

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра агрономии, селекции и семеноводства

# **Физиология и биохимия растений**

учебно-методическое пособие  
для лабораторно-практических занятий и самостоятельной работы  
(с элементами дидактического материала)

по направлениям подготовки уровень высшего образования – бакалавриат

35.03.04 Агрономия, профиль Луговые ландшафты и газоны;

35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной  
продукции, профиль Технология производства, хранения и переработки  
продукции растениеводства;

35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, профиль Агроэкология

Брянская область  
2018

УДК 581.1 (076)

ББК 28.57

М 47

Милехина Н.В. **Физиология и биохимия растений:** учебно-методическое пособие для лабораторно-практических занятий и самостоятельной работы (с элементами дидактического материала) / Н. В. Милехина. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 103 с.

Учебно-методическое пособие (с элементами дидактического материала) разработано в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлениям подготовки уровень высшего образования – бакалавриат 35.03.04 Агрономия, профиль Луговые ландшафты и газоны, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 04 декабря 2015 г., №1431; 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, профиль Технология производства, хранения и переработки продукции растениеводства утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 20 ноября 2015 г., №1330; 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, профиль Агроэкология, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 20 ноября 2015 г., № 1166 в целях закрепления теоретических знаний студентов по физиологии и биохимии растений. Содержит дидактический материал, методику по выполнению лабораторно-практических работ, контрольные вопросы по изучаемым темам, задания в тестовой форме, вопросы и задания к практическим занятиям, глоссарий, список литературы. Пособие предназначено для бакалавров института экономики и агробизнеса.

**Рецензент:** Старовойтова Н.П. к.б.н., доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии

*Рекомендовано к изданию решением методической комиссии института экономики и агробизнеса №7 от 19 апреля 2018 года*

© Брянский ГАУ, 2018

© Милехина Н. В., 2018

## Введение

Дисциплина Физиология и биохимия растений изучает общие закономерности жизнедеятельности растительных организмов, процессы поглощения растениями минеральных веществ и воды, роста и развития, фотосинтеза, дыхания, биосинтеза и накопления различных веществ, совокупность которых обеспечивает способность растений строить свое тело и воспроизводить себя в потомстве. Раскрывая зависимость жизненных процессов от внешних условий, физиология растений создает теоретическую основу приемов и методов повышения общей продуктивности растительных организмов, питательной ценности, технологического качества их тканей и органов. Физиологические исследования служат научной основой рационального размещения растений в почвенно-климатических условиях, наиболее полно соответствующих их потребностям.

Цель преподавания дисциплины овладеть знаниями по физиологии и биохимии растительной клетки, сущности физиологических процессов, закономерностях роста и развития, физиологических основах приспособления и устойчивости растений к условиям среды.

После изучения дисциплины обучающиеся должны обладать следующими компетенциями:

*- по направлению подготовки 35.03.04 Агронимия, профиль Луговые ландшафты и газоны*

способность распознавать по морфологическим признакам наиболее распространенные в регионах дикорастущие растения и сельскохозяйственные культуры, оценивать их физиологическое состояние, адаптационный потенциал и определять факторы улучшения роста, развития и качества продукции (ОПК – 4)

**Знать:** основы физиологии и биохимии растений; природу и функции основных химических компонентов растительной клетки; анатомо-морфологическую локализацию физиолого-биохимических процессов, их взаимосвязь; ход и механизмы регуляции на всех структурных уровнях организации растительного организма; зависимость хода физиологических процессов от внутренних и внешних факторов среды; воздействие на растения факторов антропогенного происхождения; факторы,

влияющие на рост и развитие растений; обмен и транспорт органических веществ для оценки физиологического состояния, адаптационного потенциала и определения факторов регулирования роста и развития сельскохозяйственных культур и наиболее распространенных в регионе дикорастущих растений

**Уметь:** оценивать физиологическое состояние дикорастущих растений и сельскохозяйственных культур и их адаптационный потенциал, определять факторы улучшения роста, развития и качества продукции, определять жизнеспособность и силу роста семян, интенсивность процессов жизнедеятельности у разных видов растений, определять показатели фотосинтетической деятельности посева, устойчивость растений к действию неблагоприятных факторов и прогнозировать результаты перезимовки озимых культур, диагностировать недостаток или избыток элементов минерального питания по морфофизиологическим показателям, обосновывать агротехнические мероприятия и оптимизировать сроки их проведения

