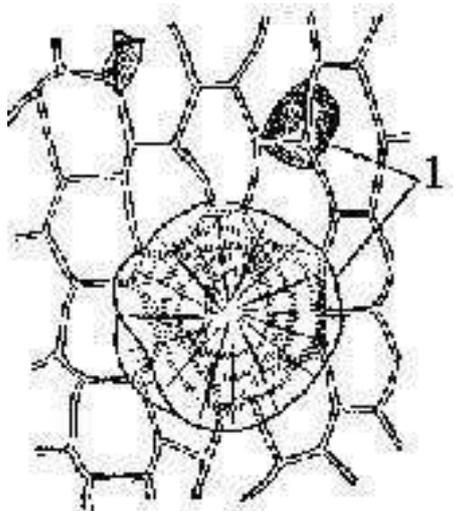


Рис. 2. Сферокристаллы (1) в клетках клубня топинамбура (*Helianthus tuberosus*)

Задание 3.

Рассмотреть алейроновый слой, алейроновые и крахмальные зерна на постоянном микропрепарате поперечного среза зерновки пшеницы (*Triticum aestivum*). Зарисовать фрагмент среза и сделать обозначения (рис. 3).

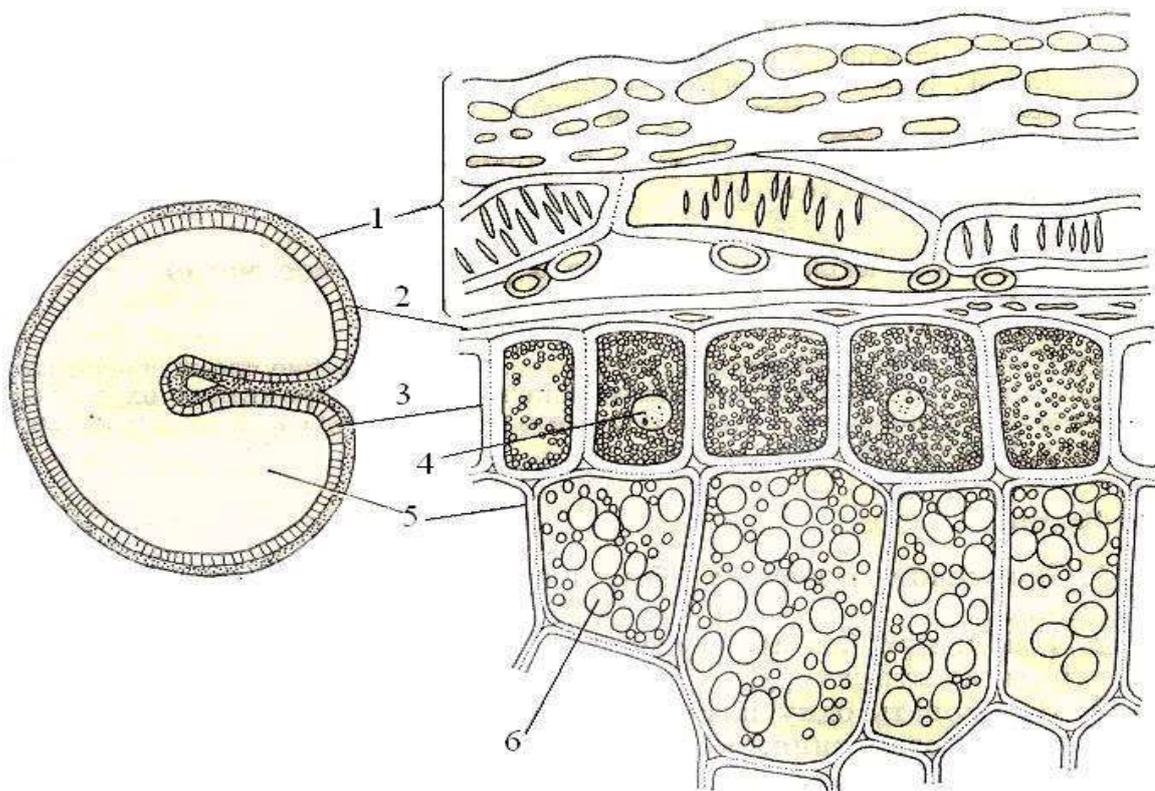


Рис. 3. Запасные вещества в зерновке пшеницы (*Triticum aestivum*) на поперечном срезе:

1 - околоплодник, 2 - кожура семени, 3 - алейроновый слой, 4 - ядро, 5 - клетки эндосперма с крахмальными зёрнами, 6 - крахмальные зёрна. (https://e-lib.gasu.ru/eposobia/papina/bolprak/R_2_6.html)

Последовательность работы. При малом увеличении найти участок среза, на котором видна золотистая полоска из клеток алейронового слоя, расположенного под кожурой семени. В результате реакции с йодом белок приобретает желтую окраску. При большом увеличении рассмотреть плотно сомкнутые клетки алейронового слоя, имеющие кубическую форму, заполненные мелкими алейроновыми зёрнами (рис.4). Иногда в центре клетки заметно ядро. В глубже лежащих клетках эндосперма зерновки видны крахмальные зёрна. Зарисовать несколько клеток алейронового слоя, кожуру семени, сросшуюся с околоплодником, и клетки эндосперма с крахмальными зёрнами и сделать обозначения.

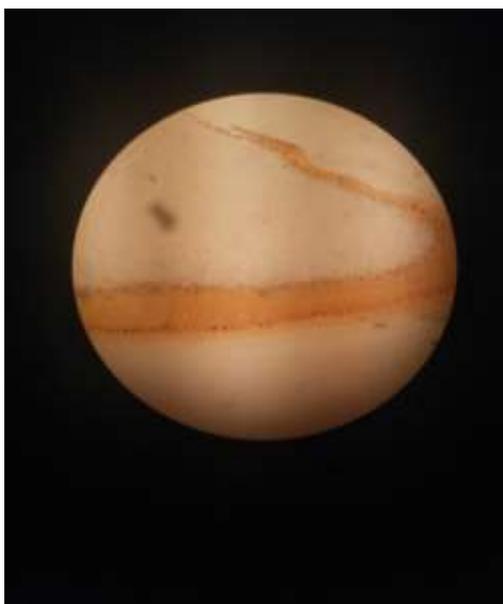


Рис. 4 Алейроновый слой в семени пшеницы

Задание 4.

Приготовить временный микропрепарат поперечного среза семени фасоли (*Phaseolus vulgaris*), поместить его в каплю йода в йодистом калии с добавлением капли глицерина. Рассмотреть при большом увеличении содержимое клеток - алейроновые и крахмальные зерна. Оформить рисунок в тетради (рис.5).

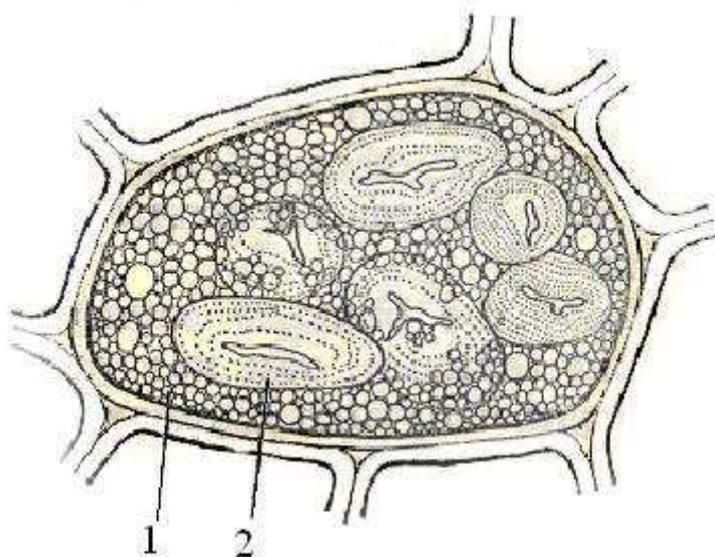


Рис. 5. Запасные вещества в клетке семени фасоли (*Phaseolus vulgaris*):

1 - простые алейроновые зерна, 2 - крахмальное зерно. (https://e-lib.gasu.ru/e-posobia/papina/bolprak/R_2_6.html)

Последовательность работы. Найти при малом увеличении тонкий участок среза. При большом увеличении, видно, что семядоля фасоли состоит из крупных паренхимных клеток с небольшими межклетниками. Внутри клеток хорошо заметны большие овальные синие крахмальные зерна и между ними - золотисто-желтые простые алейроновые зерна. Отметить, что крахмальные зерна фасоли заметно отличаются от зерен картофеля очертаниями, слоями равномерной толщины (концентрической слоистостью) и наличием трещин на месте образовательного центра. Объяснить окрашивание крахмальных и алейроновых зерен раствором йода в йодистом калии. При большом увеличении зарисовать клетку семени фасоли, отметить крахмальные и алейроновые зерна.

Задание 5. Приготовить временный препарат из семени подсолнечника (*Helianthus annuus*), окрасив его реактивом судан-III. Рассмотреть и зарисовать липидные капли.

Последовательность работы. Нанести в центр предметного стекла на кончике иглы кусочек семени, окрасить его реактивом судан-III и накрыть покровным стеклом и слегка надавить на фрагмент семени. На краях препарата появятся крупные желтые капли масла. Зарисовать клетку и обозначить липидные капли [https://e-lib.gasu.ru/eposobia/papina/bolprak/R_2_6.html]

Контрольные вопросы:

1. Какие вещества входят в состав растений?
2. Как получить раствор растительного белка?
3. Какие углеводы входят в состав растений?
4. Какое значение имеют углеводы в жизни растений?
5. Что такое жиры?
6. Какие кислоты входят в состав жиров?
7. Как осуществляется гидролиз жиров?
8. Что такое белки?
9. Какими свойствами они обладают?

Критерии оценки

Знает особенности строения и функционирования важнейших макромолекул растительной клетки; физиологическую роль и превращения в растительном организме важнейших минеральных веществ.

Умеет анализировать причины недостаточности важнейших веществ в растительном организме.

Владеет навыками определения содержания органических веществ в растительных образцах.

Лабораторная работа 2

Тема: Клетка как осмотическая система. Плазмолиз, виды плазмолиза. Определение осмотического давления плазмолитическим методом.

Цель: Изучить процессы плазмолиза и деплазмолиза, определить осмотическое давление в растительной клетке.

Оборудование и материалы

Химические реактивы, лабораторная посуда, предметные и покровные стекла, клубни картофеля, луковица красная и неокрашенная. Микроскопы по числу занимающихся.

Растительная клетка окружена клеточной стенкой, которая обладает определенной эластичностью и может растягиваться. Вакуоль содержит большое количество осмотически активных веществ — сахаров, органических кислот, солей. При изучении осмотических явлений в растительных клетках обычно рассматривается упрощенная модель, в которой полупроницаемой мембраной считается система, состоящая из плазмалеммы и тонопласта одновременно. Поскольку мембрана избирательно проницаема, и вода проходит через нее значительно легче, чем вещества, растворенные в клеточном соке и цитоплазме, при помещении клетки в воду последняя по законам осмоса будет поступать внутрь клетки.

Если поместить клетку в гипертонический раствор с более низким водным потенциалом, то вода начинает выходить из клетки путем осмоса через плазматическую мембрану. Сначала вода будет выходить из цитоплазмы, затем через тонопласт из вакуоли. Живое содержимое клетки – протопласт при этом сморщивается и отстает от клеточной стенки. Происходит процесс плазмолиза. Пространство между клеточной стенкой и протопластом заполняет наружный раствор. Такая клетка называется плазмолизированной. Вода будет выходить из клетки до тех пор, пока водный потенциал протопласта не станет равен водному потенциалу окружающего раствора, после чего клетка перестает сморщиваться. Этот процесс обратим, и клетка не получает повреждений. В ходе плазмолиза форма плазмолизированного протопласта меняется. Вначале протопласт отстает от клеточной стенки лишь в отдельных местах, чаще всего в уголках. Плазмолиз такой формы называют уголковым (рис. 6)

Затем протопласт продолжает отставать от клеточных стенок, сохраняя связь с ними в отдельных местах, поверхность протопласта между этими точками имеет вогнутую форму. На этом этапе плазмолиз называют вогнутым (рис. 6, В).

Постепенно протопласт отрывается от клеточных стенок по всей поверхности и принимает округлую форму. Такой плазмолиз носит название выпуклого (рис. 6, Г).

Если у протопласта связь с клеточной стенкой в отдельных местах сохраняется, то при дальнейшем уменьшении объема в ходе плазмолиза протопласт приобретает неправильную форму. Протопласт остается связанным нитями Гехта с оболочкой. Такой плазмолиз называется судорожным (рис. 6, Д).

При длительном нахождении клеток в растворе нитрата калия (15 мин и более) цитоплазма набухает в клетках, там, где протопласт не касается клеточных стенок, образуются так называемые колпачки цитоплазмы. Такой плазмолиз называется колпачковым (рис. 6, Е).

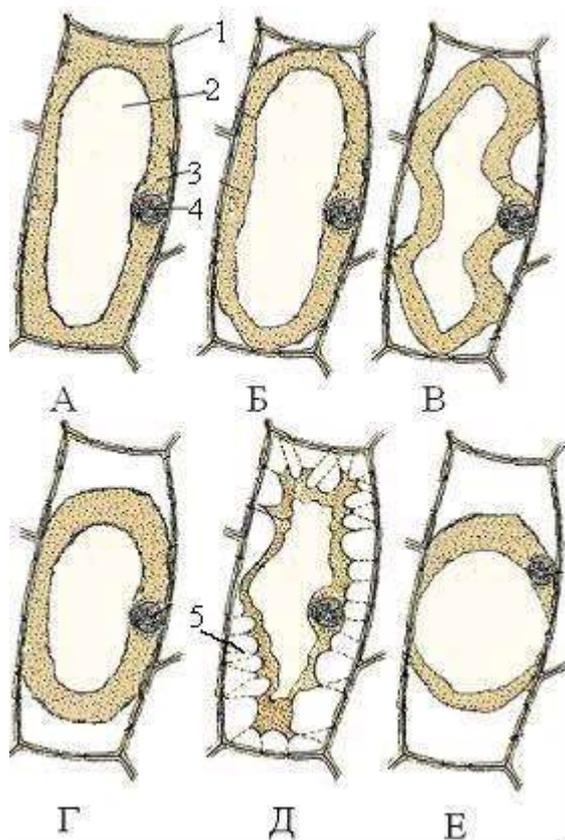


Рис. 6. Плазмолиз растительной клетки:

А - клетка в состоянии тургора; Б - уголковый; В - вогнутый; Г - выпуклый; Д - судорожный; Е - колпачковый.

1 - оболочка, 2 - вакуоль, 3 - цитоплазма, 4 - ядро, 5 - нити Гехта (https://e-lib.gasu.ru/eposobia/papina/bolprak/R_2_2.html)

Если клетку поместить в чистую воду или гипотонический раствор, то тургорное состояние клетки восстановится и происходит процесс деплазмолиза.

В условиях водного дефицита в молодых тканях резкое усиление потери воды приводит к тому, что тургорное давление клетки становится отрицательным и протопласт, сокращаясь в объеме, не отделяется от

клеточной стенки, а тянет ее за собой. Клетки и ткани сжимаются. Это явление называется циторризом.

Осмотическое давление (P) разбавленных растворов подчиняется газовым законам и зависит от температуры, их молярной концентрации и относительного числа частиц (У).

$$P = RCTi, \text{ где}$$

R - универсальная газовая постоянная, равная 0,0821 атм/град

C - концентрация раствора в молях;

T - абсолютная температура ($273^{\circ} + t^{\circ}$), К;

i - изотонический коэффициент.

Последний для неэлектролитов равен 1, а у электролитов зависит от числа частиц, на которые диссоциируют молекулы и от степени диссоциации. Для NaCl он примерно равен 1,5.

Силу, с которой клетка втягивает воду называют сосущей силой (S). Она тождественна водному потенциалу клетки (Ψ). Величина сосущей силы определяется осмотическим давлением клеточного сока (P) и тургорным (гидростатическим) давлением в клетке (T), которое равно противодействию клеточной стенки, возникающему при ее эластическом растяжении:

$$S = P - T; \Psi = -P.$$

В условиях разной оводненности соотношения между всеми компонентами этого уравнения меняются. Когда клетка полностью насыщена водой (полностью тургесцентна), ее сосущая сила равна нулю, а тургорное давление равно потенциальному осмотическому. Состояние полного тургора наблюдается в клетках при достаточной влажности почвы и воздуха.

Если растение находится в условиях достаточной увлажненности почвы и воздуха, то клетки находятся в состоянии полного тургора. Когда клетка полностью насыщена водой (тургесцентна), то ее сосущая сила равна нулю $S = 0$, а тургорное давление равно потенциальному осмотическому давлению P.

При недостатке влаги в почве вначале возникает водный дефицит в клеточной стенке. Водный потенциал клеточной стенки становится ниже, чем в вакуолях, и вода начинает перемещаться из вакуоли в клеточную стенку. Отток воды из вакуоли снижает тургорное давление в клетках и увеличивает их сосущую силу. При длительном недостатке влаги большинство клеток теряет тургор, и растение начинает завядать, теряя эластичность и упругость. При этом тургорное давление $P = 0$, а сосущая сила $S = T$

Если из-за большой потери воды тургорное давление упадет до нуля, то лист завянет. Дальнейшая потеря воды приведет к гибели клеток. Приспособительным признаком к резкой потере воды является быстрое закрытие устьиц при недостатке влаги.

Клетки могут быстро восстановить тургор, если растение получит достаточное количество воды или в ночное время, когда растение получает достаточное количество воды из почвы. А также при поливе.

- водный потенциал; равен 0 для чистой воды; равен 0 или отрицателен для клеток.

- осмотический потенциал, всегда отрицателен

- потенциал давления; обычно положителен в живых клетках (в клетках, содержимое которых находится под давлением, но отрицателен в клетках ксилемы (в которых создается натяжение воды) [4, электронный ресурс].

Задание 1

Изучить процесс плазмолиза и деплазмолиза, а также отметить виды плазмолиза. На предметное стекло в каплю 1 М раствора KNO_3 (или $NaCl$) поместить эпидермис чешуи неокрашенного лука, закрыть препарат покровным стеклом и сразу же рассмотреть под микроскопом при малом увеличении. Вы будете наблюдать процесс отставания цитоплазмы от клеточных стенок. При этом должен наблюдаться процесс плазмолиза, который идет в три этапа, сначала уголковый, затем вогнутый и завершающий выпуклый. При помещении плазмолизированной клетки в воду наблюдается процесс деплазмолиза, т.е. цитоплазма возвращается в первоначальное состояние.

В тетради для лабораторного практикума зарисовать клетку с различными видами плазмолиза, сделать подписи к рисункам и выводы из наблюдений.

Осмотическое давление можно рассчитать, зная концентрацию раствора -С. Поэтому все методы определения осмотического давления сводятся к установлению равновесной концентрации раствора.

Принцип плазмолитического метода определения осмотического давления основан на подборе концентрации наружного раствора, равной концентрации клеточного сока; ее находят по наблюдению степени плазмолиза, т. е. отставания содержимого клетки от клеточной оболочки. В стеклянных бюксах с крышками приготовить по 10 мл 0,8 М, 0,7 М, 0,6 М, 0,5 М; 0,4 М; 0,3 М; 0,2 М; 0,1 М растворов азотнокислого калия (или хлорида натрия), разбавляя одномолярный раствор данной соли дистиллированной водой в соответствии со схемой записи опыта. Растворы тщательно перемешать, бюксы отметить этикетками с указанием концентрации раствора в них.

В каждый раствор последовательно от большей концентрации к меньшей поместить по два среза эпидермиса красного лука. Следить, чтобы срезы были погружены в растворы! Через 20 – 30 мин после погружения срезов в первую бюксу просмотреть их под микроскопом в капле раствора, в котором находился срез. Определить степень плазмолиза клеток и сделать записи в соответствующую графу схемы записи опыта (сильный, слабый, чуть заметный, по уголкам клетки, нет плазмолиза).

По результатам наблюдений определить изотоническую концентрацию, значение которой подставить в расчетную формулу. Изотоническую концентрацию найти как среднее арифметическое концентрации, при которой плазмолиз еле заметен, и той, которая не вызывает плазмолиза.

Расчеты осмотического потенциала делать по формуле (1).

По Вант-Гоффу, осмотическое давление в случае разбавленных растворов подчиняется газовым законам.

Поэтому для определения осмотического потенциала раствора можно применять формулу (1)

$$P = RTCi, (1)$$

Где P – осмотический потенциал, атм; R – газовая постоянная (0,082); T – абсолютная температура ($273 + t$ °С); C – концентрация раствора, моли; i – изотонический коэффициент Вант-Гоффа, характеризующий степень диссоциации растворенного вещества.

Таблица 1

Схема записи опыта

Концентрация растворов	На 10 мл раствора		Продолжительность экспозиции		Степень плазмолиза	Изотоническая концентрация
	1 М KNO ₃ , мл	H ₂ O, мл	время погружения	время наблюдения		
0,8 М	8	2				
0,7 М	7	3				
0,6 М	6	4				
0,5 М	5	5				
0,4 М	4	6				
0,3 М	3	7				
0,2 М	2	8				
0,1 М	1	9				

Изотонический коэффициент определять по формуле (2)

$$I = 1 + \alpha (n - 1), \quad (2)$$

где α – степень диссоциации электролита (значение ее для различных концентраций растворов KNO_3 приведено в табл. 1; n – число ионов, на которое диссоциирует молекула вещества.