**Владеть:** современными методиками исследования и проведения диагностики, информацией о ходе физиологических процессов в растительном организме, навыками обработки и анализа получаемых экспериментальных данных, современными методиками определения основных биохимических показателей качества продукции, систематизации результатов и разработки физиологических подходов для повышения эффективности растениеводства; навыками оценки физиологического состояния растений и их адаптационного потенциала, определения факторов улучшения роста, развития и качества продукции

*-по направлению подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, профиль Технология производства, хранения и переработки продукции растениеводства*

готовность к оценке физиологического состояния, адаптационного потенциала и определению факторов регулирования роста и развития сельскохозяйственных культур (ОПК – 3)

**Знать:** основы физиологии и биохимии растений; анатомо-морфологическую локализацию физиолого-биохимических процессов, их взаимосвязь; ход и механизмы регуляции на всех структурных уровнях организации растительного организма;

зависимость физиологических процессов от внутренних и внешних факторов среды; воздействие на растения факторов антропогенного происхождения; условий окружающей среды на рост и развитие растений; обмен и транспорт органических веществ, физиологию и биохимию формирования качества урожая для оценки физиологического состояния, адаптационного потенциала сельскохозяйственных культур

**Уметь:** оценивать физиологическое состояние сельскохозяйственных культур их адаптационный потенциал, определять факторы улучшения роста, развития и качества продукции, определять жизнеспособность и силу роста семян, интенсивность процессов жизнедеятельности у разных видов растений, определять показатели фотосинтетической деятельности посева, устойчивость растений к действию неблагоприятных факторов и прогнозировать результаты перезимовки озимых культур, диагностировать недостаток или избыток элементов минерального питания по морфо-физиологическим показателям, обосновывать агротехнические мероприятия и оптимизировать сроки их проведения

**Владеть:** навыками оценки физиологического состояния растений и их адаптационного потенциала, определения факторов улучшения роста, развития и качества продукции, современными методиками исследования и проведения диагностики, навыками обработки и анализа получаемых экспериментальных данных, современными методиками определения основных биохимических показателей, систематизации результатов и разработки физиологических подходов для повышения эффективности растениеводства

готовность оценивать качество сельскохозяйственной продукции с учетом биохимических показателей и определять способ ее хранения и переработки (ОПК – 6)

**Знать:** природу и функции основных химических компонентов растительной клетки, физиологические обменные процессы, протекающие в растениях и принципы их регулирования, транспорт органических веществ и условия их накопления в сельскохозяйственной продукции, принципы формирования величины и качества урожая основных сельскохозяйственных культур, основные биохимические показатели для оценки каче-

ства продукции и продуктов переработки, как изменяются биохимические показатели и качество с/х продукции и продуктов переработки в результате хранения

**Уметь:** определять жизнеспособность растительных тканей, степень насыщенности водой продуктивных частей растений, содержание пигментов и веществ белковой, углеводной липидной природы и витаминов в урожае сельскохозяйственных культур, для оценки качества сельскохозяйственной продукции; применять органолептические и биохимические показатели для оценки качества продукции, определять способы ее хранения и переработки

**Владеть:** современными методами исследования и получения информации о ходе физиологических процессов в растительном организме, формировании биохимического качества урожая, навыками обработки и анализа получаемых экспериментальных данных, приёмами поиска новых сведений в области физиологии и биохимии растений, связанных с получением урожая с.х. культур высокого качества

готовность определять физиологическое состояние, адаптационный потенциал и факторы регулирования роста и развития сельскохозяйственных культур (ПК – 1)

**Знать:** анатомо-морфологическую локализацию физиолого-биохимических процессов в растениях, их ход и механизмы регуляции на всех структурных уровнях организации растительного организма; зависимость хода физиологических процессов от внутренних и внешних факторов среды; воздействие на растения факторов антропогенного происхождения

**Уметь:** применять знания в области физиологии и биохимии растений для определения физиологического состояния, адаптационного потенциала и факторов регулирования роста и развития сельскохозяйственных культур

**Владеть:** навыками обработки и анализа экспериментальных данных, систематизации результатов и разработки физиологических подходов для повышения эффективности растениеводства

*-по направлению подготовки 35.03.03 Агрехимия и агропочвоведение, профиль Агроэкология*

готовность составить схемы севооборотов, системы обработки почвы и защиты растений, обосновать экологически безопасные технологии возделывания культур (ПК-6)

**Знать:** природу и функции основных компонентов растительной клетки, физиологические процессы и принципы их регулирования в растительном организме, воздействие факторов антропогенного происхождения на сельскохозяйственные культуры их физиологическое состояние и адаптационный потенциал, взаимоотношения растений в ценозах, влияние обработки почвы, защиты растений и севооборотов на физиолого-биохимические процессы в растениях

**Уметь:** обосновать агротехнические мероприятия и оптимизировать сроки их проведения, составить схемы севооборотов, системы обработки почвы и защиты растений, учитывая физиологическое состояние и адаптационный потенциал, особенности взаимоотношений растений в ценозах, определить факторы, влияющие на рост и развитие растений, обосновать экологически безопасные технологии возделывания культур

**Владеть:** навыками обработки и анализа экспериментальных данных, систематизации результатов и разработки физиологических подходов для экологически безопасных технологий возделывания культур

способность провести анализ и оценку качества сельскохозяйственной продукции (ПК-7)

**Знать:** анатомо-морфологическую локализацию физиолого-биохимических процессов в растениях, их ход и механизмы регуляции на всех структурных уровнях организации растительного организма; зависимость хода физиологических процессов от внутренних и внешних факторов среды; принципы формирования величины и качества урожая основных сельскохозяйственных культур; воздействие на растения факторов антропогенного происхождения; изменение химического элементного и биохимического состава урожая в процессе хранения и последующей переработки

**Уметь:** определять жизнеспособность растительных тканей, исходя из возможности осуществления в них хода физиолого-биохимических процессов; определять степень насыщенности водой продуктивной части растений, содержание пигментов и веществ белковой, углеводной, липидной природы и витаминов в урожае основных сельскохозяйственных культур; пользоваться органолептическими и биохимическими показателями в процессе прогнозирования качества урожая

**Владеть:** терминами и понятиями при оценке химического состава, технологических свойств сельскохозяйственной продукции и обосновании технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводства; современными методиками и навыками аналитической работы по определению биохимических показателей, используемых при оценке качества, безопасности и технологических свойств сельскохозяйственной продукции

В качестве дидактического материала по каждой изучаемой теме представлены методические указания к выполнению лабораторных работ, тестовые задания, контрольные вопросы для практических занятий и самостоятельной работы, позволяющие обучающемуся наиболее полно овладеть знаниями и использовать их в решении практических задач с возможностью самопроверки и самоконтроля.



## **РАЗДЕЛ 1. БИОХИМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ** **РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ**

### Работа 1. *Качественный анализ белков в семенах*

В семенах злаковых и бобовых культур в качестве запасных питательных веществ содержатся белки. Качественные реакции на белки основаны на обнаружении пептидных связей, связывающих отдельные аминокислоты в молекуле белка, или отдельных аминокислот. Содержание и аминокислотный состав белка в семенах являются одними из важнейших показателей качества зерна.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА:** к 2 г измельченных семян (мука бобовых и злаковых растений) прибавляют 20 мл 10% раствора серноокислого аммония, переносят в центрифужную пробирку и центрифугируют 10 минут. Супернатант сливают в пробирку и используют для проведения качественных реакций.

а) обнаружение пептидных связей молекулы белка. К 1-2 мл центрифугата добавляют 2-4 мл 10 % гидроксида натрия и 2-3 капли 1% сульфата меди, пробирку взбалтывают. При наличии белка развивается фиолетовая окраска.

б) обнаружение ароматических аминокислот. К 1 мл центрифугата прибавляют 5-6 капель концентрированной  $\text{HNO}_3$  до появления мути от свернувшегося белка. При нагревании раствор окрашивается в ярко-желтый цвет. Смесь охлаждают и по каплям добавляют концентрированный раствор гидроксида аммония. При этом развивается ярко-оранжевая окраска, если в состав белка входят ароматические и гетероциклические аминокислоты (фенилаланин, тирозин, триптофан).