В табл. 2 отражена степень диссоциации растворов.

Таблица 2

Степень диссоциации растворов

Концентрация раствора (М)	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Степень диссоциации	0,71	0,74	0,76	0,79	0,83

На основе полученных результатов необходимо определить изотоническую концентрацию, изотонический коэффициент и рассчитать значение осмотического давления [3].

Контрольные вопросы:

1. Что такое плазмолиз и какова его причина?
2. Что такое деплазмолиз?
3. Какие формы плазмолиза существуют?
4. Как получить колпачковый плазмолиз?
5. Как ионы калия и Ca^{+2} влияют на свойства цитоплазмы?
6. Что такое осмотическое давление?
7. В чем сущность плазмолитического метода определения осмотического давления?
8. Что такое изотоническая концентрация?
9. Чему равна сосущая сила клеток?
10. Какова зависимость величины сосущей силы от степени насыщенности клеток водой

Критерии оценивания:

Знает суть процесса плазмолиза и его разновидности механизмы транспорта воды.

Умеет анализировать причины, вызывающие явление отстаивания цитоплазмы от клеточных стенок.

Владеет навыками определения клеток в состоянии плазмолиза.

Лабораторная работа 3

Тема 3: Определение интенсивности транспирации весовым методом. Сравнение транспирации верхней и нижней сторон листа (хлоркобальтовый метод). Определение степени открытости устьиц методом инфильтрации.

Цель: Определить интенсивность транспирации изучаемого растительного объекта, изучить различные состояния устьиц

Оборудование и материалы:

Химические реактивы, лабораторная посуда, предметные и покровные стекла, листья герани, весы, фильтровальная бумага, стеклянные пластинки, зажимы, спиртовка. Микроскопы (по числу занимающихся).

Водный режим растений - совокупность процессов поглощения, усвоения и выделения воды растениями. Вода, составляющая 80—95% массы растений, является средой для биохимических реакций, участвует в фотосинтезе, обеспечивает нормальную структуру коллоидов цитоплазмы, определяет конформацию и активность ферментов и структурных белков клеточных мембран и органоидов, а также тургорное состояние клеток. Поглощение воды корневой системой и подъём её к листьям происходят под действием нагнетающей силы корневого давления и присасывающей силы транспирации. Из почвы вода поглощается гл. обр. молодыми окончаниями корней, снабжёнными корневыми волосками, и передвигается в центральный цилиндр корня. Вместе с водой транспортируются и растворённые в ней питательные вещества, поглощаемые (ионы минер. солей) и синтезируемые (аминокислоты, цитокинины и др.) корнями. Достигнув листовой поверхности, меньшая часть воды используется на рост и метаболизм клеток листа, а большая (до 90%) выделяется в атмосферу при транспирации и гуттации. От того, как в целом протекают процессы поступления, передвижения и испарения воды в растении, зависит его водный баланс, т. е. соотношение между получаемым и расходуемым кол-вом воды. В разное время суток, а также в разное время вегетации водный баланс растения неодинаков. Так, в полуденные часы испарение большей частью превосходит поглощение воды, в результате чего в тканях возникает т. н. полуденный водный дефицит, который при недостатке почвенной влаги может не компенсироваться и перейти в т. н. остаточный дефицит, свидетельствующий о страдании растения от засухи; происходит завядание растений.

Водный режим растений, водообмен, поступление воды в растение и отдача её растением, необходимые для его жизнедеятельности (обмена веществ, роста, развития, размножения) складывается из трёх последовательно протекающих и тесно связанных между собой процессов: поступления воды в корни растений из почвы; поднятия воды по корням и стеблям в листья и в расположенные на стеблях растущие эмбриональные ткани, точки роста; испарения избыточной воды из листьев в окружающую

атмосферу. Общее количество воды, проходящей через растение, чрезвычайно велико. В умеренно влажном климате за вегетационный период одно растение кукурузы или подсолнечника расходует до 100 л воды, а один гектар посева пшеницы испаряет за лето 2—3 тыс. м³ воды. В среднем на создание каждого килограмма урожая сухой массы растение расходует около 250—300 кг воды, а в засушливом климате — до 500—600 кг.

Лист растений обладает рядом физиологических особенностей, позволяющих ему в значительной степени регулировать отдачу воды. Испарение воды с поверхности растений получило название *транспирации*. Понижая содержание воды в клетках листовой мякоти и создавая состояние ненасыщенности водой, транспирация способствует возникновению значительной сосущей силы, обеспечивающей ток воды из сосудов листовых жилок в клетки. Это обуславливает движение воды вверх по растению, нередко значительно превосходящее по скорости накачивание воды клетками корневых мочек. В силу свойственного молекулам воды сцепления друг с другом вода, переходящая из сосудов в живые клетки мякоти листа, тянет за собой весь столб воды, заполняющей проводящую систему вплоть до самого корня. В результате во всём растении создаётся натяжение воды в сосудах, способствующее поступлению воды из почвы в корень.

Избыток влаги в почве может, однако, оказаться вредным для растений, поскольку при затоплении почвы в её капиллярах не остаётся воздуха, необходимого для дыхания корней и их нормальной жизнедеятельности. Кроме того, в затопленной почве усиливаются анаэробные бактериальные процессы, приводящие к накоплению веществ, отравляющих корни. Излишнее количество влаги можно удалить осушением почвы. Оптимальным является увлажнение почвы, при котором в почве будет содержаться достаточное количество доступной для растения воды, а также и воздуха.

Надземная часть растений все время находится в воздушной среде (за исключением водных растений). В воздухе существует дефицит упругости водяного пара; поэтому его водный потенциал низок, т. е. высока сосущая сила. У взрослых растений испарение воды происходит главным образом через устьичные щели. Но вода также может испаряться с кутикулированной поверхности эпидермиса (кутикулярная транспирация) и с опробковевших поверхностей (перидермальная транспирация). От количества устьиц и степени их открытия зависит интенсивность транспирации [4 (электронный ресурс)].

Задание 1

Пронаблюдать интенсивность транспирации с верхней и нижней стороны листа и связать ее с количеством устьиц на испаряющей поверхности. Хлоркобальтовый метод основан на способности фильтровальной бумажки, пропитанной хлористым кобальтом, в зависимости от влажности менять свою окраску от голубой (в абсолютно сухом состоянии) до розовой (при сильном увлажнении).

По скорости смены окраски хлоркобальтовой бумажки от голубой к розовой можно судить об интенсивности транспирации листа. Хлоркобальтовые бумажки подсушить над электрической плитой до равномерного голубого окрашивания, приложить к нижней и верхней сторонам листа герани и во избежание увлажнения прикрыть сверху предметным стеклом. Стекла слегка прижать пальцами или зажимом, но делать это очень осторожно, чтобы не нарушить ткани листа и не выжать на бумажку клеточный сок. Наблюдение продолжать несколько минут до тех пор, пока не будет четко заметна разница в окраске бумажки с верхней и нижней стороны листа растения. Сделать вывод об интенсивности транспирации.

В предложенной модификации метод носит качественно-количественный характер, то есть результат можно выразить словами «слабее», «сильнее». Можно также засесть время, в течение которого бумажка порозовеет до одинаковой степени, но в данном случае время – довольно субъективный показатель наблюдаемого процесса, так как зависит от внимания и терпения экспериментатора.

После наблюдения транспирации сделать подсчет устьиц на испаряющей поверхности листа. Для этого с нижней и верхней стороны листа снять эпидермис, поместить его на предметное стекло в каплю воды, закрыть покровным стеклом и посмотреть при малом увеличении микроскопа. Затем микроскоп перевести на большое увеличение (окуляр х15, объектив х40) и подсчитать количество устьиц в поле зрения микроскопа. При этом микровинтом слегка менять фокусировку, чтобы обнаружить все устьица на рассматриваемом участке. Подсчет сделать в трех – четырех полях зрения, рассчитать среднее количество устьиц для данного препарата.

Результаты наблюдений по транспирации и числу устьиц записать в табл. 3 и сделать вывод об интенсивности транспирации с нижней и верхней стороны листа растения и ее зависимости от количества устьиц.

Схема записи
опыта

Сторона листа	Скорость порозовения бумажки	Количество устьиц при большом увеличении микроскопа в поле зрения	
		по повторностям	среднее
Верхняя			
Нижняя			

По результатам работы сделать вывод о зависимости интенсивности транспирации от количества устьиц.

Задание 2

Определить интенсивность транспирации листьев (в зависимости от их расположения по стеблю) и связать ее с особенностями анатомического строения листа, в частности с количеством устьиц на нижнем эпидермисе и степенью их открытия.

Весовой метод основан на учете убыли массы растений за счет испарения воды. Чаще всего этим методом определяют транспирацию отдельного срезанного листа.

Наблюдения ведутся за листьями с одного стебля растения. Каждый студент получает лист герани определенного яруса. Срезанный лист необходимо вставить черешком в отверстие в пробке. Черешок на 1–1,5 см подрезать под водой, чтобы на конце в сосудах растения не образовалось воздушной пробки. Только после этого пробку вставить в колбу так, чтобы черешок был погружен в воду, но вода не вытеснялась из колбы. Горлышко колбы вокруг пробки и отверстие в ней замазать вазелином или пластилином для предотвращения испарения воды из колбы. Последняя с внешней стороны должна быть сухой.

Смонтированный прибор взвесить на технических весах с точностью до 0,01 г и поставить к источнику света или под струю воздуха. Через 1 ч прибор снова взвесить и определить убыль в его массе, произошедшую за счет транспирации.

Чтобы рассчитать интенсивность транспирации, то есть количество воды (г), потерянной за 1 ч одним квадратным метром поверхности листа, надо определить площадь листовой пластинки весовым методом. Для этого надо из листа бумаги вырезать квадрат площадью 100 см² (10x10 см) и взвесить. После экспозиции опыта лист герани вынуть из пробки, поместить на бумажный квадрат и обвести его контуры, по которым

вырезать фигуру площадью, равной площади листа растения, и также взвесить. Зная массу квадрата в 100 см^2 - А и массу контура листа В, составить пропорцию

$$100 \text{ см}^2 - А, \text{ г}$$

$$S \text{ см}^2 - В, \text{ г}; \text{ отсюда } S = 100 В/А \text{ см}^2$$

Интенсивность транспирации рассчитать по формуле (3)

$$I = (1000 C)/(St), \text{ г/см}^2/\text{ч}, \quad (3)$$

Где C – убыль массы за время опыта, г; S – площадь листа, см^2 ; t – время опыта, ч.

Результаты занести в табл. 4.

Таблица 4

Ярус листа	Масса прибора с листом, г		Потеря воды листом за время опыта, г	Определение площади листа			Продолжительность опыта, ч	Интенсивность транспирации, $\text{г/см}^2/\text{ч}$
	До опыта	После опыта		Масса бумажной фигуры 100 см^2 , г	Масса фигуры листа, г	Площадь листа, см^2		

Органические жидкости обладают различной способностью смачивать клеточные стенки и проникать в устьичные щели листа. Это явление называется инфильтрацией. Прошедшая через устьичные щели жидкость вытесняет воздух из межклетников, вызывая изменение окраски инфильтрованного участка: в отраженном свете он кажется более темным, в проходящем – прозрачным. В работе используются три жидкости: спирт, проникающий только в сильно раскрытые устьица, ксилол, проникающий в среднеоткрытые устьица, бензин, проникающий в слабо открытые. Наблюдая проникновение этих жидкостей в ткани листа, можно сделать вывод о степени раскрытия устьиц. Если при проникновении спирта в лист пройдут и ксилол, и бензин, значит, устьица открыты сильно. Если степень раскрытия устьиц средняя, то проникнут ксилол и бензин. При инфильтрации только бензина устьица открыты слабо [3].

Задание 3

На участки нижней стороны листа, разделенные жилками, стеклянной палочкой или пипеткой нанести три жидкости (спирт, ксилол, бензин). Если капля жидкости исчезает, но цвет листа не меняется, значит,

жидкость просто испарилась. Появление прозрачного участка на месте нанесения капли реактива свидетельствует о проникновении жидкости. Результаты наблюдений написать в табл. 5, на основании их сделать вывод о степени раскрытия устьиц у использованного в опыте листа.

Таблица 5

Проникновение жидкостей			Степень раскрытия устьиц
спирт	ксилол	бензин	

Сделать вывод о степени открытия устьиц исследуемого растения.

Контрольные вопросы:

1. Что такое транспирация?
2. Дайте определение интенсивности транспирации?
3. Опишите механизм работы верхнего концевого двигателя.
4. Какие приспособления вырабатываются у растений в условиях водного дефицита?

Лабораторная работа 4

Тема: Водные культуры растений. Приготовление полной питательной среды Кноппа и сред с исключением некоторых элементов.

Цель: Приготовить питательные растворы и заложить опыт с получением водных культур

Оборудование и материалы

Химические реактивы, лабораторная посуда, теххимические весы, стеклянные емкости 0,5 л, темная и белая ткань (белая бумага), марля, парафин, дистиллированная вода, семена подсолнечника или огурца.

Многие элементы, рассеянные в земной коре, накапливаются в растениях в значительном количестве. Это позволило В. И. Вернадскому указать на значительную роль живых организмов в общем круговороте веществ и, в частности, в круговороте редких элементов.

Необходимыми считаются элементы, без которых организм не может завершить свой жизненный цикл. Они должны оказывать прямое влияние на организм и быть незаменимыми. Для того чтобы установить, является ли данный элемент необходимым, нужно выращивать растения на какой-либо среде известного состава. В 1860 г. Ю. Сакс и И. Кноп, выращивая растения в сосудах на водном растворе минеральных солей, установили, что для жизнедеятельности растения, кроме С, О, Н, необходимы следующие 7 элементов: N, P, S (неметаллы), K, Ca, Mg, Fe (металлы). Если полностью исключить какой-либо из этих элементов, то при выращивании в водных культурах нормальных растений получить не

удается. На основании исследований Кноп предложил питательную смесь для выращивания растений в водных культурах. После этого разные авторы неоднократно видоизменяли питательные смеси, но все они должны удовлетворять следующим требованиям: 1) содержать все основные питательные элементы в доступной для растений форме; 2) иметь близкий к нейтральному рН, который не должен сильно сдвигаться при выращивании растений; 3) общая концентрация солей не должна превышать определенный уровень.

Ю. Сакс и И. Кноп развили применение вегетационного метода, впервые предложенного французским ученым Ж. Буссенго (1837). При вегетационном методе растения выращивают в специальных сосудах, заполненных водой, песком или почвой. Соответственно различают водные, песчаные или почвенные культуры. В зависимости от задач исследования в сосуды вносят определенную питательную смесь. Вегетационный метод исследования широко используется в физиологических и агрохимических экспериментах. Выращивание растений на водных питательных растворах в теплицах широко применяется в растениеводческой практике. Такой прием выращивания растений (главным образом овощных и декоративных культур) без почвы получил название «гидропоника».

Аналитические методы, применявшиеся Ю. Саксом и И. Кнопом (1859) не позволяли достаточно очистить воду и сосуды, в которых выращивались растения, поэтому элементы, необходимые растению в микроколичествах, в то время не были открыты. В начале XX в. при современных методах очистки воды и реактивов была показана необходимость для растений, кроме перечисленных выше, еще шести элементов: бора, марганца, цинка, меди, молибдена и хлора. Предполагают, что для нормального роста некоторых растений необходимы и такие элементы, как кобальт, натрий и др. Все необходимые элементы корневого питания подчиняются основным правилам, сформулированным еще Ю. Либихом: 1) все перечисленные элементы равнозначны и полное исключение любого из них приводит растение к гибели; 2) ни один из перечисленных элементов не может быть заменен другим, даже близким по химическим свойствам, т. е. каждый элемент имеет свое специфическое физиологическое значение. Все необходимые для жизни растений элементы в зависимости от их количественного содержания в растении принято разделять на макроэлементы (содержание более 0,01%) — к ним относят N, P, S, K, Ca, Mg, Fe и микроэлементы (содержание менее 0,01%) — к ним относят Mn, Si, Zn, B, Mo, O. Однако это деление довольно условно. Растения отдельных видов специфически аккумулируют микроэлементы в масштабах, сравнимых с накоплением в тканях макроэлементов. В частности, растения-галофиты отличаются избыточным концентрированием хлора, а также брома и натрия.

Некоторые растения аккумулируют медь, никель, цинк, свинец, кадмий (поэтому их называют металлофиты).

Иногда выделяют еще одну группу питательных элементов, называемых полезными. К ней относят элементы, которые необходимы только в определенных условиях или для некоторых видов растений. В настоящее время полезными для растений элементами считают натрий, кремний, кобальт, селен, алюминий. В литературе можно встретить и другие варианты классификации химических элементов. Например, одна из них, разработанная К. Менгелем (1987), основана на учете физиологических функций элементов и формы поглощения растением.

В растительном организме все процессы тесно взаимосвязаны. Исключение из питательной среды какого-либо необходимого элемента быстро вызывает изменение во многих, если не во всех, процессах метаболизма. В связи с этим выделить первичный эффект бывает трудно. Сказанное относится в первую очередь к тем питательным элементам, которые не входят в состав определенных органических веществ, а играют скорее регуляторную или какую-то иную роль. Можно сказать, что питательные элементы имеют следующее значение: 1) входят в состав биологически важных органических веществ; 2) участвуют в создании определенной ионной концентрации, стабилизации макромолекул и коллоидных частиц (электрохимическая роль); 3) участвуют в каталитических реакциях, входя в состав или активируя отдельные ферменты. Во многих случаях один и тот же элемент может играть разную роль. Некоторые элементы выполняют все три функции.

Задание

В банку наливают 500 мл воды, вносят в неё все соли питательной смеси. Содержимое перемешивают и закрывают пробкой. В отверстия высаживают проростки растений. Закрывают корни от света и предохраняют раствор от перегрева. Ежедневно раствор в банках продувают через стеклянную трубочку в течение 3-5 мин. Опыт длится четыре недели.

В четырех конических колбах приготовить питательную смесь Кнопа, для чего в каждую слить в равных объемах (обычно по 10 мл) растворы солей – компонентов смеси: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KH_2PO_4 , MgSO_4 , KCl .

Питательные растворы приготавливают посредством растворения в воде химических солей, которые крайне необходимы растению для питания макроэлементов и микроэлементов. Основа любых удобрений – азот, фосфор, калий. Воду для создания раствора, необходимо подбирать чистой, без каких-либо примесей. Лучшим дистиллированная вода. Если вы не можете себе позволить такую воду, можно взять дождевую, или же обычную воду, отфильтрованную. Профильтрованная вода станет отличным сырьем для раствора, либо же пригодится для полива самих растений.

Все необходимые для приготовления раствора соли необходимо хранить отдельно, желательнее в сухом или же растворенном виде, в закрытой посуде. Единственное исключение составляют соли железа, которые нужно хранить в посуде из темного стекла, исключительно в сухом виде, и растворять только перед приготовлением.

Состав питательного раствора крайне прост. Все минеральные соли берутся исключительно в определенных пропорциях. Чтобы раствор получился качественным, старайтесь придерживаться соотношений:

Фосфор – Азот – Калий – Магний по пропорции 1 – 0,5 – 2 – 0,3

Раствор Кнопа, один из самых популярных и хорошо зарекомендованных составов раствора для гидропоники.

- Кальциевая селитра (нитрат кальция) ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) - 1 г

- Фосфат калия однозамещенный (KH_2PO_4) - 0,25 г

- Сульфат магния MgSO_4 - 0,25 г

- Хлорид калия (калийная соль) (KCl) - 0,125 г

- Хлорид железа (FeCl_3) - 0,0125 г

Данные соотношения даются на 1 литр воды. Если вы желаете сделать больше раствора, создайте для себя калькулятор раствора для гидропоники, базируясь на данном рецепте [4, электронный ресурс].

Особенности подготовки создания раствора

Каждое вещество необходимо растворить отдельно от остальных, в небольшом объеме воды. После этого, налейте в мерную посуду около 700-800 мл. воды. Добавьте туда первый раствор, хорошенько размешав. После чего долейте второй, размешивайте и так далее, пока не совместите все растворы. Когда вы с этим закончите, долейте воды до общего объема один литр. Качественный раствор не должен содержать никаких осадков. Ни в коем случае не смешивайте все вещества вместе, или же после смешивания концентрированных растворов доливать воду. Это может вызвать появление осадка кальция, что приведет к нарушению баланса веществ. Чтобы не прийти к появлению ржавого осадка, замените хлорид железа железный купоросом. Сперва, приготовьте концентрированный раствор, в котором смешаны 1,5 г железного купороса и 1,7 г лимонной кислоты. Кислота, в данном случае, нужна чтобы снизить риск появления ржавого осадка. Растворите по отдельности каждое вещество, после чего смешивайте раствор, доводя объем до 0,5 литра. Чтобы приготовить смесь, необходимо добавлять 5мл данного раствора на 1 литр раствора Кнопа, исключив хлорид железа.

Приготовленный раствор Кнопа поместить в стеклянную емкость. Следующий раствор готовить с исключением азота, затем с исключением калия и с исключением фосфора.