в) определение серосодержащих аминокислот. К 1 мл центрифугата добавляют 2 мл 40% гидроксида натрия и 4-5 капель уксуснокислого свинца. Смесь (осторожно!) нагревают до кипения и кипятят несколько минут. Образовавшийся белый осадок постепенно чернеет за счет сероводорода прореагировавшего со свинцом.

г) обнаружение триптофана. К 2 мл центрифугата прибавляют 1 каплю 2,5% р-ра формальдегида и 6 мл концентрированной  $\text{HCL}$ , содержимое перемешивают. Через 10 минут содержи-

мое пробирки взбалтывают, прибавляют 10 капель 0,5% р-ра нитрита натрия. Смесь окрашивается в сине-фиолетовый цвет.

### Результаты опыта

Объект исследования	Характер реакции (+;-)			
	белки	ароматические аминокислоты	серосодержащие аминокислоты	триптофан

### Записи при выполнении работы

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

### Контрольные вопросы

1. В зависимости от состава радикала, на какие группы делят аминокислоты (приведите примеры)?
2. Какова роль аминокислот, образующихся при распаде белков?

## Работа 2. *Обнаружение запасных углеводов в продуктивных органах растений*

В сочных плодах и корнеплодах запасные питательные вещества представлены главным образом растворимыми сахарами – глюкозой, фруктозой, сахарозой и т.д.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА:** материал измельчают, навеску 10 г помещают в мерный стакан, добавляют 20 г воды и нагревают на водяной бане при  $t\ 80^{\circ}\text{C}$  в течение 10 минут. После охлаждения вытяжку фильтруют. Фильтрат используют для проведения реакций на определение растворимых сахаров, а остаток используют для обнаружения крахмала.

а) обнаружение редуцирующих сахаров. В пробирку наливают 3 мл фильтрата и добавляют 3 мл реактива Фелинга (смесь растворов сульфата меди и гидроксида натрия) и кипятят. При наличии глюкозы выпадает кирпично-красный осадок закиси меди. Пробирку оставляют для сравнения с результатом реакции на обнаружение сахарозы.

б) обнаружение фруктозы. К 2-3 мл фильтрата приливают 1% раствор резорцина и 2-3 мл соляной кислоты, разбавленной в соотношении 1:1. Пробирку помещают на водяную баню и нагревают при температуре  $80^{\circ}\text{C}$  10 минут. При наличии фруктозы фильтрат окрашивается в вишнево-красный цвет.

в) обнаружение сахарозы и других олигосахаридов. В пробирку вносят 3 мл фильтрата и 1 каплю 10% соляной кислоты и нагревают на водяной бане 20 минут. В присутствии кислоты происходит гидролиз олигосахаридов до моносахаридов, которые обладают восстанавливающими свойствами и обнаруживаются реактивом Фелинга. Затем пробирку охлаждают и добавляют по каплям 10% раствор карбоната натрия и такое же количество реактива Фелинга и кипятят. Если образуется больше осадка чем при обнаружении глюкозы, то делают вывод о наличии сахарозы, если количество осадка одинаковое, то олигосахариды отсутствуют.

г) обнаружение крахмала. Осадок переносят в пробирку и приливают равное количество воды и кипятят 5 минут для клейстеризации крахмала. После охлаждения приливают 5-6 капель 0,3% раствора йода. При наличии крахмала развивается синяя окраска.

## Результаты опыта

объект исследования	характер реакции (+;-)		
	моносахариды	сахароза	крахмал

### Записи при выполнении работы

-----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----

### Контрольные вопросы

1. В чем сущность метода обнаружения редуцирующих сахаров с реактивом Фелинга?
2. Почему сахароза не дает положительной реакции с реактивом Фелинга? Что необходимо сделать, чтобы обнаружить сахарозу данным методом?
3. В чем сущность метода обнаружения крахмала?