Приготовить марлевые крышки, пропитанные парафином, поместить туда семена подсолнечника и закрыть ими все четыре емкости, предварительно закрытые сначала белой, а затем черной тканью.

Наблюдать в течение четырех недель, периодически подливая воды в емкости и продувая раствор. Затем сделать выводы по результатам опыта.

Контрольные вопросы:

1. Какие минеральные элементы необходимы растениям? В каком виде растения получают эти вещества?
2. Какие катионы используются растениями?
3. Чем отличается общая роль катионов от общей роли анионов?
4. В виде каких соединений растения получают азот?
5. Какова роль калия?
6. Какое значение имеет фосфор в питании растений?
7. Чем отличается усвоение аммиака от усвоения нитратов?
8. Что такое микроэлементы?
9. Что называется макроэлементами?

Критерии оценки

Знает особенности строения и функционирования важнейших низкомолекулярных веществ растительной клетки; физиологическую роль и превращения в растительном организме важнейших минеральных веществ

Умеет определять по внешнему виду растений уровень их обеспеченности элементами минерального питания

Владеет навыками определения важнейших элементов минерального питания в растительных тканях

Лабораторная работа 5

Тема: Пигменты листа. Получение вытяжки пигментов. Химические свойства хлорофилла.

Цель: Получить вытяжку пигментов и изучить их химические свойства.

Оборудование и материалы

Химические реактивы, лабораторная посуда, свежие зеленые листья, этиловый спирт, стеклянный порошок.

В процессе фотосинтеза высших растений участвуют две группы пигментов: зеленые – хлорофиллы *a* и *b*; желтые – каротины и ксантофиллы. Познакомиться с методом выделения пигментов, разделения по методу Крауса, с основными химическими и оптическими свойствами пигментов. Работа состоит из отдельных этапов, которые выполняют в приведенной ниже последовательности.

Задание 1

Получить спиртовую вытяжку пигментов.

С этой целью можно использовать как сухие листья, так и свежий растительный материал. При работе с сухими листьями рекомендуется увлажнить их перед выделением пигментов. При работе с сырым материалом удобны листья герани, гороха, фасоли.

1–2 г листьев герани поместить в фарфоровую ступку, добавить немного кварцевого песка (для лучшего измельчения растительных тканей) и щепотку мела (для создания нейтральной или слабощелочной реакции среды). Листья растереть до однородной массы, в которую добавить 10–15 мл 96%-ного этанола. После тщательного перемешивания гомогенат отфильтровать в пробирку через бумажный фильтр. Чтобы жидкость при выливании из ступки не стекала по стенке, приставить стеклянную палочку к носику ступки, смазанному снаружи вазелином. Если первые порции фильтрата получились мутными, их снова надо профильтровать, не меняя фильтра. Полученный экстракт ярко зеленого цвета пригоден для последующих опытов.

Задание 2

Разделение пигментов по методу Крауса.

Метод основан на различной растворимости пигментов в спирте и бензине, которые при сливании не смешиваются, образуя два слоя: верхний – бензин; нижний – спирт. Эмпирическая формула хлорофилла *a* – $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$, хлорофилла *b* – $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$. Хлорофилл является сложным эфиром дикарбоновой кислоты хлорофиллина и двух спиртов – метанола и фитола. Фитол имеет длинную углеводородную цепочку ($C_{20}H_{39}$), которая и определяет гидрофобность молекулы хлорофилла. Он лучше растворяется в гидрофобном растворителе – бензине. Каротин, будучи углеводородом ($C_{40}H_{56}$), также обладает гидрофобными свойствами и имеет большое сродство с бензином. Ксантофиллы – спирты ($C_{40}H_{56}O_2$), и поэтому они лучше растворяются в этаноле, чем в бензине.

В пробирку налить 2–3 мл спиртовой вытяжки пигментов и добавить 3–4 мл бензина Калоша (вместо бензина можно использовать петролейный эфир). Пробирку встряхнуть и дать отстояться содержимому. Происходит отслоение эмульсии. Сверху собирается бензин с перешедшими в него хлорофиллами, которые окрашивают данный слой в зеленый цвет. Каротин также находится в бензине, но его желтая окраска маскируется хлорофиллом. Нижний спиртовой слой содержит пигмент ксантофилл, который окрашен в желтый цвет.

Если разделение пигментов происходит недостаточно четко, в пробирку надо добавить 1–2 капли воды и снова сильно встряхнуть ее. Избытка воды следует избегать, так как может произойти помутнение раствора.

Результат работы зафиксировать в виде рисунка.

В заключение следует дать объяснение различной растворимости пигментов в спирте и бензине.

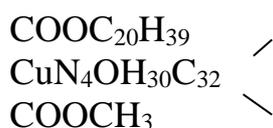
Задание 3

Провести реакцию омыления хлорофилла, для этого в пробирку с 2–3 мл вытяжки пигментов добавить 1–2 капли 20%-ного раствора NaOH. Пробирку нагреть на водяной бане до закипания в ней раствора. После охлаждения добавить в пробирку 2–3 мл бензина и 2–3 капли воды (для лучшего разделения смеси). Затем содержимое пробирки сильно встряхнуть и дать отстояться. В пробирке должны присутствовать два слоя: нижний (спиртовый), окрашенный в зеленый цвет; верхний (бензиновый), окрашенный в желтый цвет. В спиртовом слое растворены натриевая соль хлорофиллиновой кислоты и ксантофиллы, окраска которых маскируется хлорофиллом. В бензиновом слое растворен каротин.

В конце работы зарисовать картину разделения пигментов после омыления хлорофилла.

В заключение необходимо объяснить распределение окраски в спиртовом и бензиновом слоях.

Изучить процесс феофитинизации, который часто наблюдается в природе и свидетельствует об увеличении проницаемости живых мембран, а значит, о повреждении и гибели клеток. Для этого в две пробирки налить по 2–3 мл спиртового раствора пигментов и прибавить по одной-две капли 10%-ной соляной кислоты. Зеленая окраска раствора переходит в бурую, так как образовался феофитин. Одну пробирку оставить для контроля, во вторую внести небольшой кристаллик уксуснокислой меди и нагреть раствор на водяной бане до кипения. Бурый цвет раствора изменится на зеленый, так как произошло образование хлорофиллпроизводного меди:



В конце работы зарисовать картину разделения пигментов после омыления хлорофилла. В заключении необходимо объяснить изменение окраски [3].

Контрольные вопросы:

1. Как получить вытяжку смеси пигментов?
2. Как производится разделение пигментов по Краусу?
3. На чем основан адсорбционный метод разделения пигментов?
4. Как провести омыление хлорофилла щелочью?
5. О чем говорит этот опыт?
6. С помощью какой реакции можно доказать, что в молекуле хлорофилла имеется атом магния?

7. Как доказать, что на свету в зеленом листе образуется крахмал? Что такое фотосинтез?

Критерии оценки

Знает структуру фотосинтетического аппарата

Умеет характеризовать фотосинтетический аппарат растений по полученным результатам проведенных опытов

Владеет навыками определения содержания пигментов в растительных образцах

Лабораторная работа 6

Тема: Пигменты листа. Получение вытяжки пигментов. Оптические свойства хлорофилла. Влияние внешних условий на интенсивность фотосинтеза водного растения.

Цель: Изучить оптические свойства пигментов листа и определить степень влияния внешних условий на скорость фотосинтеза водного растения.

Оборудование и материалы

Химические реактивы, лабораторная посуда, свежие зеленые листья, этиловый спирт, стеклянный порошок, спектроскоп, штатив, разделительная воронка, элодея.

В основе фотосинтеза лежит поглощение световой энергии и её преобразование в химическую энергию. Эту функцию у растений выполняют пигменты хлоропластов. Область светового излучения, поглощаемого пигментами и участвующая в фотосинтезе, называется фотосинтетически активной радиацией – ФАР. ФАР – излучение с диапазоном волн в пределах 380...700 нм.

Важнейшим свойством пигментов является их способность поглощать свет избирательно. Светопоглощение пигментов можно наблюдать с помощью спектроскопа. При этом в спектре на месте поглощенных лучей появляются темные полосы. Поглощение лучей пигментами зависит от их концентрации в растворе. В слабых растворах они поглощают только узкие участки спектра. По мере увеличения концентрации полосы поглощения расширяются, захватывая все больше и больше спектральных участков.

Хлорофилл обладает и другим оптическим свойством – флуоресценцией, которая является признаком его фотохимической активности. При поглощении света молекула хлорофилла переходит в возбужденное состояние, а возврат ее к обычному состоянию сопровождается излучением поглощенной энергии в виде флуоресценции. Лучи флуоресценции всегда имеют большую длину волны, чем

поглощенные лучи, так как часть энергии при переходе молекулы из возбужденного в исходное состояние теряется в виде теплоты.

Задание

Для изучения поглотительной способности хлорофиллов и каротиноидов используют пробирки, полученные в предыдущей работе при разделении пигментов по Краусу и в реакции омыления хлорофилла щелочью, а также пробирки с концентрированной вытяжкой и вытяжкой, разбавленной спиртом.

1. **Спектры поглощения пигментов.** Устанавливают источник света и направляют на него спектроскоп. Регулируют ширину щели спектроскопа так, чтобы спектр получился четким и достаточно ярким. Пробирку с вытяжкой, содержащей определенный пигмент, помещают перед щелью спектроскопа и отмечают положение темных полос в спектре. Эти полосы соответствуют участкам спектра, которые поглощаются данным пигментом.

Зарисуйте спектр видимого (белого) света, а также спектры поглощения хлорофилла, каротина, ксантофилла и спектры поглощения концентрированной и разбавленной спиртовой вытяжки.

Сделайте выводы о светопоглотительной способности хлорофиллов и каротиноидов.

2. **Флуоресценция хлорофилла.** Пробирку с концентрированной спиртовой вытяжкой пигментов рассматривают в проходящих лучах, при этом она имеет изумрудно-зеленый цвет, так как зеленый свет пигментами не поглощается.

Для наблюдения флуоресценции пробирку с вытяжкой располагают на темном фоне – темный экран поглощает все проходящие (зеленые) лучи, поэтому они не будут им отражаться. При освещении пробирки светом электрической лампы она становится темно-красной (красно-красной). Перемена окраски в отраженном свете обусловлена флуоресценцией.

Для определения интенсивности фотосинтеза используют метод счета пузырьков O_2 . Поместить ветку элодеи в кюветку с водой и сделать новый срез. Погрузить её срезом вверх в пробирку с водой, обогащенную CO_2 . Поместив пробирку в те или иные условия, подсчитать количество пузырьков, выделившихся за определенное время. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

1. Какие условия необходимы для фотосинтеза водным растениям /элодеи/?

2. Дать сравнительную характеристику оптических свойств трех пигментов (ксантофилла, каротина, хлорофилла)

Критерии оценки

Знает структуру фотосинтетического аппарата

Умеет характеризовать фотосинтетический аппарат растений по полученным результатам проведенных опытов

Владеет навыками определения влияния внешних факторов на интенсивность фотосинтеза

Лабораторная работа 7

Тема: Определение интенсивности дыхания по количеству выделенной углекислоты.

Цель: Определить интенсивность дыхания растения

Оборудование и материалы

Химические реактивы, лабораторная посуда, проросшие и сухие семена пшеницы или ячменя, фенолфталеин, мерные пипетки, штатив.

Дыхание — один из важнейших процессов обмена веществ растительного организма. Выделяющаяся при дыхании энергия тратится как на процессы роста, так и на поддержание в активном состоянии уже закончивших рост органов растения. Вместе с тем значение дыхания не ограничивается тем, что это процесс, поставляющий энергию. Дыхание, подобно фотосинтезу, сложный окислительно-восстановительный процесс, идущий через ряд этапов. На его промежуточных стадиях образуются органические соединения, которые затем используются в различных метаболических реакциях. К промежуточным соединениям относят органические кислоты и пентозы, образующиеся при разных путях дыхательного распада. Таким образом, процесс дыхания — источник многих метаболитов [4, электронный ресурс].

Задание

Настоящий метод основан на учете количества углекислого газа, выделяемого растением в замкнутом пространстве и поглощаемого баритом. Удобным объектом для работы служат семена. Нужно сравнить интенсивность дыхания прорастающих и покоящихся семян пшеницы.

Следует иметь в виду, что у этого метода есть недостаток: объект находится в замкнутой атмосфере, где может возникнуть дефицит кислорода, и в парах барита, ядовитого для организмов.

Ход работы: в три конические колбы с пробками емкостью на 100 – 200 мл с помощью бюретки налить по 10 мл 0,1N Ba(OH)₂. **Барит ядовит для человека, и пипеткой брать его небезопасно! Колбы закрыть пробками, чтобы избежать попадания в барит углекислоты из воздуха.**

На технических весах взять навески по 3 г сухих и прорастающих семян пшеницы и поместить их в марлевые мешочки. Мешочки подвесить

в колбы над баритом с помощью крючков, вставленных в резиновые пробки. Необходимо следить, чтобы марля не касалась раствора барита. Третью колбу (без семян) использовать в качестве контроля.

Экспозиция опыта не должна превышать одного часа, так как семена могут оказаться в анаэробных условиях. В ходе опыта колбы надо аккуратно покачивать, чтобы разрушить пленку углекислого бария, образующегося на поверхности раствора при поглощении CO_2 . Время опыта должно быть точно учтено.

В конце опыта барит в колбах оттитровать 0,1 N раствором щавелевой кислоты. Титрование лучше начать с контрольной колбы. Сначала установить мениск раствора щавелевой кислоты в бюретке, только после этого открыть пробку и вынуть мешочек с семенами. В раствор барита внести 2–3 капли фенолфталеина, который в щелочи приобретает розовую окраску. Титрование проводить по возможности быстро, чтобы барит не успел поглотить много CO_2 из воздуха. Конец титрования определяется по обесцвечиванию фенолфталеина от одной капли щавелевой кислоты. Раствор становится молочно-белым, и при дальнейшем прибавлении щавелевой кислоты окраска его не меняется. Поэтому важно не пропустить конец титрования. Для проверки точности титрования в обесцвеченный раствор можно капнуть бариту: при хорошей работе от одной капли $\text{Ba}(\text{OH})_2$ раствор снова порозовеет.

Расчет интенсивности дыхания сделать по формуле (4)

$$J = [2,2 \cdot 60(a - b)] / (nt), \text{ мг } \text{CO}_2/\text{г}/\text{ч}, (4)$$

Где a – количество щавелевой кислоты, пошедшей на титрование при контроле, мл; b – количество щавелевой кислоты, пошедшей на титрование в опытном варианте, мл; 2,2 – мг CO_2 , соответствует 1 мл 0,1 N щавелевой кислоты; n – вес сухих семян, г; t – время опыта, мин.

Результаты титрования и расчетов записать в табл. 6.

Таблица 6

Схема записи опыта

Объект	Навеска семян, г	Продолжительность опыта, мин	Пошло на титрование 0,1N щавелевой кислоты, мл		Интенсивность дыхания семян, мг $\text{CO}_2/\text{г}/\text{ч}$
			контроль	опыт	
Сухие семена					
Прорастающие семена					

В конце работы сделать вывод о зависимости интенсивности дыхания от влажности семян.

Контрольные вопросы:

1. Как определить потерю сухого вещества при прорастании семян?
2. Как определить интенсивность дыхания?
3. По какой формуле определяется интенсивность дыхания?
4. Как можно подтвердить, что CO₂ выделяется при прорастании семян?

Критерии оценки

Знает стадии энергетического обмена, особенности ферментативного катализа в реакциях клеточного дыхания, механизмы фосфорилирования

Умеет объяснять различные явления в жизни растений с учетом их энергетического обмена

Владеет навыками определения некоторых параметров дыхания

Лабораторная работа 8

Тема 8: Выделение тепла прорастающими семенами при дыхании. Определение дыхательного коэффициента маслянистых семян.

Цель: Определить дыхательный коэффициент и изучить процесс выделения тепла прорастающими семенами.

Оборудование и материалы

Химические реактивы, лабораторная посуда, проросшие семена ячменя и подсолнечника, сосуд Дьюара.

Задания

В работе предлагается один из наиболее простых методов определения дыхательного коэффициента прорастающих семян – метод Рихтера.

Ход работы: в опыте используют прибор, состоящий из пробирки, которая плотно закрыта каучуковой пробкой, со вставленной в неё горизонтальной трубкой с делениями. Пробирку поместить в колбу, которая является одновременно и штативом, и термоизолятором.

Прорастающими семенами пшеницы или подсолнечника заполнить 1/2–2/3 объема пробирки и плотно закрыть ее пробкой с измерительной трубкой. Обязательное условие правильного наблюдения – постоянство температуры прибора, так как его работа связана с изменением объемов газов. Поэтому смонтированный прибор должен принять комнатную температуру, что достигается в течение 5–7 минут.

В конец измерительной трубки ввести каплю жидкости (например, подкрашенную метиленовой синью или эозином воду). Для этого, не вынимая пробирку из колбы, погрузить конец трубки в стаканчик с жидкостью. Если жидкость плохо поступает в отверстие, можно слегка

постучать кончиком трубки о дно стакана или, вынув трубку из стакана, протереть кончик её фильтровальной бумагой. Если эти меры не помогают, то надо капилляр трубки промыть спиртом и водой. Капля должна подняться по трубке на расстояние 1 см. Таким образом, в приборе создается замкнутое пространство. Всякое изменение в нем объема газов приведет каплю в движение. По скорости этого движения можно судить о газообмене [3].

При равенстве объемов выделяющегося углекислого газа и поглощающегося кислорода общий объем газов в пробирке останется неизменным, и капля не будет менять своего положения. В том случае, когда поглощается больше O_2 , чем выделяется CO_2 , в пробирке возникает разрежение газов и капля передвигается внутри по трубке. При условии более интенсивного выделения CO_2 по сравнению с поглощением кислорода капля будет выбрасываться из трубки. Требуется пронаблюдать за поведением капли и, если она перемещается, рассчитать скорость ее движения, определяемую разностью объемов O_2 и CO_2 . С этой целью, как только в кончик трубки будет введена капля, необходимо засечь время и ждать, через сколько минут капля пройдет какой-то отрезок пути S . Зная путь S и время t , затраченное на преодоление этого пути, можно рассчитать скорость движения капли:

$$V = S/t.$$

Эту скорость обозначить буквой A . Определить ее 2–3 раза, для дальнейших расчетов взять среднюю величину.

Затем пробирку раскрыть и ввести в нее фильтровальную бумажку, смоченную концентрированным раствором щелочи, которая будет поглощать выделяющийся при дыхании углекислый газ. Пробирку снова закрыть пробкой, дать прибору принять комнатную температуру и 2–3 раза определить скорость движения капли после введения щелочи, обозначить её B . Она зависит от объема поглощенного при дыхании семян кислорода:

$$B = O_2.$$

Значения A и B записать в табл. 7 и рассчитать величину дыхательного коэффициента объекта, используемого в опыте. Расчет делать по формуле

$$ДК = \frac{B - A}{B}.$$

Эта дробь дает величину отношения CO_2 к O_2 , т. к. $B = O_2$; $A = O_2 - CO_2$.

Таблица 7

Объект	Скорость движения капли					Дыхательный коэффициент
	до введения щелочи (А)			после введения щелочи (В)		
	1	2	ср.	1	2	

В конце работы объяснить, от чего зависит полученная величина ДК.

Контрольные вопросы:

1. Чем отличается питание от дыхания?
2. Как доказать что семена выделяют тепло при прорастании?
3. С какой целью измеряют температуру в зернохранилищах?
4. Как доказать с помощью термометра, что прорастающие семена дышат?
5. Как предотвратить горение семян в зернохранилищах?

Критерии оценки

Знает стадии энергетического обмена, особенности ферментативного катализа в реакциях клеточного дыхания, механизмы фосфорилирования

Умеет объяснять различные явления в жизни растений с учетом их энергетического обмена

Владеет навыками определения некоторых параметров дыхания

Лабораторная работа 9

Тема: Проведение микрохимического анализа золы.

Цель: Обнаружить присутствие отдельных элементов в растительной золе, применяя качественный анализ.

Оборудование и материалы

Химические реактивы, лабораторная посуда, растительный материал, зола.

При сжигании растений поглощенные ими минеральные элементы остаются в несгораемой части – золе, – которая может составлять от 5 до 20 % от общей массы растений. Качественный состав золы неодинаков и зависит от видовых особенностей растений и условий произрастания. Практически в золе растений можно обнаружить все элементы земной

коры, но в разных количествах: от целых процентов до едва уловимых следов.

Задание.

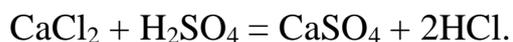
Обнаружить присутствие отдельных элементов, для этого щепотку растительной золы поместить в стеклянную бюксу и небольшими порциями залить раствором 10%-ной соляной кислоты. Кислоту приливать до тех пор, пока зола не перестанет вскипать от очередной порции. Полученный раствор отфильтровать через фильтр с белой лентой в стеклянную бюксу с крышкой. В фильтрате, пользуясь качественными реакциями, необходимо обнаружить кристаллы солей кальция, магния, фосфора, серы и железа.

Все реакции производить на предметном стекле, на которое нанести маленькие капельки исследуемого раствора и реактива на расстоянии 1 см друг от друга. Затем чистым стеклянным капилляром соединить капельки тоненьким дугообразным каналцем. В месте соединения произойдет реакция, а по краям каналца раньше, чем на других участках, начнется кристаллизация продуктов реакции.

Кристаллы следует рассмотреть под микроскопом при малом увеличении и без покровного стекла и сделать зарисовки их форм.

Обнаружение кристаллов соли кальция

На предметное стекло нанести каплю фильтрата и каплю серной кислоты:



В результате реакции выпадают пучки игольчатых кристаллов гипса.

Обнаружение кристаллов соли магния

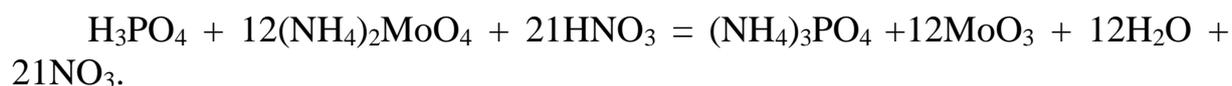
Капельку испытуемого раствора сначала нейтрализовать аммиаком, а затем соединить с капелькой фосфорнокислого натрия. Важно полностью нейтрализовать кислоту и дать избыток аммиака. Индикатором полной нейтрализации и создания щелочной реакции является выпадение осадка полоторных окислов, от которых капля мутнеет:



Кристаллы фосфорно-аммиачно-магнезиальной соли имеют вид ящичков, крышек, звезд или крыльев

Обнаружение кристаллов соли фосфора

Капельку испытуемого раствора соединить с 1%-ным раствором молибденовокислого аммония в азотной кислоте:



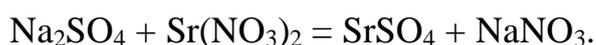
Выпадает зеленовато-желтый скрытокристаллический осадок фосфорно-молибденовокислого аммония, принимающий постепенно все более и более интенсивную зеленую окраску.



Кристаллы фосфорномолибденовокислого аммония

Обнаружение серы

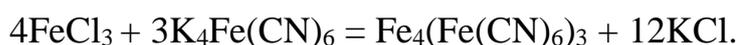
К испытуемому раствору добавляем каплю азотнокислого стронция:



Образуются мелкие закругленные кристаллы желтоватого цвета сернокислого стронция.

Обнаружение железа

Реакцию проводить в фарфоровой чашке:



В результате образуется интенсивно-синий осадок, так называемая «берлинская лазурь», которая хорошо видна без микроскопа на белом фарфоровом фоне. Зарисовать обнаруженные кристаллы, подписать рисунки и сделать вывод о содержании минеральных элементов в золе.



Лабораторная работа 10

Тема: Влияние гормонов на рост корневой системы растений.

Цель: Изучить влияние гормонов на рост растений.

Оборудование и материалы

Химические реактивы, лабораторная посуда, гетероауксин, семена пшеницы.

Задание

Гетероауксин, как любой регулятор роста, в зависимости от концентрации раствора может не только активировать рост, но и задерживать или полностью приостанавливать его. С этим свойством гетероауксина мы и познакомимся.

Опыт закладывают в чашках Петри, в пяти вариантах, отличающихся по концентрации гетероауксина. В качестве контроля используют воду. Дно и крышки чашек выстилают фильтровальной бумагой, на которой простым карандашом делают надписи с указанием исполнителя, даты закладки опыта и варианта. Надпись на фильтре, помещенном на дно чашки, надо расположить от стекла, на крышке – к стеклу. В каждую чашку Петри поместить по 20 зерен пшеницы и залить водой или растворами гетероауксина. В первую чашку налить цилиндром 9 мл

водопроводной воды. Для более равномерного увлажнения среды прорастания семян жидкость сначала влить на крышку. Когда фильтр на крышке полностью увлажнится, остатки жидкости осторожно, т. е. без потерь, слить на донце чашки.

Для увлажнения второй чашки отмерить цилиндром 10 мл 0,01%-ного раствора гетероауксина, из которого пипеткой отобрать 9 мл и этим объемом смочить фильтры сначала на крышке, а потом на донце чашки. Оставшийся в цилиндре 1 мл раствора развести в 10 раз, то есть в цилиндр долить 9 мл водопроводной воды. Получится 10 мл 0,001%-ного раствора гетероауксина, из которого 9 мл использовать для увлажнения фильтров в третьей чашке Петри. Оставшийся в цилиндре 1 мл снова разбавить в 10 раз и т. д.

Закрытые чашки Петри поместить в термостат при температуре 20–25 °С в темноту. Через 3–5 дней у проростков пшеницы измерить длину всех корешков и coleoptилей. Результаты записать в тетрадь. Рассчитать среднюю длину корней и coleoptилей одного растения каждого варианта [3]. Данные занести в табл. 8.

Таблица 8
Схема записи опыта

Варианты Опыта	Количество семян			Средняя длина проростка, см		Длина к контролю, %	
	проросших	наклюнувшихся	непроросших	корешков	coleoptиля	корешков	coleoptиля
Контроль, %							
0,01							
0,001							
0,0001							
0,00001							

Сделать вывод о влиянии растворов гетероауксина различной концентрации на рост проростков пшеницы.

Критерии оценки

Знает специфику действия гормонов-стимуляторов и гормонов-ингибиторов, пути их синтеза и рецепции; разнообразие и значение вторичных метаболитов растений

Умеет объяснять различные онтогенетические и адаптивные процессы действием гормонов и ферментов

Владеет навыками выявления важнейших вторичных метаболитов

Лабораторная работа 11

Тема: Хемотропизм и геотропизм растений.

Цель: Изучить процессы движения растений.

Оборудование и материалы

Химические реактивы, лабораторная посуда, проросшие семена гороха, эозин, фильтровальная бумага, агар-агар.

Геотропизм – это движение органов растений под влиянием одностороннего действия силы земного тяготения. Стержневой корень обладает положительным геотропизмом, вертикальный стебель – отрицательным. Это свойство осевых органов растений может быть нарушено различными физическими и химическими факторами, влияющими на жизнедеятельность организмов. Так, геотропизм корней нарушается при обработке их эозином.

Задание

Поместить проросшие семена гороха с прямыми корешками длиной 1–1,5 см в два стаканчика. В одном семена залить водопроводной водой, в другом – 0,05%-ным раствором эозина. Через час горошины вынуть и прикрепить к подставке из пробки или пенопласта таким образом, чтобы кончик корня находился в горизонтальной плоскости и несколько свисал над подставкой.

Чтобы проростки не высыхали, положить их на влажные полоски фильтровальной бумаги, концы которых опустить в поддоны с водой; подставки с проростками накрыть стеклянными колпаками.

Через 2–3 суток пронаблюдать, при каком варианте корешки дали геотропический изгиб.

Зарисовать результаты и сделать выводы.

Хемотропизм – это движение органов растений под влиянием одностороннего действия химического раздражителя. Если орган поворачивается в сторону химического фактора, наблюдается положительный хемотропизм, если в противоположную – отрицательный. Предлагаемый опыт дает возможность пронаблюдать явление хемотропизма.

В чашки Петри налить 2%-ный раствор агар-агара. В него вставить три пробирки так, чтобы они не касались дна чашки. Когда агар-агар застынет, в пробирки налить горячей воды и свободно их вынуть. В агар-агаре образуются три лунки. Важно, чтобы стенки и дно лунок не имели трещин.

В каждую лунку налить соответствующий раствор: 0,1%-ный раствор NH_4NO_3 , 3%-ный раствор NH_4NO_3 и 1%-ный раствор формалина. На поверхность агара возле лунок поместить проростки пшеницы. Чашки Петри закрыть крышками и на 2–3 дня поместить в темное, теплое место.

В конце опыта пронаблюдать за характером и направлением корней и сделать выводы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое тропизмы?
2. Какие виды тропизмов различают?
3. Что такое фототропизм?
4. Что такое геотропизм?
5. Что такое гидротропизм?
6. Что такое хемотропизм?
7. Что такое настии?

Критерии оценки

Знает физиологические основы роста и развития

Умеет объяснять механизм влияния внешних факторов на рост и развитие растений

Владеет навыками определения типов движения растений и интенсивности ростовых процессов

Лабораторная работа 12

Тема: Защитное действие сахарозы на цитоплазму при отрицательных температурах.

Цель: Изучить механизм защитного действия сахарозы на цитоплазму.

Оборудование и материалы

Химические реактивы (сахароза 1 М р-р), лабораторная посуда, корнеплод красной свеклы, снег или лед, поваренная соль, кристаллизатор, пробирки.

Повреждение тканей при замораживании растений связано с образованием льда как внутри клеток, так и снаружи. Внеклеточный лед вызывает дегидратацию клеток. Кристаллы внутриклеточного льда механически повреждают мембраны цитоплазмы. Согласно теории Н. А. Максимова, накапливающиеся в тканях растений сахара, могут оказывать защитное действие при замерзании. В этом можно убедиться, если замораживать кусочки свеклы в дистиллированной воде и в растворах сахарозы. О гибели или повреждении тканей можно судить по увеличению проницаемости протоплазмы для клеточного сока [3].

Задание

Ход работы: в три пробирки поместить кусочки свеклы, предварительно нарезанные и отмытые от вытекшего из поврежденных клеток сока. В первую пробирку залить дистиллированную воду, во вторую – 0,5 М раствор сахарозы, в третью – 1 М раствор сахарозы. Отмеченные этикетками пробирки поместить в смесь снега и поваренной соли и выдержать около 20 мин (до полного замерзания в них жидкости). После этого пробирки перенести в стакан с водой комнатной температуры для медленного оттаивания.

При замерзании по интенсивности окрашивания раствора определить степень повреждения клеток.

Сделать вывод о роли сахаров в сохранении жизнеспособности клеток растительных тканей при замораживании.

Контрольные вопросы:

1. Как определить проницаемость живой протоплазмы для красящих веществ?
2. Какие действия оказывают на проницаемость протоплазмы наркотики, яды, температура?
3. Что такое коагуляция?
4. Какие факторы вызывают коагуляцию?
5. Как продемонстрировать защитное действие сахарозы на белки цитоплазмы?

Критерии оценки

Знает механизм важнейших защитных реакций растений на действие негативных факторов

Умеет объяснять устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешнего характера

Владеет навыками выявления причин повреждения растительной клетки

Лабораторная работа 13

Тема: Определение жароустойчивости растений по Мацкову.

Цель: Определить устойчивость растений к высоким температурам.

Оборудование и материалы

Химические реактивы, лабораторная посуда, свежие листья растения, термометр, водяная баня, чашки Петри, соляная кислота 0,2 н.

Задание

Метод основан на способности протоплазмы клеток до определенной степени противостоять действию повышенных температур. При некотором уровне температур, различном у разных растений, белки протоплазмы коагулируют, в силу чего нарушается проницаемость мембранных слоев и клетки отмирают.

При действии кислоты на листья, протоплазма которых лишена полупроницаемости, происходит феофитинизация, так как кислота легко проникает в клетки и вытесняет магний из молекул хлорофилла, заменяя его водородом.

В водяную баню, нагретую до 40°C, погрузить листья растений, испытываемых на жароустойчивость. Температуру воды поддерживать на этом уровне. Через 30 мин взять первую пробу листьев, для чего их вынуть и погрузить в кристаллизатор с водой комнатной температуры. Температуру в бане поднять на 5°C и через 10 мин взять вторую пробу листьев.

Так постепенно поднимать температуру воды в бане, пробы брать каждый раз при повышении температуры на 5°C через 10 мин и помещать в кристаллизатор с водой. Затем воду в кристаллизаторах заменить соляной кислотой 0,2 N и через 20 мин учесть результаты.

Живые участки листа останутся зелеными, отмершие – побуреют. Различную степень повреждения определить по появлению на листьях большего или меньшего количества побуревших участков поврежденной ткани.

У растений, имеющих кислый клеточный сок, явление побурения (феофитинизация) происходит без добавления кислоты.

Итогом выполнения задания является критическая температура, выше которой растение не может противостоять действию высоких температур.

В заключение необходимо отметить критическую температуру для изучаемого вида растения. Полученные результаты представить в виде вывода [4, электронный ресурс].

Контрольные вопросы:

1. Что такое жароустойчивость растений?
2. Каковы приспособительные особенности у жароустойчивых растений?
3. Каким методом можно определить жароустойчивость растений?

Критерии оценки

Знает механизм важнейших защитных реакций растений на действие негативных факторов

Умеет объяснять устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешнего характера

Владеет навыками выявления особенностей приспособления растений к условиям окружающей среды

Лабораторная работа 14

Тема: Влияние высокой температуры на проницаемость цитоплазмы.

Цель: Изучить влияние высокой температуры на проницаемость цитоплазмы.

Оборудование и материалы

Лабораторная посуда: термометр, электроплитка, песочные часы, стаканы химические, дистиллированная вода, корнеплод красной свеклы, ФЭК.

Задание

Вырезать из очищенного корнеплода красной свеклы семь прямоугольных кусочков размером 4x15x50 мм, поместить их в фарфоровую чашку, многократно промыть водопроводной водой до полного обесцвечивания промывных вод и оставить в чашке под слоем воды.

Нагреть в стакане воду до 75 С, захватить пинцетом один кусочек свеклы и погрузить его ровно на 1 мин нагретую воду, а затем перенести в пробирку с 10 мл холодной дистиллированной водой, сделав на ней надпись карандашом по стеклу. Добавлением холодной воды охлаждать содержимое стакана до 70-65-60-55-50 и 45 С и при каждой температуре проделывать то же, что описано выше: выдержать очередной кусочек в стакане в течение 1 мин и перенести в пробирку с 10 мл дистиллированной воды [3].

Встряхивать пробирки в течение 15 мин и определить интенсивность окраски жидкости на фотоэлектрокалориметре при зеленом светофильтре (против дистиллированной воды). Результаты записать в таблицу 9.

Таблица 9

Номер пробирки	Температура, С	Оптическая плотность
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Полученные результаты представить в виде вывода.

Контрольные вопросы:

1. Объясните механизм влияния высокой температуры на проницаемость цитоплазмы?
2. Какие процессы происходят в цитоплазме при воздействии на нее высоких температур?

Критерии оценки

Знает механизм важнейших защитных реакций растений на действие негативных факторов

Умеет объяснять устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешнего характера

Владеет навыками выявления причин повреждения растительной клетки

Лабораторная работа 15

Тема: Определение интенсивности фотосинтеза.

Цель: Определить интенсивность фотосинтеза по накоплению органического вещества в процессе фотоассимиляции.

Оборудование и материалы

Химические реактивы, соль Мора, бихромат калия, лабораторная посуда, бюретки, колбы, сверло, герань.

Интенсивность фотосинтеза можно определять по различным параметрам: по поглощению углекислого газа, по выделению кислорода, по накоплению органического вещества в процессе фотоассимиляции. Методы последней группы наиболее просты, не требуют сложных приборов и могут быть использованы в лабораторных и полевых условиях.

Задание

Для определения органического вещества в листьях растений по количеству содержащегося в них углерода был предложен метод Ф. З. Бородулиной, принцип которого был разработан ранее И. В. Тюриным для учета углерода в почве. Он основан на окислении органического вещества раствором двуххромовокислого калия в смеси с концентрированной серной кислотой (хромовой смесью). При взаимодействии с углеродом бихромат разрушается, реакция идет по следующему уравнению:



Израсходованный на окисление углерода бихромат оттитровать раствором соли Мора:



Ход работы: для опыта использовать растения герани, предварительно выдержанные в темноте в течение суток для обеднения ассимилянтами. У таких «голодных» растений на свету можно наблюдать более интенсивный фотосинтез. Из листа герани пробочным сверлом высечь 3–4 диска. Лучше это сделать на одной половинке листа. Высечки использовать для анализа на содержание в них углерода. Лист поместить черенком в воду, выставить на свет, выдержать в течение 1–2 ч, снова высечь 3–4 диска и определить в них количество углерода. Высечки до и после световой экспозиции следует брать одним и тем же сверлом с известным диаметром. Зная диаметр сверла, можно определить площадь высечек, взятых для анализа (πr^2 умножить на число дисков). Фотосинтез определять в двух-трех биологических повторностях, для чего до и после освещения листа при определении углерода брать 2–3 пробы. Это можно сделать на одном листе или использовать разные листья. Чтобы определить углерод, диски из листьев нужно поместить в конические колбы на 100 мл. Туда же с помощью бюретки со стеклянным краном налить точно 10 мл 0,4 N раствора бихромата калия. Так как хромовая смесь является сильнейшим окислителем, то работать с ней надо очень осторожно. **Недопустимо отмеривать хромовую смесь пипеткой!** Колбы закрыть стеклянными воронками и поместить на электрическую плитку для ускорения реакции окисления органического вещества. Нагревание следует вести в течение строго определенного времени: 5 мин (по песочным часам). Отсчет времени начать с момента появления пузырьков углекислого газа около дисков. Нагревание должно быть умеренным. Нельзя допускать бурного кипения смеси и выделения паров из воронки. При перегреве смесь может разрушиться. При 5-минутном слабом кипении высечки должны полностью раствориться, окислиться. Колбы снять с плитки и охладить. Воронки снаружи и изнутри ополоснуть небольшим количеством воды (около 10 мл). В колбу добавить 5–6 капель индикатора

(фенилантраниловая кислота) и оттитровать содержимое 0,2 N раствором соли Мора. В присутствии хромовой смеси фенилантраниловая кислота дает бурую окраску раствора. По мере добавления соли Мора содержимое колбы светлеет, приобретает грязно-сиреневую окраску, которая от одной капли соли Мора может резко перейти в изумрудно-зеленую. Это конец титрования, важно его не пропустить, так как последующее прибавление соли Мора никаких изменений окраски не вызовет. Иногда при титровании индикатор разрушается (особенно если раствор недостаточно охлажден). Поэтому целесообразно в середине титрования добавить еще 1–2 капли фенилантраниловой кислоты. Параллельно с опытным титрованием провести контрольное (без высечек), чтобы найти соотношение 0,4 N раствора хромовой смеси и 0,2 N раствора соли Мора. Методика титрования та же самая. Количество углерода определить по формуле

$$C = 0,6 * 100 * k * (a - b) / S$$

где C – количество углерода, мг/дм²; a – количество соли Мора при контрольном титровании, мл; b – количество соли Мора при титровании опытного образца, мл; k – поправка к титру соли Мора (ее можно не учитывать, если всю работу проводить с одним и тем же раствором соли Мора и бихромата); 0,6 – коэффициент пересчета количества соли Мора на количество углерода: 1 мл 0,2 N раствора соли Мора соответствует 0,6 мг углерода; S – площадь высечек, см².

Результаты оформить в виде табл. 10.

Таблица 10

Схема записи опыта.

Момент взятия проб	Повтор ность	Взято K ₂ Cr ₂ O ₇ , мл		Пошло на титрован ие соли Мора, мл		Пло щадь высе чек, см ²	Колич ество углеро да, мг/дм ²	Накоп ление углеро да за 2 ч опыта, мг/дм ²	Интенси вность фотосин теза, мг С/дм ² /ч
		конт роль	оп ыт	конт роль	оп ыт				
До освещ ения листа	1								
	2								
	Ср.								
После освещ ения листа	1								
	2								
	Ср.								

По окончании работы рассчитать интенсивность фотосинтеза и сделать вывод.

18. Задачи по физиологии растений

1. Чему равно осмотическое давление децимолярного раствора глюкозы при 20°C ?

2. Найдите осмотическое давление $0,2\text{ M}$ раствора хлористого калия при 0°C . Изотонический коэффициент данного раствора равен $1,8$.

3. У какого раствора будет больше осмотическое давление: у 5% -ной сахарозы ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) или у 5% -ной глюкозы ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)? Объясните.

4. Чему равно осмотическое давление клеточного сока при 17°C , если известно, что изотонический для данной клетки раствор сахарозы имеет концентрацию $0,3\text{ M}$?

5. В клетках каких растений больше осмотическое давление клеточного сока: у растущих на солончаках или у растений незасолённых почв? У выросших в тенистом влажном месте или у растущих в степи? Как объяснить эти различия?

6. Клетка, имеющая осмотическое давление клеточного сока 5 атм , погружена в раствор хлористого калия, осмотическое давление которого 10 атм . Что произойдёт с клеткой?

7. Кусочки одной и той же растительной ткани погружены в 1 M раствор сахарозы и 1 M раствор хлористого натрия. В каком из названных растворов будет наблюдаться более сильный плазмолиз? Как это объяснить?

8. Кусочки эпидермиса лука были выдержаны в течение нескольких часов в гипотонических растворах KNO_3 и $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, а затем перенесены в гипертонический раствор сахарозы. В каком из указанных вариантов опыта будет наблюдаться более быстрый переход от вогнутого плазмолиза к выпуклому? С чем это связано?

9. При погружении молодого листочка элодеи в гипертонический раствор наблюдалось, что у клеток, закончивших рост, через 20 минут наступил выпуклый плазмолиз, тогда как в растущих клетках в течение 2 часов сохранялся вогнутый плазмолиз. Как объяснить полученные результаты?

10. Растворы, имеющие осмотическое давление 8 и 9 атм , вызвали плазмолиз клеток исследуемой ткани, а в растворах, осмотическое давление которых равно 6 и 7 атм , плазмолиза не наблюдалось. Чему равно осмотическое давление клеточного сока?