### Работа 3. *Нарушение избирательной проницаемости клеток при воздействии повреждающих веществ*

Мембранные системы клеток обладают свойством избирательной проницаемости. Благодаря этому свойству клетка способна концентрировать в своих компартаментах различные вещества. Однако избирательная проницаемость свойственна только живой клетке. При воздействии на клетку различных повреждающих веществ она теряет способность удерживать накопленные вещества, которые выходят через мембраны наружу. По характеру проницаемости можно судить о физиологическом состоянии (например, степени повреждения) клетки. Удобным объектом для изучения проницаемости клетки служит ткань корнеплода столовой свеклы, в клетках которой имеется красный пигмент антоциан. Количество вышедшего из клеток антоциана можно оценивать по степени окраски (т.е. оптической плотности) раствора.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА.** Кусочки корнеплода столовой свеклы высотой 4-5 см промывают в холодной воде, помещают в пробирки с водой, этанолом, уксусной кислотой (10 мл) на 30 минут периодически встряхивая. При снятии опыта измеряют оптическую плотность растворов (зеленый светофильтр) и по этим показателям оценивают количество окрашенных веществ вышедших из клеток в окружающую среду и, следовательно, степень повреждения клеток химическими веществами.

#### Результаты опыта

Варианты опыта	Оптическая плотность среды	Степень повреждения клеток



#### Работа 4. Диагностика функционального состояния клетки, подверженной воздействию теплового стресса

Обладая избирательной проницаемостью, растительная клетка накапливает в себе разнообразные вещества, которые не пропускает вследствие избирательной проницаемости мембран. При воздействии высокой температуры, мембраны клеток повреждаются, а при полной гибели клеток мембраны полностью утрачивают свои функции и клеточные барьеры проницаемости исчезают, растворимые вещества клеток выходят наружу. Удобным объектом для изучения проницаемости клетки служит ткань корнеплода столовой свеклы, в клетках которой имеется красный пигмент антоциан.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА:** кусочки корнеплода столовой свеклы промывают проточной водой, помещают в две пробирки с водой (10 мл) одну из них ставят на водяную баню. Вторую пробирку оставляют при комнатной температуре (20<sup>0</sup>С). По термометру отмечают повышение температуры и через каждые 10<sup>0</sup>С пробирки вытаскивают, охлаждают в холодной воде и оставляют на 30 минут при комнатной температуре. Затем измеряют оптическую плотность (E) содержимого пробирок (зеленый светофильтр), величина, которой, определяется количеством окрашенных пигментов, вышедших из ткани в воду. Используя полученные данные, строят график, характеризующий влияние теплового стресса на проницаемость клетки (определяемой показателем оптической плотности) и, следовательно, на степень повреждения клеток. На графике отмечают температурные точки начала повреждения и массовой гибели клеток.

#### Результаты опыта

T <sup>0</sup> С	20	30	40	50	60	70	80	90
E								

## Записи при выполнении работы

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

## Контрольные вопросы

1. При какой температуре отмечается гибель клеток?
2. По какому показателю судят о степени повреждения клеток?



## Вопросы для практических занятий (самостоятельная работа)

### Раздел 1. Биохимия и физиология растительной клетки

#### Тема 1.1. Химический состав растительной клетки

1. Характеристика химических элементов входящих в состав:

- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. белков             | 5. жиров                 |
| 2. гликолипидов       | 6. элементов-органогенов |
| 3. углеводов          | 7. фосфолипидов          |
| 4. нуклеиновых кислот | 8. зольных элементов     |

2. Химическая природа и функции:

- |                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| 1. аминокислот  | 4. моносахаридов       |
| 2. пептидов     | 5. олигосахаридов      |
| 3. белков       | 6. полисахаридов       |
| 7. жиров        | 10. нуклеотидов        |
| 8. фосфолипидов | 11. нуклеиновых кислот |
| 9. гликолипидов |                        |

3. Написать общую структурную формулу:

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 1. аминокислот | 3. фосфолипидов  |
| 2. жиров       | 4. гликолипидов  |
| 5. альдопентоз | 7. жирных кислот |
| 6. кетогексоз  |                  |

4. Охарактеризовать сущность понятия:

- |                               |                           |
|-------------------------------|---------------------------|
| 1. первичная структура белков | 7. липопротеиды           |
| 2. вторичная структура белков | 8. альбумины              |
| 3. третичная структура белков | 9. глобулины              |
| 4. протеины                   | 10. проламины             |
| 5. протеиды                   | 11. глютемины             |
| 6. нуклеопротеиды             | 12. макроэргическая связь |

5. Написать эмпирическую формулу и определить групповую принадлежность следующих моносахаридов:

- |              |                          |
|--------------|--------------------------|
| 1. глюкоза   | 7. арабиноза             |
| 2. фруктоза  | 8. рибулоза              |
| 3. манноза   | 9. глицериновый альдегид |
| 4. галактоза | 10. гликолевый альдегид  |
| 5. рибоза    | 11. диоксиацетон         |
| 6. ксилоза   |                          |

6. Охарактеризовать химическую природу, структуру молекулы и функцию следующих соединений:

- |                       |                |
|-----------------------|----------------|
| 1. сахароза           | 8. протопектин |
| 2. мальтоза           | 9. пектин      |
| 3. крахмал            | 10. АТФ        |
| 4. целлюлоза          | 11. дАТФ       |
| 5. инулин             | 12. ГТФ        |
| 6. гемицеллюлоза      | 13. ТТФ        |
| 7. пектиновая кислота | 14. ЦТФ        |

7. Охарактеризовать химическую природу, разнообразие и функцию:

- |                                |                      |
|--------------------------------|----------------------|
| 1. витаминов                   | 4. гликозидов        |
| 2. органических кислот         | 5. дубильных веществ |
| 3. эфирных масел и терпеноидов | 6. алкалоидов        |
|                                | 7. жирных кислот     |

8. Привести название и формулы веществ, относящихся к группе:

- |                                  |                                    |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 1. ароматических аминокислот     | 6. диаминокислот                   |
| 2. алифатических аминокислот     | 7. дикарбоновых аминокислот        |
| 3. гетероциклических аминокислот | 8. амидов дикарбоновых аминокислот |
| 4. оксиаминокислот               | 9. ненасыщенных жирных кислот      |
| 5. серосодержащих аминокислот    | 10. насыщенных жирных кислот       |

9. Охарактеризовать:

- |  |   |
|--|---|
| 1. роль АТФ                                | 3. природу сахарных компонентов нуклеотидов |
| 2. природу азотистых оснований нуклеотидов | 4. состав растительных масел                |

- |   |   |
|---|---|
| 5. сущность понятия «число омыления масел»  | 9. разнообразие аминокислот                       |
| 6. сущность понятия «кислотное число масел» | 10. разнообразие веществ вторичного происхождения |
| 7. сущность понятия «йодное число масел»    | 11. разнообразие нуклеиновых кислот               |
| 8. разнообразие нуклеотидов                 |   |

### Тема 1.2. Обмен веществ растительной клетки

10. Охарактеризовать сущность понятия:
- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| 1. метаболизм (обмен веществ)          | 9. эффектор                 |
| 2. анаболизм                           | 10. активный центр фермента |
| 3. катаболизм                          | 11. ингибиторы ферментов    |
| 4. ферменты                            | 12. активаторы ферментов    |
| 5. специфичность действия ферментов    | 13. оксидоредуктазы         |
| 6. субстратная специфичность ферментов | 14. трансферазы             |
| 7. активная группа фермента            | 15. изомеразы               |
| 8. мультиферменты                      | 16. гидролазы               |
|  | 17. лиазы                   |
|  | 18. лигазы (синтетазы)      |

11. Охарактеризовать:
1. особенности биохимических реакций
  2. сущность ферментативного катализа
  3. принципы регуляции активности ферментов
  4. особенности строения ферментов
  5. кинетику ферментативных реакций

### Тема 1.3. Структура и свойства растительной клетки

12. Охарактеризовать структуру, химический состав и функции:
- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. клеточной оболочки | 6. ЭПС                   |
| 2. ЦПМ                | 7. рибосом               |
| 3. ядра               | 8. биологических мембран |
| 4. хлоропластов       | 9. вакуоли               |
| 5. митохондрий        | 10. аппарата Гольджи     |

13. Охарактеризовать сущность понятия:

- |                       |                               |
|-----------------------|-------------------------------|
| 1. симпласт           | 8. трансмембранный переносчик |
| 2. апопласт           | 9. золь                       |
| 3. потенциал покоя    | 10. гель                      |
| 4. потенциал действия | 11. коагулят                  |
| 5. плазмалемма        | 12. коацерват                 |
| 6. тонопласт          |                               |
| 7. компартмент        |                               |

14. Чем обеспечивается:

- |  |  |
|--|--|
| 1. целостность клетки как системы                | 5. связь между компартментами клетки                 |
| 2. открытость клетки как системы                 | 6. межклеточный транспорт воды и минеральных веществ |
| 3. электрический потенциал клетки                | 7. межклеточный транспорт органических веществ       |
| 4. устойчивость коллоидного состояния цитоплазмы | 8. межклеточный обмен информацией                    |

15. Охарактеризовать сущность трансмембранного переноса веществ с помощью:

1. переносчиков
2. трансмембранного электрического потенциала
3. пассивного механизма
4. пиноцитозного механизма

16. Какова зависимость скорости пассивного проникновения веществ через мембрану от:

1. молекулярной массы вещества
2. заряда проникающей частицы
3. жирорастворимости вещества и градиента концентрации вещества по обе стороны мембраны

Задания в тестовой форме по разделу  
**Биохимия и физиология растительной клетки**

1. Полимеры, состоящие из нескольких десятков и даже сотен остатков молекул аминокислот, соединенных цепочкой:  
а) жиры б) нуклеотиды в) полисахариды г) белки
  
2. Окисленные производные многоатомных спиртов (альдегиды или кетоны):  
а) аминокислоты б) жиры в) моносахариды г) нуклеотиды
  
3. Структура белка характеризуется особенностью укладки спирализованной пептидной цепочки в трехмерном пространстве (напр. в глобулу):  
а) первичную б) вторичную в) третичную г) четвертичную
  
4. Водорастворимые белки:  
а) глобулины б) альбумины в) протеины г) проламины
  
5. Реакции типа АВС---АСВ катализируют ферменты класса:  
а) трансферазы  
б) оксидоредуктазы  
в) изомеразы  
г) гидролазы
  
6. Дыхание, т.е. окисление органических веществ и трансформирование их энергии в энергию АТФ происходит в:  
а) ядре  
б) митохондриях  
в) хлоропластах  
г) эндоплазматической сети
  
7. Мембранная система, ограничивающая вакуоль от протоплазмы:  
а) симпласт  
б) протопласт  
в) тонопласт

г) апопласт

8. Поддержание формы клетки и межклеточный транспорт воды и минеральных веществ осуществляет:

- а) ядро
- б) хлоропласты
- в) эндоплазматическая сеть
- г) клеточная оболочка

9. Синтез белка осуществляет:

- а) вакуоль
- б) клеточная оболочка
- в) эндоплазматическая сеть
- г) рибосомы

10. Синтез органических веществ из углекислоты и воды с помощью световой энергии осуществляет:

- а) ядро
- б) митохондрии
- в) хлоропласты
- г) эндоплазматическая сеть

## РАЗДЕЛ 2. ВОДНЫЙ ОБМЕН РАСТЕНИЙ

Работа 5. *Определение сосущей силы клетки метрическим методом*

Характер водообмена клетки, помещенной в раствор, определяется соотношением сосущей силы клетки ( $S$ ) и осмотического давления раствора ( $P$ ). Если  $S > P$ , то клетка поглощает воду, увеличиваясь при этом в размерах, если  $S < P$  то вода выходит из клетки, размеры последней при этом уменьшаются. Если  $S = P$ , то видимого водообмена нет, и размеры клетки не изменяются.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА.** В растворы сахарозы возрастающей концентрации помещают полоски тканей исследуемого объекта, предварительно измерив их длину. В конце опыта измерение повторяют и находят, в каком из растворов длина полосок не изменилась. Поскольку последняя ситуация имеет место тогда, когда  $S = P$ , то для определения  $S$  достаточно рассчитать величину  $P$  этого раствора по формуле:

$$P = iCRT,$$

где  $P$  – осмотическое давление раствора, атм.

$i$  – изотонический коэффициент;

$C$  – молярная концентрация раствора;

$R$  – коэффициент, равный 0,0823

$T$  – абсолютная температура.

## Результаты опыта

№ раствора	Концентрация сахаразы, М	Длина полосок, мм		Разность между конечной и исходной длиной, мм	Характер изменения длины (+;-)
		исходная	конечная		

## Записи при выполнении работы

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----



Работа 6. *Определение содержания воды и сухого вещества в растительных объектах*

Содержание воды является важным показателем водного режима растений. Показатель может служить для диагностики водообеспеченности растений, условий водоснабжения. Он характеризует количество воды в объекте, выраженное в процентах от сырой массы.