11. Найти осмотическое давление клеточного сока при 17°C , если известно, что $0,3$ и $0,4\text{ M}$ растворы сахарозы плазмолиза клетки не вызывают, а в $0,5\text{ M}$ растворе наблюдается плазмолиз.

12. Температура замерзания сока, отжатого из листьев равна -2° . Найти осмотическое давление этого сока при $+20^{\circ}\text{C}$.

13. Чему равны сосущая сила клетки и тургорное давление: а) при полном насыщении клетки водой, б) при плазмолизе?

14. Сосущая сила клетки равна 5 атм. Чему равно тургорное давление этой клетки, если известно, что осмотическое давление клеточного сока равно 12 атм?

15. Осмотическое давление клеточного сока равно 16 атм, а тургорное давление этой клетки составляет $\frac{3}{4}$ от максимальной величины. Чему равна сосущая сила клетки?

16. Клетка находится в состоянии полного насыщения водой. Осмотическое давление клеточного сока равно 18 атм. Чему равны сосущая сила и тургорное давление этой клетки?

17. Клетка находится в состоянии полного завязания (начинающего плазмолиза). Чему равны осмотическое давление клеточного сока и тургорное давление этой клетки, если известно, что сосущая сила этой клетки равна 5 атм?

18. Можно ли отнять воду от клетки после достижения ею состояния полного завядания, т.е. полной потери тургора? Объясните.

19. Клетка погружена в 0,3 М раствор сахарозы. Куда пойдёт вода, если известно, что осмотическое давление клеточного сока равно 10 атм, тургорное давление 8 атм, а температура раствора 15⁰С?

20. Клетка погружена в дистиллированную воду. В каком случае клетка будет сосать воду, а в каком не будет?

21. Клетка, имеющая осмотическое давление клеточного сока 12 атм, погружена в изотонический раствор. Что произойдёт с клеткой? (Разберите два возможных случая).

22. Клетка погружена в раствор. Осмотическое давление клеточного сока равно 7 атм, наружного раствора - 5 атм. Куда пойдёт вода? (Разберите три возможных случая).

23. Чему равны сосущая сила и тургорное давление погруженной в раствор клетки после установления равновесия между клеткой и раствором, если известно, что осмотическое давление клеточного сока этой клетки равно 15 атм, а наружного раствора - 12 атм?

24. Кусочки одной и той же растительной ткани погружены в ряд растворов, осмотическое давление которых равно 5,7,10,12,16,18 и 20 атм. Клетки этой ткани перед погружением в растворы имели тургорное давление 6 атм, а осмотическое давление клеточного сока - 16 атм. В каких растворах: а) клетки будут всасывать воду, б) клетки будут отдавать воду, в) будет наблюдаться плазмолиз клеток?

25. Куски картофельного клубня были измерены и погружены на 30 мин в растворы NaCl разной концентрации. Оказалось, что в 0,2 М растворе длина куска не изменилась, в 0,3 М растворе уменьшилась, а в 0,1 М растворе увеличилась. Как объяснить полученные результаты?

26. Найти сосущую силу клеток, если известно, что в растворах, имеющих осмотическое давление 3 и 5 атм, размеры клеток увеличились, а в растворе, осмотическое давление которого 7 атм, произошло уменьшение объёма клеток.

27. Чему равна сосущая сила клеток, если известно, что при погружении в 0,3 М раствор сахарозы размеры клеток увеличились, а в 0,4 М растворе остались без изменения? Опыт проводился при температуре 27°C.

28. В какую сторону изменится длина кусочка растительной ткани при погружении ее в раствор, имеющий осмотическое давление 10 атм, если известно, что кусочек той же ткани в растворе с осмотическим давлением 9 атм не изменил своих размеров. Объяснить.

29. В 6 сосудов налиты растворы сахарозы, имеющие осмотическое давление: 1) 0 атм, 2) 10 атм, 3) 15 атм, 4) 20 атм, 5) 25 атм, 6) 30 атм. В эти растворы поместили полоски, вырезанные из картофельного клубня, длина которых до погружения составляла 40 мм. Через 30 мин длина полосок оказалась равной: 1) 42 мм, 2) 40 мм, 3) 38 мм, 4) 35 мм, 5) 35 мм, 6) 35 мм. Как объяснить совпадение результатов в трёх последних растворах?

30. После погружения куска растительной ткани в 10%-ный раствор сахарозы концентрация последнего осталась без изменений. В какую сторону изменится концентрация 12%-ного раствора сахарозы, если в него поместить упомянутый кусок ткани? Объясните, почему?

31. Две живые клетки соприкасаются друг с другом. Куда пойдёт вода, если у первой клетки осмотическое давление клеточного сока равно 10 атм и тургорное давление 6 атм, а у второй клетки соответствующие показатели составляют 15 и 12 атм? Объясните.

32. Две живые клетки соприкасаются друг с другом. Куда пойдёт вода, если у первой клетки осмотическое давление клеточного сока равно 10 атм, а у второй - 8 атм? (Разберите три возможных случая.)

33. При рассматривании в микроскоп срезов одной и той же растительной ткани, погруженных в гипертонические растворы сахарозы и мочевины, обнаружилось, что раствор сахарозы вызвал стойкий плазмолиз, сохранявшийся в течение длительного времени, тогда как в растворе мочевины наблюдался непродолжительный плазмолиз, после чего произошел самопроизвольный деплазмолиз. Как объяснить эти результаты?

34. Из корнеплода красной свеклы вырезали два кусочка, которые после тщательного промывания поместили в пробирки с водой комнатной температуры. В одну из пробирок добавили пять капель хлороформа. Какова будет окраска воды в пробирках через час после начала опыта? Как объяснить полученный результат?

35. Одинаковые сеянцы пересажены в сосуды с растворами безвредных солей. Осмотическое давление раствора в первом сосуде равно 1 атм, во втором - 3 атм, в третьем - 5 атм, в четвертом - 7 атм. Как будет происходить всасывание воды сеянцами, если осмотическое давление клеточного сока корневых волосков этих растений составляет 5 атм?

36. Растение пересажено в почву, в которой почвенный раствор имеет осмотическое давление 3 атм. В момент посадки корневые волоски имели осмотическое давление клеточного сока 8 атм, а тургорное давление - 6 атм. Сможет ли это растение жить на данной почве? Объясните.

37. Два одинаковых сосуда наполнены почвой: в одном сосуде песчаная почва, в другом - глинистая. Почва в обоих сосудах полита до полного насыщения водой (содержание воды соответствует полной влагоёмкости почвы). В каком сосуде больше: а) общее содержание воды, б) количество доступной для растений воды, в) мёртвый запас воды? Как это объяснить?

38. В металлическом сосуде с почвой было выращено растение. После того как растение хорошо развилось, полив был прекращён, а поверхность почвы защищена от испарения. Когда растение впало в состояние устойчивого завядания, из сосуда взяли пробу почвы весом 5,16 г и высушили при 100⁰С, после чего вес пробы стал равен 4,80 г. Определить коэффициент завядания.

39. При определении коэффициента завядания методом, описанным в предыдущей задаче, оказалось, что все растения при выращивании их на одной и той же почве дают одинаковый результат независимо от их вида и возраста. Как это объяснить?

40. На нижнюю поверхность листьев лещины в разные часы ясного летнего дня наносили капли ксилола, бензола и этилового спирта. При этом наблюдалось следующее: в 5 ч утра указанные жидкости не оставили на листе никакого следа, в 7 ч получились пятна от ксилола и бензола, в 9 ч пятна дали все три жидкости, а в 13 ч пятен на листе не оказалось. Как объяснить эти результаты?

41. Проф Л.А.Иванов проделал следующий опыт: в начале зимы с побегов бузины (без отделения от дерева) осторожным соскабливанием был удален слой пробки. Находящиеся на этих побегах почки к концу зимы погибли. Однако если обнаженные от пробки места были обернуты станиолом, почки оставались живыми. Благополучно перезимовали и почки на неповрежденных побегах. Как объяснить результаты этого опыта?

42. Бумага, пропитанная раствором хлористого кобальта и просушенная до ярко-голубого цвета, была приложена к двум сторонам листа дуба. С нижней стороны листа бумага порозовела через 15 мин, тогда как бумага, приложенная к верхней стороне, изменила свою окраску только через 3 ч. Как объяснить полученные результаты?

43. Побег, взвешенный сразу после срезания, имел вес 10,26 г, а через 3 мин - 10,17 г. Площадь листьев побега равна 240 см². Определить интенсивность транспирации.

44. Дерево, имеющее листовую поверхность 12 м² испарило за 2ч 3 кг воды. Чему равна интенсивность транспирации?

45. Сколько воды испарит растение за 5 мин, если интенсивность транспирации его равна $120 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$, а поверхность листьев - 240 см^2 ?

46. Побег с листовой поверхностью $1,2 \text{ дм}^2$ испарил за 4 мин $0,06 \text{ г}$ воды. При тех же условиях со свободной водной поверхности площадью 20 см^2 за 2 часа испарилось $0,60 \text{ г}$. Определить относительную транспирацию (отношение интенсивности транспирации к интенсивности испарения).

47. Сеянец был дважды взвешен с интервалом 5 мин. Первый вес составлял $2,52 \text{ г}$, второй - $2,49 \text{ г}$. После этого растение было высушено до абсолютно сухого веса, который оказался равным $1,02 \text{ г}$. Найти экономность транспирации (быстроту расходования запаса воды); ответ выразить в процентах за 1 ч.

48. Определите экономность транспирации по следующим данным: интенсивность транспирации равна $25 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$, поверхность листьев - 550 см^2 , сырой вес растения - 20 г абсолютно сухой вес - 9 г .

49. За вегетационный период растения накопили $2,1 \text{ кг}$ органического вещества и испарили за это время 525 кг воды. Определить продуктивность транспирации.

50. Чему равен транспирационный коэффициент дерева, испарившего за вегетационный период 2 т вода и накопившего за это время 10 кг сухого вещества?

51. Транспирационный коэффициент равен 125 мл/г . Найти продуктивность транспирации.

52. Продуктивность транспирации равна 4 г/л . Найти транспирационный коэффициент.

53. Дерево за 1 ч испарило 500 г , а корневая система поглотила за это же время 450 г воды. Какие условия внешней среды могли вызвать указанное несоответствие количества поглощенной и испаренной воды? Как это отразится на растении?

54. Как объяснить завядание листьев в жаркий летний день при достаточном количестве влаги в почве и ликвидации водного дефицита ночью?

55. Растение было выдержано несколько часов в темноте, а затем выставлено на прямой солнечный свет. Как изменится при этом транспирация? Почему?

56. Вес листа в состоянии полного насыщения был равен $1,02 \text{ г}$, а после подвядания уменьшился до $0,90 \text{ г}$. Определить величину водного дефицита клеток листа (в процентах), если известно, что абсолютно сухой вес этого листа равен $0,42 \text{ г}$.

57. В одном из опытов проф. Л.А. Иванова 20-летняя сосна была спилена 3.XI, торец пня был тщательно смазан салом и закрыт клеенкой, после чего периодически определялась влажность древесины пня, которая оказалась равной: 3.XI-60,2%, 5. XI-62,2%, 9.XI-63,7%. Как объяснить полученные результаты?

58. У некоторых комнатных растений незадолго перед дождём появляются капли воды на кончиках листьев. Как объяснить это явление?

59. В двух плошках с почвой были выращены проростки кукурузы при одинаковых условиях. Затем одну плошку поставили в сосуд с водой комнатной температуры, а вторую - в сосуд с водой, нагретой до 30⁰С, после чего обе плошки закрыли стеклянными колпаками. У каких проростков будет наблюдаться более интенсивная гуттация? Как это объяснить?

60. Ветка ивы была срезана с дерева, поставлена в банку с водой и закрыта стеклянным колпаком. Будет ли наблюдаться гуттация у этой ветки? Объясните.

61. Двухлетняя ветка сосны срезана с дерева, нижняя часть стебля очищена от хвои, после чего ветку поставили в банку с раствором красной краски (эозина). Через неделю был сделан поперечный разрез стебля выше уровня жидкости в банке. Какие части стебля будут: а) интенсивно окрашены, б) слабо окрашены, в) совсем не окрашены краской? Какой вывод можно сделать на основе этого опыта?

62. Две подвявшие ветки сирени поставлены в сосуд с водой, причём у одной из веток срез стебля был возобновлён под водой. Какая из веток быстрее и полнее восстановит свой тургор? Почему?

63. Известно, что днём зелёные растения обогащают атмосферу кислородом, а ночью - углекислым газом. Как это объяснить?

64. Как доказать при помощи метода крахмальной пробы необходимость света для процесса фотосинтеза?

65. Как поставить опыт, доказывающий необходимость углекислоты для процесса фотосинтеза?

66. К спиртовой вытяжке из зелёного листа добавили вдвое больший объём бензина, тщательно взболтали и дали отстояться. Какова будет окраска спирта и бензина? Как это объяснить?

67. При помощи какой реакции можно доказать, что хлорофилл является сложным эфиром? Напишите уравнение этой реакции.

68. К спиртовой вытяжке из зелёного листа добавили несколько капель 20%-ного раствора КОН, прилили бензина, тщательно взболтали и дали отстояться. Какова будет окраска спирта и бензина? Какие вещества будут растворены в указанных растворителях?

69. При помощи какой реакции можно доказать, что в молекуле хлорофилла содержится атом магния? Напишите уравнение этой реакции.

70. К раствору феофитина добавили несколько кристаллов уксуснокислой меди и нагрели до кипения. Как изменится при этом окраска раствора?

71. Как объяснить различную окраску спиртовой вытяжки из зелёного листа при рассмотрении ее в проходящем и отражённом свете?

72. Почему очень концентрированные растворы хлорофилла имеют темно-красный цвет?

73. Как объяснить хлороз яблони, выросшей на почве с высоким содержанием извести?

74. За 20 мин побег, листовая поверхность которого равна 240 см^2 , поглотил 16 мг CO_2 . Определить интенсивность фотосинтеза.

75. Сколько органического вещества выработает растение за 15 мин, если известно, что интенсивность фотосинтеза составляет $20 \text{ мг/дм}^2 \cdot \text{ч}$, а поверхность листьев равна $2,5 \text{ м}^2$?

76. При учёте фотосинтеза методом просасывания были получены следующие данные: площадь листьев 27 см^2 , продолжительность экспозиции 20 мин, количество раствора барита в поглотителе 100 мл, взято в колбу для титрования 50 мл. Пошло на титрование: контроль (без растения) - 46 мл соляной кислоты, опыт - 49 мл. Концентрация кислоты такова, что 1 мл эквивалентен $0,3 \text{ мг CO}_2$. Определить интенсивность фотосинтеза.

77. Для учёта фотосинтеза побега, имеющего листовую поверхность 80 см^2 , побег был выдержан в колбе 15 мин, после чего побег был удалён, а в колбу налито 20 мл раствора Ba(OH)_2 . После тщательного взбалтывания провели титрование, на которое пошло 18 мл раствора соляной кислоты. На титрование такого же количества барита в такой же контрольной колбе (без растения) пошло 14 мл кислоты. Определить интенсивность фотосинтеза, если известно, что 1 мл кислоты эквивалентен $0,6 \text{ мг CO}_2$.

78. Определение фотосинтеза методом листовых половинок с 8 до 12 ч. Взвешивание высушенных проб листьев дало следующие результаты: а) освещенные листья: 8ч - $0,2203 \text{ г}$, 12ч - $0,2603 \text{ г}$; б) затемненные листья: 8ч - $0,2350 \text{ г}$, 12ч - $0,2050 \text{ г}$. Площадь всех проб была одинаковой и составляла 100 см^2 . Вычислить по приведенным данным интенсивность фотосинтеза.

79. Два одинаковых листа были выдержаны три дня в темноте, а затем были освещены в течение 2ч: первый лист - красным, а второй - жёлтым светом одинаковой интенсивности. У какого листа будет более высокое содержание крахмала? Как это объяснить?

80. Растение было освещено сначала зелёным, а затем синим светом такой же интенсивности. В каких лучах будет наблюдаться более быстрое поглощение углекислоты листьями? Почему?

81. Веточка элодеи была погружена в воду и освещена сначала красным, а затем синим светом той же интенсивности. В каких лучах будут более быстро выделяться пузырьки из веточки? Как это объяснить?

82. Каков биологический смысл красной окраски глубоководных морских водорослей?

83. Компенсационная точка для липы равна 50 лк, а для дуба - 200 лк. Какова причина этого различия?

84. Как объяснить отмирание нижних ветвей деревьев в сомкнутом насаждении? У какой породы процесс очищения ствола от сучьев происходит быстрее - у лиственницы или у пихты? Почему?

85. Проф. Л.А.Иванов приводит следующие данные: при слабом освещении, составляющем 1% от полного солнечного, листья клёна поглотили 0,54 мг CO₂, листья дуба выделили 0,12 мг CO₂ за 1 ч на 1г сырого веса, а у листьев ивы не наблюдалось ни поглощения, ни выделения CO₂. Какие выводы можно сделать на основании приведённых результатов?

86. У каких растений обычно образуется листовая мозаика - у светолюбивых или теневыносливых?

87. Освещённость составляет 80% от оптимальной для данного растения величины, температура - 30% от оптимальной величины, а все остальные влияющие на фотосинтез факторы оптимальны. Назовите факторы, увеличение которых: а) вызовет резкое усиление фотосинтеза, б) вызовет небольшое увеличение интенсивности фотосинтеза, в) не приведёт к повышению интенсивности фотосинтеза.

88. У многих растений нередко наблюдается выделение CO₂ листьями в полуденные часы летнего дня. Каковы причины этого явления?

89. Как объяснить прекращение фотосинтеза у срезанного и поставленного в воду листа при самых благоприятных внешних условиях?

90. Несмотря на то что интенсивность фотосинтеза сосны примерно в 3 раза меньше, чем у берёзы (при одинаковых внешних условиях), урожай органической массы этих пород при расчёте на 1 га почти одинаков. Как это объяснить?

91. Как вырастить растение без почвы? Какие условия необходимо при этом соблюдать?

92. Относится ли натрий к числу необходимых для растений элементов? Как это доказать?

93. Почему выражение "корень всасывает почвенный раствор" ошибочно?

94. Корневая система была выдержана в течение нескольких минут в растворе метиленовой сини, а затем тщательно промыта водой, после чего корни были погружены в раствор хлористого кальция. Раствор приобрёл хорошо заметную окраску. Как объяснить это явление?

95. Одинаковые проростки высажены в 3 сосуда с песком. В первый сосуд внесена полная питательная смесь Гельригеля, во второй - та же смесь, но вместо Ca(NO₃)₂ дан CaSO₄, в третьем сосуде KCl заменён на KNO₃. Сосуды помещены в вегетационный домик и регулярно поливаются дистиллированной водой. Каковы будут результаты этого опыта?

96. Споры плесневого гриба были внесены в питательную среду, содержащую сахар и различные соли, в состав которых входили азот, сера, калий, магний, железо и микроэлементы. Несмотря на то, что внешние условия были вполне благоприятными, рост гриба наблюдался только в течение первых двух дней, а затем прекратился. Как объяснить полученный результат?

97. В каких частях растения наблюдается более высокое содержание зольных элементов: в древесине или в листьях, в старых или в молодых листьях? Как объяснить эти различия?

98. Кусочки черешка и листовой пластинки исследуемого растения были помещены на тарелку, размяты стеклянной палочкой и облиты раствором дифениламина в серной кислоте. Черешок окрасился в тёмно-синий цвет, а листовая пластинка посинела очень слабо. Как объяснить полученные результаты?

99. К соку, отжатому из стебля, черешка и листовой пластинки, добавили раствор дифениламина в крепкой серной кислоте. Ни один из перечисленных объектов не дал посинения, несмотря на то что почва, на которой выращивалось растение, была богата нитратами. Сделать вывод на основе полученных результатов.

100. Как объяснить уменьшение содержания нитратов в листьях при выставлении растения на яркий свет?

101. Какие листья обнаруживают более резко выраженные симптомы фосфорного голодания - верхние или нижние? С чем это связано?

102. У каких листьев, молодых или старых, раньше появится хлороз при недостатке в почве растворимых соединений железа?

103. Какие из нижеперечисленных удобрений являются односторонними, какие - двусторонними и какие - многосторонними: калийная селитра, навоз, хлористый калий, печная зола, торф, фосфорнокислый аммоний, бура, аммиачная селитра?

104. Растения выращивались в вегетационных сосудах с исследуемой почвой. В первый сосуд никакие удобрений не вносилось (контроль), во второй добавили калийное удобрение, в третьи - фосфорное, в четвертый - азотное. Остальные условия (освещение, температура, полив и пр.) были для всех сосудов одинаковы. Рост растений во втором сосуде не отличался от контроля, в третьем был немного лучше, а в четвертом гораздо лучше, чем в контрольном сосуде. Сделайте выводы из приведённых результатов.

105. В вегетационном опыте изучалось влияние различных удобрений на урожайность пшеницы. Опыт был поставлен в четырёх вариантах: 1) неудобренная почва (контроль), 2) аммиачная селитра, 3) суперфосфат, 4) аммиачная селитра + суперфосфат. Урожай во втором варианте получился в 1,5 раза выше, чем в контроле, в третьем не отличался от контроля, а в четвертом - в 2 раза больше, чем в контроле. Как объяснить полученные результаты?

106. Д.Н. Прянишников установил, что урожай люпина повышался примерно одинаково как при внесении фосфорита ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), так и при внесении фосфата ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$), тогда как белая акация усиливала свой рост только при удобрении фосфатом, а при внесении фосфорита росла почти так же плохо, как и без фосфорных удобрений. Как объяснить результаты этого опыта?

107. Как объяснить резкое улучшение усвоения фосфорита овсом при внесении в почву сернокислого аммония?

108. Сколько суперфосфата (с содержанием 18% P_2O_5) следует внести на делянку площадью 5 м², чтобы количество P_2O_5 в расчёте 1 га составило 54 кг?

109. Какое количество сернокислого аммония нужно внести в вегетационный сосуд, содержащий 2,7 кг почвы, исходя из нормы 0,08 г азота на 1 кг почвы?

110. При проведении полевого опыта в почву вносились азотные, фосфорные и калийные удобрения в различных сочетаниях и в разных дозировках. Урожай высеянной на этом поле культуры оказался наивысшим (и примерно одинаковым) в двух вариантах: 1) N - 10 кг, P_2O_5 - 50 кг, K_2O - 12 кг, 2) N - 15 кг, P_2O_5 - 70 кг, K_2O - 20 кг на гектар. Какой из вариантов следует рекомендовать для практического использования?

111. К измельченному растительному материалу добавили воды и нагрели в кипящей водяной бане. Одинаковые количества полученной вытяжки налили в две пробирки. К первой порции добавили равный объём фелинговой жидкости и довели до кипения. Во вторую пробирку внесли 3 капли 20%-ной HCl, вскипятили, после чего добавили фелинговой жидкости и вновь нагрели до 100⁰C. Какие выводы можно будет сделать, если получатся следующие результаты: а) в обеих пробирках цвет жидкости не изменился, б) в первой пробирке цвет жидкости остался синим, а во второй появился кирпично-красный осадок, в) в обеих пробирках образовалось одинаковое количество закиси меди, г) в обеих пробирках выпал осадок закиси меди, причём во второй пробирке значительно больше, чем в первой?

112. В свежих корнеплодах сахарной свеклы содержалось около 1% редуцирующих сахаров, а в подвядших - в 5 раз больше. Как это объяснить?

113. Известно, что в период весеннего сокодвижения в пасоке древесных растений содержится много растворимых сахаров. Каково их происхождение?

114. В 2 пробирки налили одинаковое количество солодовой вытяжки и крахмального клейстера. Одну пробирку выдержали при температуре 15⁰C, вторую - при 35⁰C в течение 10 мин, после чего в обе пробирки добавили несколько капель раствора йода. Содержимое первой пробирки окрасилось в фиолетовый цвет, а второй - в жёлтый. Как объяснить полученные результаты?

115. В колбу налили солодовую вытяжку, прокипятили, прилили крахмального клейстера и через 30 мин добавили несколько капель раствора йода. Какова будет окраска содержимого колбы?

116. На пластинку из крахмального агара были помещены проросшие и не проросшие семена пшеницы, разрезанные пополам и смоченные водой.

Через час семена были удалены, а пластинка залита раствором йода. Каков будет результат этого опыта и как его объяснить?

117. Каких растений больше (по числу видов) - с крахмалистыми или маслянистыми семенами? Дайте объяснение этой закономерности.

118. В 2 колбы поместили по 1г растертых семян клецшевины и налили одинаковое количество воды, после чего содержимое одной из колб прокипятили. Через некоторое время было проведено титрование раствором щёлочи. На титрование какой колбы пойдёт больше щёлочи и как это объяснить?

119. В сухих семенах клецшевины почти нет крахмала, а в проростках, выращенных в темноте, это вещество содержится в заметных количествах. Каково происхождение этого крахмала?

120. Химический анализ прорастающих в темноте семян вики показал, что за 30 дней содержание крахмала в семенах снизилось с 36 до 2%, тогда как содержание растворимых углеводов возросло за этот период всего лишь с 5 до 6%. Как объяснить это несоответствие?

121. Почему кольцевание ствола приводит дерево к гибели?

122. В 2 колбы налито одинаковое количество раствора $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Колбы плотно закрыты пробками с крючками, к которым подвешены марлевые мешочки с одинаковыми навесками проросших и непроросших семян. По истечении одинакового времени раствор в колбах протитровали соляной кислотой. На титрование какой колбы пойдёт больше кислоты? Объясните.

123. Интенсивность дыхания листьев определялась методом просасывания. Навеска листьев составляла 22г, экспозиция - 40 мин, количество раствора $\text{Ba}(\text{OH})_2$ в поглотителе - 100 мл, взято на титрование 16 мл HCl . На титрование 20 мл исходного раствора барита пошло 18 мл HCl . Вычислить по приведённым данным интенсивность дыхания, если известно, что 1 мл HCl эквивалентен 2,2 мг CO_2 .

124. 15г почек выделили за 30 мин 3 мг CO_2 . Определить интенсивность дыхания на 1г сухого веса в час, если известно, что содержание воды в почках составляет 60% к сырому весу.

125. Сколько CO_2 выделит 1кг семян за 10 суток, если известно, что интенсивность дыхания этих семян равна 0,1мг CO_2 на 1г сухого веса в час, а содержание воды в семенах - 37,5%.

126. Некоторые считают, что вредно оставлять на ночь в комнате цветы, так как они поглощают кислород, необходимый для дыхания человека. Чтобы ответить на вопрос, насколько обоснованно это мнение, подсчитайте, до какой величины снизится содержание O_2 против обычного (21% по объёму) в воздухе комнаты объёмом 45 м³ в течение 10ч за счет дыхания растений, имеющих общий вес 2 кг и среднюю интенсивность дыхания 12 мл O_2 на 1г в сутки.

127. Были взяты 2 навески семян по 10г каждая. Одну навеску высушили при 100⁰С для определения абсолютно сухого веса, который

оказался равным 8,8 г. Вторую порцию семян проращивали в течение двух недель в темноте на чистом песке, смоченном дистиллированной водой. Полученные проростки имели сырой вес 21,7 г, а абсолютно сухой - 7,6 г. Как объяснить изменения сырого и абсолютно сухого веса, имевшие место в процессе прорастания?

128. В 2 сосуда аппарата Варбурга поместили одинаковые навески семян. В стаканчик, впаянный в среднюю часть одного из сосудов, налили крепкий раствор КОН, после чего оба сосуда соединили с манометрами. Как будут изменяться уровень манометрической жидкости, если: а) дыхательный коэффициент семян равен единице, б) дыхательный коэффициент равен 0,7?

129. Зелёный лист на свету при температуре 25⁰С интенсивно поглощал СО₂, а при повышении температуры до 40⁰С начал выделять углекислоту. Как объяснить отмеченное изменение газообмена листа?

130. Почему интенсивность дыхания клубней картофеля резко повышается при понижении температуры от 3 до -1⁰С?

131. Можно ли отнести к категории ростовых явлений: а) набухание семян в воде, б) набухание почек перед их распусканьем? Объясните.

132. Сеянцы сосны выращивались в трёх вегетационных сосудах с почвой, влажность которой составляла: 1) 30%, 2) 60%, 3) 90% от полной влагоёмкости. По истечении 5 месяцев была измерена длина главного побега сеянцев, которая оказалась в соответствующих сосудах равной: 1) 3,9 см, 2) 11,5 см, 3) 6,4 см. Как объяснить полученные результаты?

133. Как определить, находятся ли почки в состоянии глубокого покоя или покой их является вынужденным?

134. Как объяснить появление поросли на пнях таких пород, как дуб, липа, берёза?

135. Иногда на яблонях наряду с плодами правильной формы развиваются несимметричные яблоки. Как объяснить это явление?

136. К крышке сосуда, стенки которого обложены влажной фильтровальной бумагой, подвешены три черенка тополя: два черенка - в нормальном положении, причём у одного из них в средней части снято кольцо коры, а третий черенок - в перевернутом положении. В каких частях указанных черенков будут наблюдаться образование каллюса?

137. У двух растений подсолнечника были срезаны верхушки стеблей, после чего на поверхность среза одного из этих растений нанесли пасту, содержащую гетероауксин. Каковы будут результаты описанного опыта? Какой вывод можно сделать на основании этого?

138. В работе Ч. Дарвина "О способности растений к движению" приведено описание результатов опыта с проростками канареечной травы: проростки, у которых верхушки coleoptилей были закрыты непрозрачными колпачками, а остальная часть подвергнута одностороннему освещению, продолжали расти вертикально, в то время как у проростков, верхушки которых получали боковое освещение, а

нижняя часть была засыпана влажным песком, наблюдался изгиб этой затемненной части в сторону света. Как объяснить результаты этого опыта?

139. Определите к каким категориям движений относятся следующие явления (если имеет место тропизм, то укажите, какой именно - положительный, отрицательный или поперечный): а) поворачивание соцветий подсолнечника к солнцу, б) поднятие соломины злака после полегания, в) рост корневища поперек склона, г) рост пыльцевой трубки по направлению к семязпочке, д) рост спорангиеносцев плесневого гриба мукора в сторону от влажного субстрата, е) закрывание соцветий одуванчика в пасмурную погоду, ж) быстрое изгибание тычиночных нитей барбариса при прикосновении к особой подушечке у их основания, з) раскрытие зрелых плодов желтой акации.

140. С 20-летнего тополя срезаны 2 черенка: один взят из кроны, а второй - из побега, выросшего у основания ствола. Оба черенка высажены в грунт. Какой из указанных черенков будут лучше укореняться? У какого из полученных растений будут наблюдаться более быстрый рост? Какое растение раньше зацветет? Объясните.

141. Почему хризантемы зацветают только осенью? Можно ли добиться цветения этих растений летом?

142. Как объяснить, что хвоя сосны, выдерживающая зимой морозы до -40°C , летом гибнет при искусственном охлаждении до -8°C ?

144. Различные растения выдерживались в холодильной камере, в которой постепенно понижалась температура. При этом было установлено, что отмирание шоколадного дерева происходило при $+8^{\circ}\text{C}$, хинного дерева - при $+2^{\circ}\text{C}$, хлопчатника - при $+1^{\circ}\text{C}$, кукурузы - при -2°C , лимона - при -8°C , апельсина - при -10°C , озимой ржи - при -30°C , сосны при -43°C . На основе этих данных дайте оценку степени морозоустойчивости и холодостойкости перечисленных растений?

145. Какие листья быстрее завядают при почвенной засухе - верхние или нижние? С чем это связано?

146. Чем объясняется, что суккуленты отличаются медленным ростом?

147. Почему при возделывании растений на поливных участках следует применять повышенные дозы удобрений?

148. Что более опасно для растений: зимние морозы или весенние заморозки? Объясните.

149. Как объяснить появление бурых пятен на листьях растений при повреждении их засухой или болезнями?

150. Почему предпосевное закаливание к засухе по методу П.А. Генкеля более эффективно, чем закаливание завяданием уже развившихся растений? [3]

19. Тестовые вопросы для проведения контроля знаний студентов по дисциплине «физиология растений»

Вариант 1

1. Основоположником физиологии растений как науки является:

- 1) М.В.Ломоносов
- 2) Ю.Либих
- 3) Ж.Сенебье
- 4) Д.Пристли
- 5) С.П.Костычев

2. В образовании вторичной структуры белка участвуют:

- 1) ионные связи
- 2) водородные связи
- 3) ковалентные связи
- 4) гидрофобные связи
- 5) гидрофильные связи

3. Конечным продуктом гидролиза крахмала является:

- 1) рибулеза
- 2) глюкоза
- 3) фруктоза
- 4) сахароза
- 5) ксилулеза

4. Углеводом, входящим в состав РНК является:

- 1) фруктоза
- 2) глюкоза
- 3) рибоза
- 4) дисахариды
- 5) крахмал

5. Вторичным акцептором электронов в фотосистеме I является:

- 1) железо-серные белки (-FeS)
- 2) димер хлорофилла а с максимумом поглощения 700 нм (P700)
- 3) хлорофиллы а670-683
- 4) феофитин
- 5) мономерная форма хлорофилла а 695

6. Первичным акцептором электронов в фотосистеме II является:

- 1) железо-серные белки (-FeS)

- 2) феофитин
- 3) хлорофиллы а 670-683
- 4) пластоцианин
- 5) убихинон

7. При циклическом фосфорилировании в световой фазе фотосинтеза образуются:

- 1) НАДФН₂
- 2) ФАДН₂
- 3) АТФ
- 4) АТФ, НАДФН₂
- 5) АМФ

8. Превращение 3-фосфоглицериновой кислоты в 1,3-дифосфоглицериновую кислоту в фазе восстановления идет при участии:

- 1) НАДФН₂
- 2) ФАДН₂
- 3) АТФ
- 4) АТФ, НАДФН₂
- 5) АМФ

9. Количество АТФ, необходимое для синтеза одной молекулы глюкозы в цикле Кальвина, составляет:

- 1) 12
- 2) 15
- 3) 18
- 4) 22
- 5) 26

10. Щевелевоуксусная кислота в цикле Хетча и Слэка восстанавливается до:

- 1) щевелевоуксусной кислоты
- 2) яблочной кислоты
- 3) пировиноградной кислоты
- 4) фосфоглицеринового альдегида
- 5) лимонной кислоты

11. В цикле Хетча и Слэка карбоксилирование проходит в клетках:

- 1) мезофилла
- 2) обкладки проводящих пучков
- 3) интеркалярной меристемы
- 4) хлоренхимы
- 5) колленхимы

12. В процессе фотодыхания в митохондриях освобождается CO_2 и образуется:

- 1) серин
- 2) глутаминовая кислота
- 3) глицин
- 4) аспарагиновая кислота
- 5) гликолат

13. Первичными продуктами фотосинтеза у C_3 -растений является:

- 1) седогептулозо-7-фосфат и 1,3-дифосфоглицериновая кислота
- 2) рибулезо-1,5-дифосфат и пировиноградная кислота
- 3) ксилулозо-5-фосфат и эритрозо-4-фосфат
- 4) фосфоглицериновая кислота, фосфоглицериновый альдегид
- 5) щевелевоуксусная кислота, аспарагиновая кислота, яблочная кислота

14. При нециклическом фотофосфорилировании донором электронов является:

- 1) пластохинон
- 2) вода
- 3) феофитин
- 4) пластоцианин
- 5) НАДФ

15. Окислительный пентозофосфатный цикл локализован в клетке в основном в:

- 1) цитоплазме и пластидах
- 2) клеточном соке
- 3) митохондриях
- 4) эндоплазматической сети
- 5) сферосомах

16. Основные реакции гликолиза зависят от наличия:

- 1) азота
- 2) калия
- 3) магния
- 4) меди
- 5) молибдена

17. Главными моносахаридами, трансформируемыми в ходе гликолиза, являются:

- 1) фосфоглицериновый альдегид и фосфодиоксиацетон
- 2) рибоза и дезоксирибоза
- 3) ксилулоза рибулеза

- 4) эритроза и седогептулоза
- 5) глюкоза и фруктоза

18. Субстратом цикла трикарбоновых кислот служит:

- 1) пировиноградная кислота
- 2) глюкоза
- 3) фруктоза
- 4) рибоза
- 5) фосфодиоксиацетон

19. Дыхательным коэффициентом называют:

- 1) отношение объема выделенного CO_2 к объему поглощенного O_2
- 2) отношение объема поглощенного O_2 к объему выделенного CO_2
- 3) уменьшение количества сухого вещества за единицу времени
- 4) отношение объема выделенного CO_2 к массе сухого вещества
- 5) отношение объема поглощенного O_2 к массе сухого вещества

20. Количество воды, испаренной 1 м² листьев в единицу времени, называют:

- 1) продуктивностью транспирации
- 2) интенсивностью транспирации
- 3) транспирационным коэффициентом
- 4) относительной транспирацией
- 5) кутикулярной транспирацией

21. От степени раскрытия устьиц непосредственно зависят:

- 1) газообмен и транспирация
- 2) газообмен и поглощение воды
- 3) поглощение и передвижение воды
- 4) поглощение воды и корневое давление
- 5) теплообмен и корневое давление

22. На степень раскрытия устьиц значительное влияние оказывает:

- 1) рН клеточного сока
- 2) концентрация калия в замыкающих клетках устьиц
- 3) недостаток кислорода в межклетниках
- 4) концентрация хлора в замыкающих клетках устьиц
- 5) повышенное содержание углекислого газа в межклетниках

23. Наибольшее содержание зольных элементов отмечается в:

- 1) корнях
- 2) стеблях
- 3) листьях
- 4) мертвых клетках древесины

5) в генеративных органах

24. Макроэлемент, который не входит ни в одно органическое соединение:

- 1) K
- 2) Ca
- 3) P
- 4) S
- 5) Mg

25. Снижает вязкость цитоплазмы:

- 1) K
- 2) Ca
- 3) Cu
- 4) Fe
- 5) Na

26. Увеличение массы протоплазмы в клетке и клеточное деление характерно:

- 1) для эмбриональной фазы
- 2) для фазы растяжения
- 3) для фазы дифференциации
- 4) для предэмбриональной фазы
- 5) для постэмбриональной фазы

27. Под действием дефолиантов у растения:

- 1) снижается скорость деления клеток
- 2) происходит укорачивание стебля
- 3) стимулируется закрытие устьиц
- 4) происходит опадание листьев
- 5) увеличивается скорость деления клеток

28. Ауксины образуются:

- 1) в листьях
- 2) в корнях
- 3) в растущих верхушках стеблей
- 4) в семенах
- 5) в основании стебля

29. Правильную ориентацию осевых органов растения в пространстве определяет:

- 1) геотропизм
- 2) хемотропизм
- 3) фототропизм
- 4) гидротропизм

5) диафототропизм

30. Растений наиболее устойчивы к воздействию факторов среды:

- 1) в период созревания
- 2) в начале вегетации
- 3) в логарифмическую фазу
- 4) в состоянии покоя
- 5) в лаг-период

Вариант 2

1. Основным методом в физиологии растений является:

- 1) аналитический
- 2) исторический
- 3) экспериментальный
- 4) описательный
- 5) диалектический

2. «Энергетической валютой» клетки является:

- 1) м-РНК
- 2) АТФ
- 3) нуклеотиды
- 4) т-РНК
- 5) ДНК

3. В состав углеводов входят:

- 1) углерод, азот, сера
- 2) углерод, водород, азот
- 3) углерод, водород, сера
- 4) углерод, водород, кислород
- 5) углерод, азот, кислород

4. Только для растительной клетки характерно наличие:

- 1) рибосом
- 2) клеточной стенки
- 3) митохондрии
- 4) пластид
- 5) мембран

5. Гидрофильные свойства молекулы хлорофилла обуславливаются в основном:

- 1) карбонильной группой циклопентанового кольца
- 2) системой конъюгированных двойных связей

- 3) остатком спирта метола
- 4) остатком спирта фитола
- 5) магний-порфириновым ядром

6. Реакционным центром фотосистемы I является:

- 1) мономерная форма хлорофилла а695
- 2) железо-серные белки (-FeS)
- 3) димер хлорофилла а с максимумом поглощения 700 нм (P700)
- 4) хлорофиллы а675-695
- 5) хлорофилл а с максимумом поглощения 680 нм (P680)

7. Цикл Кальвина протекает в следующей части хлоропласта:

- 1) в строме
- 2) во внутренней мембране оболочки
- 3) во внешней мембране оболочки
- 4) в тилакоидах гран
- 5) в липофильных глобулах

8. Конечным продуктом фазы восстановления в цикле Кальвина является:

- 1) 3-фосфоглицериновая кислота
- 2) фосфодиоксиацетон
- 3) 3-фосфоглицериновый альдегид
- 4) фруктозо-1,6-дифосфат
- 5) пировиноградная кислота

9. Первичным акцептором углекислого газа в цикле Хетча и Слэка является:

- 1) ксилулез-5-фосфат
- 2) рибулез-1,5-дифосфат
- 3) седогептулез-7-фосфат
- 4) фосфоенолпировиноградная кислота
- 5) пировиноградная кислота

10. При фотодыхании в хлоропластах образуется:

- 1) серин
- 2) глутаминовая кислота
- 3) глицин
- 4) аспарагиновая кислота
- 5) гликолат

11. Яблочная кислота при САМ-метаболизме накапливается в клетках листа:

- 1) в митохондриях

- 2) в цитоплазме
- 3) в вакуолях
- 4) в хлоропластах
- 5) в пероксисомах

12. Первичными продуктами фотосинтеза у C4-растений является:

- 1) триозофосфатизомераза
- 2) фосфоенолпируваткарбоксилаза
- 3) рибулезодифосфаткарбоксилаза
- 4) альдолаза
- 5) транскетолаза

13. Аэробная фаза дыхания протекает:

- 1) на эндоплазматической сети
- 2) в митохондриях
- 3) в аппарате Гольджи
- 4) в лизосомах
- 5) в ядре

14. Конечным продуктом цикла Кребса является:

- 1) пировиноградная кислота
- 2) фосфоглицериновая кислота
- 3) углекислый газ и вода
- 4) фосфоенолпировиноградная кислота
- 5) щавелево-уксусная кислота

15. Интенсивность дыхания в растениях снижается при повышении концентрации:

- 1) азота
- 2) кислорода
- 3) углекислого газа
- 4) аргона
- 5) аммиака

16. Кислород в процессе дыхания необходим для:

- 1) расщепления фруктозо-1,6-фосфата до ФГА и ФА
- 2) окисления глюкозы до пировиноградной кислоты
- 3) окисления НАДН и ФАДН₂
- 4) окисления яблочной кислоты в щавелевоуксусную
- 5) восстановления НАД и ФАД

17. Количество испаренной воды на единицу сухого вещества называют:

- 1) продуктивностью транспирации

- 2) интенсивностью транспирации
- 3) транспирационным коэффициентом
- 4) относительной транспирацией
- 5) кутикулярной транспирации

18. В зрелых растительных клетках главным «осмотическим пространством» является:

- 1) эндоплазматическая сеть
- 2) цитоплазма
- 3) клеточная стенка
- 4) вакуоль
- 5) ядро

19. Хлороз листьев у растений вызывается недостатком:

- 1) цинк
- 2) бор
- 3) молибден
- 4) железо
- 5) марганец

20. Переход к фазе цветения задерживает высокая концентрация:

- 1) Со
- 2) N
- 3) P
- 4) К
- 5) Мо

21. Увеличение размеров клетки характерно:

- 1) для эмбриональной фазы
- 2) для фазы растяжения
- 3) для фазы дифференциации
- 4) для предэмбриональной фазы
- 5) для постэмбриональной фазы

22. Под ростом растений понимают:

- 1) новообразование элементов структуры растений
- 2) увеличение количества органического вещества в растении
- 3) необратимое увеличение размеров, массы растения, элементов структуры протопласта
- 4) необратимые качественные изменения функций растений и отдельных органов
- 5) переход от одного этапа органогенеза к другому

23. Для борьбы с полеганием можно применять:

- 1) гербициды
- 2) дефолианты
- 3) десиканты
- 4) ретарданты
- 5) сениканты

24. При фототропизме действующим фактором является:

- 1) сила тяжести
- 2) оводненность
- 3) освещенность
- 4) химические вещества
- 5) температура

25. Морозостойкость – это способность:

- 1) переносить осенние и весенние заморозки
- 2) переносить низкие положительные температуры
- 3) переносить низкие отрицательные температуры
- 4) переносить ледяную корку
- 5) переносить все неблагоприятные факторы перезимовки

26. Зимостойкость – это способность:

- 1) переносить заморозки
- 2) переносить низкие положительные температуры
- 3) переносить низкие отрицательные температуры
- 4) переносить ледяную корку
- 5) переносить все неблагоприятные факторы перезимовки

27. Жаровыносливые растения, выдерживающие повышение температуры до 60°C:

- 1) мезофиты солнечных мест обитания
- 2) ксерофиты
- 3) суккуленты
- 4) мезофиты затененных мест обитания
- 5) водные растения

28. Тонoplast является полупроницаемой мембраной и отделяет от цитоплазмы...

- 1) аппарат Гольджи
- 2) вакуоль
- 3) пластиды
- 4) митохондрии
- 5) рибосомы

29. Основным свойством первичной клеточной стенки является ее высокая

- 1) твердость
- 2) упругость
- 3) вязкость
- 4) эластичность
- 5) прочность

30. Главные функции воды в растении:

- 1) обеспечение связи с внешней средой
- 2) обеспечение транспорта веществ
- 3) создание иммунитета
- 4) поддержание теплового баланса
- 5) участие в биохимических реакциях

Вариант 3

1. Конечной целью физиологических исследований является:

- 1) разработка приемов управления обменом веществ растений
- 2) познание функций растительного организма
- 3) познание процессов жизнедеятельности растительного организма
- 4) познание организации функциональных систем
- 5) познание функциональной активности растительного организма

2. Синтез АТФ за счет энергии аэробного окисления происходит:

- 1) в рибосомах
- 2) в ядре
- 3) в митохондриях
- 4) в пластидах
- 5) в лизосомах

3. Азотистым основанием, входящим в АТФ, является:

- 1) тимин
- 2) гуанин
- 3) цитозин
- 4) аденин
- 5) урацил

4. Задать правильное соответствие процессов органоидам, в которых они происходят. 1) Ядро; 2) Рибосомы; 3) Пластиды; 4) Митохондрии; 5) Лизосомы

- 1) Аэробное дыхание
- 2) Фотосинтез
- 3) Синтез нуклеиновых кислот
- 4) Автолиз
- 5) Синтез молекул белка

5. Поглощение хлорофиллом квантов света в красной части спектра обусловлено:

- 1) системой конъюгированных двойных связей с делокализованными π -электронами
- 2) входящими в состав спиртами
- 3) наличием циклопентанового кольца, присутствием магния в порфириновом ядре
- 4) наличием сложно-эфирных связей
- 5) входящим в состав хлорофилла азотом

6. Роль антенного компонента фотосистемы I выполняют:

- 1) димер хлорофилла а с максимумом поглощения 700 нм (P700)
- 2) хлорофилл а с максимумом поглощения 680 нм (P680)
- 3) железо-серные белки (-FeS)
- 4) хлорофиллы а 675-695, β -каротин
- 5) феофитин

7. Какими пигментами представлена пигментная система хлоропластов высших растений?

- 1) хлорофиллами и каротиноидами
- 2) хлорофиллами и антоцианами
- 3) каротиноидами и фикобилинами
- 4) хлорофиллами, каротиноидами и фикобилинами
- 5) хлорофиллами и фикобилинами

8. Продуктами темновой фазы фотосинтеза являются:

- 1) триозы, АДФ, НАДФ* и фосфат
- 2) АТФ и НАДФ+
- 3) АТФ, НАДФ*2H и O₂
- 4) АДФ и НАДФ*2H, глюкоза
- 5) АДФ, НАД+, крахмал

9. В какой части хлоропласта происходит темновая фаза фотосинтеза?
- 1) в строме
 - 2) в тилакоидах гран
 - 3) во внешней мембране оболочки
 - 4) во внутренней мембране оболочки
 - 5) в тилакоидах гран + в строме
10. С₄-растения отличаются от С₃-растений:
- 1) двойной фиксацией CO₂ и отсутствием фотодыхания
 - 2) двойной фиксацией CO₂
 - 3) усиленным фотодыханием
 - 4) отсутствием фотодыхания
 - 5) меньшей продуктивностью фотосинтеза
11. Конечным продуктом аэробной фазы дыхания является:
- 1) CO₂ и H₂O
 - 2) пировиноградная кислота (ПВК)
 - 3) фосфоглицериновая кислота (ФГК)
 - 4) ацетилкофермент А (АКо-А)
 - 5) фосфоглицериновый альдегид
12. Какой метаболит является конечным продуктом гликолиза?
- 1) пировиноградная кислота (ПВК)
 - 2) CO₂ и H₂O
 - 3) фосфоглицериновая кислота (ФГК)
 - 4) Ацетилкофермент А (АКо-А)
 - 5) фосфоглицериновый альдегид
13. Анаэробный распад глюкозы (гликолиз) в клетке происходит:
- 1) в гиалоплазме
 - 2) в митохондриях
 - 3) на ЭПС
 - 4) в аппарате Гольджи
 - 5) в ядре
14. Ферменты дыхательной электрон-транспортной цепи локализованы:
- 1) на кристах митохондрий
 - 2) в матриксе митохондрий
 - 3) на плазмалемме
 - 4) на внешней мембране митохондрий
 - 5) на тонопласте

15. Какая группа углеводов в основном выполняет запасную функцию?

- 1) полисахариды
- 2) моносахариды
- 3) дисахариды
- 4) олигосахариды
- 5) сахараиды

16. Основные силы, которые обеспечивают передвижение воды по ксилеме:

- 1) корневое давление и транспирация
- 2) корневое давление и гуттация
- 3) осмотическое давление и транспирация
- 4) осмотическое давление и гуттация
- 5) верны все ответы

17. Какие формы почвенной влаги наиболее доступны растениям?

- 1) капиллярная и гравитационная вода
- 2) сорбированная вода
- 3) пленочная и капиллярная вода
- 4) пленочная и сорбированная вода
- 5) гигроскопическая и капиллярная вода

18. Какие формы почвенной влаги наименее доступны растениям?

- 1) сорбированная вода
- 2) пленочная и капиллярная вода
- 3) капиллярная и гравитационная вода
- 4) гигроскопическая и капиллярная вода
- 5) капиллярная и гравитационная вода + гигроскопическая и капиллярная вода

19. Избыток какого из элементов замедляет генеративное развитие растений?

- 1) азота
- 2) фосфора
- 3) серы
- 4) калия
- 5) кальция

20. Обработкой какими гормонами можно усилить корнеобразование у стеблевых черенков?

- 1) ауксином
- 2) этиленом
- 3) гиббереллином
- 4) цитокинином

5) этиленом и цитокинином

21. Какие органы растений воспринимают фотопериодическое воздействие?

- 1) листья
- 2) апикальные меристемы
- 3) стебли
- 4) корни
- 5) соцветия

22. Удаление каких органов вызывает пробуждение спящих почек?

- 1) верхушки побега
- 2) цветков
- 3) старых листьев
- 4) плодов
- 5) боковых почек

23. Какой естественный регулятор роста ускоряет созревание плодов?

- 1) кинетины и ауксины
- 2) кинетины
- 3) гибберелловая кислота
- 4) ауксины
- 5) этилен

24. Белки содержат разных аминокислот:

- 1) 10
- 2) 16
- 3) 18
- 4) 20
- 5) 24

25. Плазмалемма является полупроницаемой мембраной и отделяет...

- 1) вакуоль от цитоплазмы
- 2) аппарат Гольджи от гиалоплазмы
- 3) пластиды от гиалоплазмы
- 4) митохондрии от цитоплазмы
- 5) клеточную стенку от протопласта

26. К механическим приемам выведения семян из состояния покоя относятся:

- 1) скарификация и импакция
- 2) стратификация
- 3) скарификация
- 4) импакция
- 5) денатурация

27. В какую фазу роста и развития растений засуха наносит наибольший вред?

- 1) в период формирования генеративных органов
- 2) в период вегетативного роста
- 3) в период плодоношения
- 4) в фазу старения
- 5) в период вегетативного роста + в фазу старения

28. Какие факторы внешней среды вызывают выпревание растений в зимнее время?

- 1) тёплая зима с большим снежным покровом
- 2) холодная зима с большим снежным покровом
- 3) холодная зима с малым снежным покровом
- 4) холодная зима с сильными ветрами
- 5) верны все ответы

29. Какое засоление является наиболее токсичным для растений?

- 1) содовое
- 2) сульфатное
- 3) фосфатное
- 4) хлоридное
- 5) сульфатное и фосфатное

30. Негативными последствиями фотодыхания у C_3 – растений являются:

- 1) верны все ответы
- 2) потеря углерода, ассимилированного при фотосинтезе
- 3) снижение КПД ФАР
- 4) уменьшение продуктивности фотосинтеза
- 5) уменьшение потенциальной урожайности

Вариант 5

1. Основоположником физиологии растений как науки является:

- 1) М.В.Ломоносов
- 2) Ю.Либих
- 3) Ж. Сенебье
- 4) Д.Пристли
- 5) С.П.Костычев

2. Конечным продуктом гидролиза крахмала является:

- 1) рибулеза
- 2) глюкоза

- 3) фруктоза
- 4) сахароза
- 5) К2силулеза

3. Вторичным акцептором электронов в фотосистеме I является:

- 1) железо-серные белки (-FeS)
- 2) димер хлорофилла *a* с максимумом поглощения 700 нм (P₇₀₀)
- 3) хлорофиллы *a*₆₇₀₋₆₈₃
- 4) феофитин
- 5) мономерная форма хлорофилла *a*₆₉₅

4. При циклическом фосфорилировании в световой фазе фотосинтеза образуются:

- 1) НАДФН₂
- 2) ФАДН₂
- 3) АТФ
- 4) АТФ, НАДФН₂
- 5) АМФ

5. Количество АТФ, необходимое для синтеза одной молекулы глюкозы в цикле Кальвина, составляет:

- 1) 12
- 2) 15
- 3) 18
- 4) 22
- 5) 26

6. Щавелевоуксусная кислота в цикле Хетча и Слэка восстанавливается до:

- 1) щавелевоуксусной кислоты
- 2) яблочной кислоты
- 3) пировиноградной кислоты
- 4) фосфоглицеринового альдегида
- 5) лимонной кислоты

7. В процессе фотодыхания в митохондриях освобождается CO₂ и образуется:

- 1) серин
- 2) глутаминовая кислота
- 3) глицин
- 4) аспарагиновая кислота
- 5) гликолат

8. Основные реакции гликолиза зависят от наличия:

- 1) азота
- 2) калия
- 3) магния
- 4) меди
- 5) молибдена

9. Субстратом цикла трикарбоновых кислот служит:

- 1) пировиноградная кислота
- 2) глюкоза
- 3) фруктоза
- 4) рибоза
- 5) фосфодиоксиацетон

10. Количество воды, испаренной 1 м² листьев в единицу времени называют:

- 1) продуктивностью транспирации
- 2) интенсивностью транспирации
- 3) транспирационным коэффициентом
- 4) относительной транспирацией
- 5) кутикулярной транспирации

11. На степень раскрытия устьиц значительное влияние оказывает:

- 1) pH клеточного сока
- 2) концентрация калия в замыкающих клетках устьиц
- 3) недостаток кислорода в межклетниках
- 4) концентрация хлора в замыкающих клетках устьиц
- 5) повышенное содержание углекислого газа в межклетниках

12. Макроэлемент, который не входит ни в одно органическое соединение:

- 1) К
- 2) Са
- 3) Р
- 4) S
- 5) Mg

13. Увеличение массы протоплазмы в клетке и клеточное деление характерно:

- 1) для эмбриональной фазы
- 2) для фазы растяжения
- 3) для фазы дифференциации
- 4) для предэмбриональной фазы
- 5) для постэмбриональной фазы

14. Ауксины образуются:

- 1) в листьях
- 2) в корнях
- 3) в растущих верхушках стеблей
- 4) в семенах
- 5) в основании стебля

15. Растений наиболее устойчивы к воздействию факторов среды:

- 1) в период созревания
- 2) в начале вегетации
- 3) в логарифмическую фазу
- 4) в состоянии покоя
- 5) в лаг-период

16. Конечной целью физиологических исследований является:

- 1) разработка приемов управления обменом веществ растений
- 2) познание функций растительного организма
- 3) познание процессов жизнедеятельности растительного организма
- 4) познание организации функциональных систем
- 5) познание функциональной активности растительного организма

17. Азотистым основанием, входящим в АТФ, является:

- 1) тимин
- 2) гуанин
- 3) цитозин
- 4) аденин
- 5) урацил

18. Поглощение хлорофиллом квантов света в красной части спектра обусловлено:

- 1) системой конъюгированных двойных связей с делокализованными π -электронами
- 2) входящими в состав спиртами
- 3) наличием циклопентанового кольца, присутствием магния в порфириновом ядре
- 4) наличием сложно-эфирных связей
- 5) входящим в состав хлорофилла азотом

19. Какими пигментами представлена пигментная система хлоропластов высших растений?

- 1) хлорофиллами и каротиноидами
- 2) хлорофиллами и антоцианами

- 3) каротиноидами и фикобилинами
- 4) хлорофиллами, каротиноидами и фикобилинами
- 5) хлорофиллами и фикобилинами

20. В какой части хлоропласта происходит темновая фаза фотосинтеза?

- 1) в строме
- 2) в тилакоидах гран
- 3) во внешней мембране оболочки
- 4) во внутренней мембране оболочки
- 5) в тилакоидах гран + в строме

21. Конечным продуктом аэробной фазы дыхания является:

- 1) CO_2 и H_2O
- 2) пировиноградная кислота (ПВК)
- 3) фосфоглицериновая кислота (ФГК)
- 4) ацетилкофермент А (АКо-А)
- 5) фосфоглицериновый альдегид

22. Анаэробный распад глюкозы (гликолиз) в клетке происходит:

- 1) в гиалоплазме
- 2) в митохондриях
- 3) на ЭПС
- 4) в аппарате Гольджи
- 5) в ядре

23. Какая группа углеводов в основном выполняет запасную функцию?

- 1) полисахариды
- 2) моносахариды
- 3) дисахариды
- 4) олигосахариды
- 5) Сахариды

24. Какие формы почвенной влаги наиболее доступны растениям?

- 1) капиллярная и гравитационная вода
- 2) сорбированная вода
- 3) пленочная и капиллярная вода
- 4) пленочная и сорбированная вода
- 5) гигроскопическая и капиллярная вода

25. Избыток какого из элементов замедляет генеративное развитие растений?

- 1) азота
- 2) фосфора

- 3) серы
- 4) калия
- 5) кальция

26. Какие органы растений воспринимают фотопериодическое воздействие?

- 1) листья
- 2) апикальные меристемы
- 3) стебли
- 4) корни
- 5) соцветия

27. Белки содержат разных аминокислот:

- 1) 10
- 2) 16
- 3) 18
- 4) 20
- 5) 24

28. К механическим приемам выведения семян из состояния покоя относятся:

- 1) скарификация и импакция
- 2) стратификация
- 3) скарификация
- 4) импакция
- 5) денатурация

29. Какие факторы внешней среды вызывают выпревание растений в зимнее время?

- 1) тёплая зима с большим снежным покровом
- 2) холодная зима с большим снежным покровом
- 3) холодная зима с малым снежным покровом
- 4) холодная зима с сильными ветрами
- 5) верны все ответы

30. Негативными последствиями фотодыхания у С3 – растений являются:

- 1) верны все ответы
- 2) потеря углерода, ассимилированного при фотосинтезе
- 3) снижение КПД ФАР
- 4) уменьшение продуктивности фотосинтеза
- 5) уменьшение потенциальной урожайности

ГЛОССАРИЙ

Абсцизовая кислота (АБК) – природный фитогормон терпеноидной природы. Под действием АБК задерживаются прорастание семян, распускание почек. АБК вызывает закрывание устьиц, опадение черешков, листьев, завязей и плодов.

Автономное развитие – развитие растительного организма, происходящее под влиянием внутренних факторов, возникающих в ходе онтогенеза в самом развивающемся растении и не требующее специальных внешних индуцирующих влияний.

Адаптация – совокупность морфологических, физиологических и биохимических наследственных приспособительных реакций растений, поддерживающих их устойчивость к различным условиям внешней среды на всем протяжении онтогенеза и обеспечивающих возможность существования отдельных индивидуумов и сохранения вида в определенных экологических условиях, в том числе неблагоприятных для данного вида.

Азотфиксация – перевод атмосферного азота в биологически доступную форму с помощью азотфиксирующих микроорганизмов.

Аквапорины – водные каналы, образованные мембранными белками аквапоринами, которые обеспечивают трансмембранное движение воды.

Акклиматизация – приспособление растений к изменившимся условиям окружающей среды при выращивании в непривычных климатических условиях.

Акклимация – ненаследственные ответные реакции растений, которые затрагивают изменения в экспрессии генов, метаболизме, физиологических функциях и позволяют приспосабливаться к стрессовым условиям.

Активный транспорт – энергозависимый транспорт растворенного вещества или иона через биологическую мембрану против градиента концентрации (в случае неэлектролита) или против градиента электрохимического потенциала (в случае ионов).

Активные формы кислорода (АФК) – формы кислорода с чрезвычайно высокой реакционной способностью, которые могут окислять практически все классы биологических молекул – белки, липиды мембран, молекулы ДНК и т. д.

Алкалоиды – азотсодержащие циклические соединения, синтезируемые растениями и являющиеся вторичными метаболитами.

Аллелопатия – взаимное влияние растений различных видов, а также высших растений и микроорганизмов, осуществляющееся через выделяемые продукты метаболизма.

Аноксия – отсутствие кислорода в среде.

Антиоксиданты – соединения, способные тормозить, уменьшать интенсивность свободнорадикального окисления, нейтрализовать

свободные радикалы путем обмена своего атома водорода (в большинстве случаев) на кислород свободных радикалов.

Апекс – верхушечная часть стебля или корня, включающая меристему с активно делящимися клетками. Структура апекса содержит зоны с разной интенсивностью и направленностью клеточного деления.

Ауксины – фитогормоны, активирующие растяжение клеток, рост отрезков колеоптилей, стеблей и корней, вызывающие тропические изгибы, а также стимулирующие образование корней у черенков растений. Природный ауксин – индолилуксусная кислота (ИУК), имеет индольную природу.

Аэробное дыхание – тип энергетического метаболизма, при котором осуществляется фосфорилирование в дыхательной цепи, в качестве терминального акцептора электронов (и протонов) организмы используют молекулярный кислород.

Биологические часы – совокупность внутренних процессов, обеспечивающих у растений биологическое измерение времени.

Большая кривая роста – кривая, описывающая ростовой процесс, т. е. прирост длины, объема и веса клетки, ткани, органа, целого организма или популяции. Кривая носит S-образный характер. Различают отдельные участки: лаг-фазу (начальную), фазу ускорения роста (лог-фазу, или логарифмическую), фазу замедления и стационарную фазу.

Брожение – анаэробный метаболический процесс разложения органических соединений на более простые, при котором АТФ образуется за счет субстратного фосфорилирования, а продуктами расщепления субстрата могут выступать как доноры, так и акцепторы атомов водорода.

Воски – сложные эфиры высших жирных кислот и одноатомных спиртов с длинной углеводородной цепью.

Вторичные медиаторы (вторичные мессенджеры) – вещества, образующиеся под действием эффекторного фермента и обеспечивающие перенос сигнала к конечному пункту назначения в клетке.

Газоустойчивость – способность растений противостоять действию газов, сохраняя нормальный рост и развитие.

Галотолерантность (солеустойчивость) – устойчивость растений к повышенным концентрациям солей в почве или воде.

Галофиты – растения, толерантные к засолению.

Генотип – комплекс всех генов организма, содержащий его полную наследственную информацию. В состав генотипа входит совокупность генов, полученных растением от его родителей, а в случае мутаций – также и новые мутантные гены, которых не было у родителей.

Гиббереллины – фитогормоны, преимущественно производные флюоренового ряда: гибберелловая кислота и другие гиббереллины, индуцирующие или активирующие рост стеблей растений, вызывающие прорастание семян и образование партенокарпических плодов,

нарушающие период покоя у многих растений, а также индуцирующие цветение растений длиннодневных видов.

Гигрофиты – наземные растения, обитающие в районах с большим количеством осадков и высокой влажностью воздуха.

Гелофиты – растения болот, берегов водоемов.

Гидрофиты – водные растения с листьями, частично или полностью погруженными в воду или плавающими.

Гипоксия – временный дефицит кислорода в среде.

Гликофиты – растения незасоленных местообитаний.

Гомойогидрические растения – растения, способные активно регулировать свой водный обмен.

Градиенты у растений – постепенное количественное изменение морфологических, биохимических или функциональных свойств вдоль одной из осей тела растения или его органа. Различают градиенты физиологические, структурные, концентрационные, электрофизиологические, давления, газообмена и др.

Детерминация развития – приобретение клеткой, тканью, органом или организмом состояния готовности к развитию по определенному пути, сопровождающееся одновременным ограничением возможностей развития в других направлениях. В период детерминации создаются необходимые внутренние условия для последующей морфологической реализации нового направления развития.

Дифференциация – возникновение функциональных и структурных отличий у различных клеток и тканей в процессе развития растений.

Дыхательный коэффициент – отношение количества выделенного углекислого газа к количеству поглощенного кислорода.

Жизненные формы – морфологические типы растений, являющиеся отражением их эволюционной истории и адаптации к определенным условиям существования. Основными жизненными формами цветковых растений являются деревья, кустарники и травы.

Засуха – неблагоприятное сочетание метеорологических условий, при которых растения испытывают водный дефицит. Различают атмосферную и почвенную засуху.

Засухоустойчивость – способность растений в течение онтогенеза переносить засуху и осуществлять в этих условиях рост и развитие благодаря наличию ряда приспособительных свойств.

Изменчивость – общебиологическое свойство живых систем, способность приобретать новые признаки. Различают генотипическую и фенотипическую изменчивость.

Изменчивость генотипическая – изменчивость, вызванная изменениями генных и хромосомных структур, мутациями, или же возникающая в результате новой комбинации родительских генов в дочернем организме. **Изменчивость фенотипическая** – модификационная

изменчивость проявления генов при реализации наследственной информации в разных внешних условиях.

Индукция развития – влияние внешних факторов или одной части растения на другую, приводящее к детерминации развития организма, органа или ткани.

Индукцированное развитие – развитие растительного организма, происходящее на основе внутренних изменений самого развивающегося растения и нуждающееся в индуцирующем влиянии определенных условий внешней среды. Характеризуется первоначальной зависимостью и последующей независимостью от вызвавшего его воздействия (индуктора).

Интенсивность дыхания – количество поглощенного кислорода или выделившегося углекислого газа за единицу времени (1 ч) на единицу массы (г).

Компетентность – способность клетки, ткани, органа, организма воспринимать индуцирующее воздействие и специфически реагировать на него изменением развития. Ксантофилл – желтый пигмент группы каротиноидов.

Ксенобиотики – чужеродные для организмов соединения (промышленные загрязнения, пестициды, тяжелые металлы, органические загрязнители, газы и т. д.), не входящие в естественный биологический круговорот.

Ксерофиты – растения засушливых мест, пустынь, саванн, степей, где воды в почве мало, а воздух сухой и горячий.

Лектины – гликопротеины, состоящие из четырех и более идентичных мономеров и имеющие точки специфического связывания с олигосахаридными участками гликопротеинов клеточных мембран, что определяет участие лектинов в узнавании чужих клеток и, следовательно, в регуляции метаболизма.

Листовая мозаика – взаимное расположение листьев, благодаря которому они не затеняют друг друга. Особенно отчетливо проявляется у теневыносливых растений и представляет собой адаптацию к условиям пониженной освещенности.

Мезофиты – растения, обитающие в условиях умеренной влажности.

Морозоустойчивость – способность растений переносить действие низких отрицательных температур.

Морфогенез – процесс формообразования, т. е. заложения, рост и развитие органов (органогенез), тканей (гистогенез) и клеток (цитогенез или клеточная дифференцировка) у растений.

Наследственность – обусловленное генотипом свойство растений сохранять и передавать потомству свои признаки и особенности своего развития. Наследственность обеспечивает материальную преемственность между поколениями организмов.

Настии – ненаправленные движения органов относительно оси неподвижно прикрепленных растений в ответ на смену диффузно действующих внешних факторов.

Низкотемпературный стресс – совокупность ответных реакций растений на действие низких положительных или отрицательных температур, проявляющихся на разных уровнях организации растительного организма от молекулярного до организменного.

Норма реакции – наследственно обусловленная амплитуда возможных изменений в реализации генотипа, которая определяет число и характер возможных вариантов фенотипа, или модификаций, при различных условиях внешней среды.

Озимость – свойство растений отвечать ускорением развития на воздействие определенного периода пониженных температур. Озимость резко выражена у озимых форм, не цветущих или сильно задерживающих развитие без яровизации, и отсутствует у яровых форм.

Онтогенез (индивидуальное развитие) растений – комплекс последовательных и необратимых изменений жизнедеятельности и структуры растения от его возникновения из оплодотворенной яйцеклетки или вегетативной почки и до естественной смерти.

Осмоз – диффузия воды через полупроницаемую мембрану из раствора с низкой концентрацией растворенного вещества в раствор с высокой концентрацией растворенного вещества.

Паразитизм у растений – питание высших растений за счет других живых растений. Паразитические высшие растения вредят растению-хозяину главным образом путем потребления его ассимилятов.

Пассивный транспорт – транспорт веществ через мембрану без затраты энергии, по градиенту электрохимического потенциала.

Пестициды – химические средства, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорняками, вредителями зерна и зернопродуктов, древесины, изделий из хлопка, шерсти, кожи, с эктопаразитами домашних животных, а также с переносчиками опасных заболеваний человека и животных.

Пластохрон – временной промежуток, отделяющий заложение двух смежных листьев в конусе нарастания стебля. Индекс пластохрона – показатель возраста всего растения, выраженный в единицах пластохрона.

Пневматофоры (дыхательные корни) – корни, имеющиеся у некоторых растений, которые растут вертикально вверх и поднимаются над поверхностью почвы.

Пойкилогидрические растения – растения, водный обмен которых определяется содержанием воды в окружающей среде. При засухе они пассивно теряют воду.

Покой – состояние семян, почек или отдельных органов целого растения, во время которого у них прекращается видимый рост, но сохраняются скрытые процессы структурообразования. Различают

несколько типов покоя, среди них основными являются глубокий покой, вызванный внутренними причинами, и вынужденный, обусловленный неблагоприятными факторами внешней среды.

Полярность – явление специфической ориентации процессов и структур в пространстве, приводящее к возникновению морфофизиологических градиентов и выражающееся в различии свойств на противоположных концах или сторонах клеток, тканей, органов и всего растения.

Протекторы фитогормонов – эндогенные соединения, предотвращающие разрушение или иммобилизацию фитогормонов. К протекторам относят некоторые фенольные соединения; фенолкарбоновые кислоты (кофейная, феруловая, синаповая), защищающие ауксины типа β -индолилуксусной кислоты от разрушения.

Развитие – качественные изменения структуры и функций растения и его отдельных частей (органов, тканей и клеток), возникающие в процессе онтогенеза.

Реакция сверхчувствительности – быстрая локальная гибель инфицированных растительных клеток вместе с патогеном, что в конечном счете обеспечивает устойчивость всего растения.

Регуляторы роста и развития – органические соединения, вызывающие стимуляцию или ингибирование процессов роста и развития растений. Регуляторами роста и развития являются как природные вещества, так и синтетические препараты, применяемые при обработке сельскохозяйственных культур.

Регуляция развития – направленное изменение скорости или характера процессов развития, вызываемое внутренними или внешними причинами.

Ритмичность роста – чередование процессов интенсивного и замедленного роста, обеспечивающее периодичность протекания этого процесса.

Рост – необратимое увеличение размеров, массы, числа элементов растения, связанное с новообразованием элементов структуры организма. Рост растения складывается из роста клеток, тканей и органов.

Ростовые вещества – фитогормоны, стимулирующие рост растений: ауксины, гиббереллины, цитокинины, а также природные вещества негормональной природы, стимулирующие рост растений: некоторые фенолы, производные мочевины, витамины и другие вещества.

Светособирающий комплекс (ССК) – молекулы фотосинтетических пигментов, поглощающие свет и переносящие энергию возбуждения на молекулы хлорофилла реакционного центра фотосистемы.

Симпорт – сопряженный перенос через мембрану двух веществ в одном направлении.

Синергисты фитогормонов – вещества, самостоятельно в регуляции роста не участвующие, активирующие функции фитогормонов. К числу синергистов относят витамины и некоторые фенольные протекторы.

Системы надежности – это разнообразные по природе системы клетки, ткани, органа, организма и вида, которые предотвращают возникновение отказов, ликвидируют отказы, блокируют развитие их последствий и контролируют точность регуляторных механизмов.

Скарификация – прием, ускоряющий прорастание твердых семян, состоящий в нанесении царапин на семенную кожуру без повреждения зародыша путем перетирания семян с песком или толченым стеклом. Скарификация улучшает доступ внутрь семени воды и воздуха, необходимых для прорастания.

Стратификация – прием, ускоряющий развитие семян и полученных проростков, состоящий в предварительном выдерживании семян при низкой положительной температуре на влажном субстрате. Стратификация вызывает завершение развития семян, разрыхление их твердых покровов и последующее дружное прорастание.

Стресс у растения (фитостресс) – это интегральный ответ растительного организма на повреждающее действие, направленный на его выживание за счет мобилизации и формирования защитных систем.

Стрессор (стрессовый фактор) – сильно действующий фактор внешней среды, способный вызвать в организме повреждение или даже привести к гибели.

Таксисы – направленные движения всего организма, обусловленные односторонним влиянием внешних раздражителей, силы тяжести, света, химического воздействия и др. Характерны для одноклеточных водорослей.

Тепловой шок – термоинактивация ферментов у растений, происходящая при действии очень высокой температуры.

Термопериодизм – реакция растений на периодическую смену повышенных и пониженных температур, выражающаяся в изменении процессов роста и развития и связанная с приспособлением онтогенеза к изменениям внешних условий. Различают суточный и сезонный термопериодизм.

Тигмотропизм – ростовые изгибы в ответ на механическое раздражение тканей.

Тропизмы – ориентированные движения органов неподвижно прикрепленных растений в ответ на одностороннее действие внешних факторов (свет, сила тяжести и др.). Тропизмы являются результатом более быстрого роста клеток на одной стороне побега, корня или листа.

Тургор – состояние внутреннего напряжения клетки, обусловленное высоким содержанием воды и развивающимся давлением содержимого клетки на ее оболочку.

Тяжелые металлы – химические элементы, имеющие плотность более 5 г/см³.

Убиквитины – низкомолекулярные (8,5 кД) высококонсервативные белки, экспрессия генов которых индуцируется стрессорами. Присоединяясь к N-концу денатурированного белка, они делают белок доступным для действия протеаз.

Убихинон (коэнзим Q) – фенольное соединение с изопреноидной боковой цепочкой, локализованное преимущественно в мембранах митохондрий и принимающее участие в транспорте электронов по дыхательной цепи на участке между флавиновыми ферментами и цитохромами. Обладает антиоксидантными свойствами: является ингибитором радикалов фенольного типа, непосредственно реагирует с перекисными радикалами, уменьшает их концентрацию, стабилизирует мембрану.

Устойчивость растений (стресс-толерантность) – это способность растений сохранять постоянство внутренней среды (гомеостаз) и осуществлять жизненный цикл в условиях действия стрессоров.

Фенотип – весь комплекс внешних и внутренних признаков и свойств организма, проявляющийся в течение его онтогенеза. Фенотип является результатом реализации генотипа в определенных условиях внешней среды.

Филогенез растений – процесс эволюционного развития растительных организмов, принадлежащих к определенному таксону. Филогенез складывается из исторической последовательности родственных онтогенезов, прошедших контроль естественного отбора.

Фитоалексины – низкомолекулярные вещества, которые практически отсутствуют в здоровых тканях высших растений и образуются в ответ на контакт с фитопатогенами (индуцируются элиситерами); при быстром достижении антимикробных концентраций фитоалексины выполняют свою основную биологическую функцию – отражение атаки чужеродного антигена.

Фитогормоны – вещества, образующиеся в малых количествах в одних органах растения, обычно транспортирующиеся в другие органы и оказывающие регуляторное действие на какие-либо физиологические процессы.

Фиторемедиация – технология очистки окружающей среды с помощью растений и ассоциированных с ними микроорганизмов.

Фитохром – хромопротеин, обратимые превращения которого лежат в основе многих реакций фотоморфогенеза.

Флавоноиды – водорастворимые фенольные соединения, в основе структуры которых лежит флаван, состоящий из двух ароматических колец А и В, соединенных через кислородсодержащую С₃-единицу.

Флориген – комплекс гормонов цветения, образующихся в растениях в результате возрастных изменений или под влиянием факторов внешней

среды (фотопериодическая индукция и др.) и вызывающих инициацию формирования генеративных органов.

Фотодыхание – активируемый светом и высокой температурой процесс поглощения кислорода и высвобождения углекислого газа, сопряженный с фотосинтезом.

Фотоморфогенез – морфогенетические изменения растений, возникающие в результате воздействия света разного качества, интенсивности и длительности.

Фотосинтез – процесс образования органического вещества из неорганических веществ – углекислого газа и воды, осуществляющийся на свету, при участии пигментного аппарата. Характерен для растений и некоторых микроорганизмов.

Фотосинтетически активная радиация (ФАР) – участок видимого диапазона солнечного спектра, поглощаемый пигментами хлоропластов (400–700 нм).

Фотосинтетическое фосфорилирование – синтез АТФ за счет энергии света при участии фотосинтетической электронтранспортной цепи.

Фотосистема – совокупность молекул фотосинтетических пигментов совместно с определенными белками – переносчиками электронов.

Хлорофиллы – зеленые пигменты растений и ряда фототрофных микроорганизмов, с помощью которых они улавливают энергию солнечного света и осуществляют фотосинтез. Основу составляют магний-порфириновый комплекс и ряд заместителей.

Холодоустойчивость – способность теплолюбивых растений переносить действие низких положительных температур.

Цикл Кребса – аэробная фаза дыхания, в процессе которой происходит окисление ацетильного радикала ацетилкоэнзима А до углекислого газа и атомов водорода.

Цитокинины – фитогормоны, производные пуринов, активирующие деление клеток и прорастание семян, а также способствующие заложению почек у целых растений и в культуре изолированных растительных тканей. Природные цитокинины – зеатин, зеатин рибозид и дигидрозеатин. Синтетические цитокинины – БАП и кинетин.

Цитохромы – сложные белки (гемопротеины), осуществляющие в клетках ступенчатый перенос электронов (водорода) посредством обратимого изменения валентности атома железа в геме. Участвуют в окислительно-восстановительных реакциях, в том числе в электронтранспортных цепях на мембранах хлоропластов и митохондрий.

Шапероны – белки, которые связывают полипептиды во время их сворачивания, т. е. при формировании третичной структуры, и сборки белковой молекулы из субъединиц, т. е. при формировании четвертичной структуры. Взаимодействуя с полипептидами, шапероны предотвращают

ошибки в сворачивании и сборке и этим препятствуют агрегации полипептидных цепей.

Эджасмент (осмотическое регулирование) – увеличение концентрации осмотически активных соединений без изменения объема клеток и падения тургора.

Элиситеры – поверхностные или выделяющиеся паразитом (патогеном) вещества, которые первыми соприкасаются с поверхностью растения. Эти вещества сигнализируют растению о необходимости включения системы защиты. Элиситерами могут быть соединения хитина, хитозана, глюканов, гликопротеинов, липополисахаридов, липогликопротеинов, пектинов и другие вещества, в том числе продукты их гидролиза.

Этилен – гормон растений, газ, оказывающий преимущественно ингибиторное действие на ростовые процессы – опадение листьев, изгибы черешков, торможение роста проростков. Этилен обладает эффектом, тормозящим действие ауксинов, гиббереллинов и цитокининов. Под влиянием этилена происходит ускоренное созревание плодов, при этом снижается уровень свободных ауксинов и цитокининов.

Яровизация – ускоренное развитие озимых форм однолетних и двулетних растений при предварительном воздействии на них в течение определенного периода низких положительных температур.

Список литературы:

1. Веретенников А.В. Физиология растений // Учебник для вузов. Издание третье. Москва, Академический проект, 2006. – 480 с.
2. Медведев С.С. Физиология растений / С.С. Медведев. - СПб.: Изд-во С.-Петербур.ун-та, 2004. – 336 с.
3. Викторов П. «Малый практикум по физиологии растений», М., Школа, 1969 г.
4. Сказкин Ф.Д., Ловчиновская Е.И., Миллер М.С. «Практикум по физиологии растений», 5-е изд., испр. и доп., 1973 г.
5. Полевой В.В. Физиология растений, М., Высшая школа, 1989 г. – 464 с.
6. Якушкина Н.И. Физиология растений. - М., Просвещение, 2003 г. -
7. Двораковский М.С. «Экология растений». Издательство „Высшая школа” 1983 г.
8. Рубин Б.А. «Курс физиологии растений». Издательство „Высшая школа” 1976 г.
9. Рубин Б.А., Арциховская Е.В. «Биохимия и физиология иммунитета растений». „Высшая школа” 1968 г.
10. Кретович В.Я. «Биохимия растений». Высшая школа”1980 г.
11. Раскатов П.Б. «Физиология растений с основами микробиологии» М. 1954 г
12. Гунар И.И. Практикум по физиологии растений // Издательство «Колос», М., 1972.
13. Бухольцев А.Н. Учебно-методическое пособие к курсу физиологии растений // Москва «Просвещение» 1986.
14. Алешин Е.П., Пономарев А.А. Физиология растений. Учеб.М.: Колос, 1979
15. Варасова Н.Н., Шустова А.П. Физиология растений. Л.: Колос, 1969
16. Мендыбаев Е.Х. Методическое пособие для проведения лабораторно-практических занятий по курсу физиология растений. - Уральск: ЗКГУ, 2003.-64с.

Электронные и интернет-ресурсы

1. Медведев С.С. Физиология растений / С.С. Медведев. - СПб.: Изд-во С.-Петербур.ун-та, 2004. – 336 с.<http://fizrast.ru/skachat/medvedev.html>
2. Полевой В.В. Физиология растений, М., Высшая школа. 1989. – 464 с. <http://fizrast.ru/skachat/polevoy.html>
3. Кузнецов В.В. Физиология растений / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. – М. : Высш.шк., 2006. – 742 с. <https://nashol.com/20180709101823/fiziologiya-rastenii-uchebnik-kuznecov-vl-v-dmitrieva-g-a-2006.html>

4. Физиология растений. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: конспект лекций / В. М. Гольд, Н. А. Гаевский, Т. И. Голованова и др. – Электрон. дан. (2 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – (Физиология растений : УМКД № 165-2007 / рук. творч. коллектива В. М. Гольд). – 1 электрон. опт. диск (DVD). –

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Требования безопасности лабораторных работ по физиологии растений	4
1.1 Общие требования безопасности	4
1.2 Вентиляция и отопление	4
1.3 Освещение	4
1.4 Организация рабочего места	5
2. Правила пользования химическими реактивами	5
2.1 Требования безопасности по окончании лабораторных работ	6
3. Методические указания к выполнению лабораторных занятий	6
4. Лабораторно-практические занятия	8
4.1 Лабораторная работа 1	8
4.2 Лабораторная работа 2	16
4.3 Лабораторная работа 3	22
4.4 Лабораторная работа 4	27
4.5 Лабораторная работа 5	31
4.6 Лабораторная работа 6	34
4.7 Лабораторная работа 7	36
4.8 Лабораторная работа 8	38
4.9 Лабораторная работа 9	40
4.10 Лабораторная работа 10	44
4.11 Лабораторная работа 11	46
4.12 Лабораторная работа 12	47
4.13 Лабораторная работа 13	49
4.14 Лабораторная работа 14	50
4.15 Лабораторная работа 15	51
5. Задачи по физиологии растений	54
6. Вопросы для проведения контроля знаний студентов	67
ГЛОССАРИЙ	88
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	98

Объем 6,3 п.л. Тираж 500. Заказ № 72

*Сверстано и отпечатано в редакционно-издательском центре
Западно-Казахстанского университета им. М.Утемисова
г. Уральск, пр-т Н.Назарбаева,162.*