СУЩНОСТЬ МЕТОДА: навеску исследуемого объекта (1-5 г) помещают в предварительно взвешенный бумажный пакет и снова взвешивают. Затем пакет с сырой навеской высушивают при  $T 105^{\circ}C$  до постоянной массы и снова взвешивают.

Расчет содержания воды в % от сырой массы навески рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{(\bar{b} - в)}{\bar{b} - a} * 100$$

Содержание сухого вещества в % от сырой массы навески рассчитывают по формуле:

$$Y = \frac{(в - a)}{\bar{b} - a} * 100$$

a – масса пустого пакета, г

$\bar{b}$  - масса пакета с сырой навеской, г

в – масса пакета с сухой навеской, г

Результаты опыта

Варианты	a, г	$\bar{b}$ , г	в, г	X, %	Y, %



## Работа 7. Определение водоудерживающей способности растений

Осмотически - связанная и коллоидно - связанная вода удерживается в клетках и органах растений с определенной силой, поэтому при подвядании, растения в первую очередь отдают свободную воду. Поскольку содержание связанной воды определяет стойкость физиологических процессов, водоудерживающая способность растения может служить показателем устойчивости растений к неблагоприятным факторам. Водоудерживающая способность характеризует способность органов растений (побега) удерживать воду при воздействии водоотнимающих факторов в процессе увядания.

Определяется данный показатель количеством воды, потерянной исследуемым объектом за период увядания, выраженной в % от исходной массы объекта.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА:** объект (побег) отделяют от растения, взвешивают и оставляют на 2 - 6 часов. В условиях практикума завядание моделируется путем выдерживания объекта в течение 20 минут в сушильном шкафу при температуре 50<sup>0</sup> С. После окончания времени увядания, побег снова взвешивают. Расчет водоудерживающей способности исследуемого объекта ведут по формуле:

$$X = \frac{a - б}{A} * 100$$

X – водоудерживающая способность, в %

a – исходная масса побега, г

б – масса побега после увядания, г

### Результаты опыта

Варианты	а, г	б, г	X, %



## Задачи по водообмену клетки

Задача 1. Осмотическое давление клетки ( $P_{\text{кл}}$ ) при ее полном насыщении водой составляет 10 атм. Определить тургорное давление ( $T$ ) и сосущую силу клетки ( $S$ ).

Задача 2.  $P_{\text{кл}}$ , находящейся в состоянии плазмолиза, составляет 15 атм. Определить  $T$  и  $S$  клетки,

Задача 3. Клетка погружена в 0,1м. раствор сахарозы при температуре 27°C. Как будет складываться водообмен, если  $P_{\text{кл}} = 5$  атм., а  $T = 3$  атм.

Задача 4. Клетка с  $P_{\text{кл}} = 8$  атм. погружена в изотонический раствор. Как будет складываться водообмен, если  $T$  - максимальное? Минимальное?

Задача 5. В 0,1 м. раствор хлористого калия (температура = 27°C, изотонический коэффициент = 1,8) погружена клетка с  $P_{\text{кл}} = 8$  атм. и  $T = 5$  атм. Как будет складываться водообмен клетки?

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

## Работа 8. *Определение величины водного дефицита в листьях*

Под водным дефицитом понимают недостающее количество воды до полного насыщения клеток тканей, выраженное в процентах от общего содержания воды при полном насыщении тканей. В природных условиях полное насыщение листьев водой практически не наблюдается

Показатель водного дефицита может быть использован для характеристики водообеспеченности и водного режима растений.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА:** листья отделяют от побега, взвешивают. Затем помещают в чашки Петри с водой, закрывают и оставляют для насыщения тканей водой на 20 минут. После этого листья извлекают из воды, просушивают фильтровальной бумагой взвешивают и помещают в бумажный пакет. Высушивают в сушильном шкафу при 105<sup>0</sup>С до постоянной массы и снова взвешивают. Расчеты величины водного дефицита ведут по формуле:

$$X = \frac{b - a}{b - c} * 100$$

X – величина водного дефицита, %

a – исходная масса листьев, г

b – масса листьев после их насыщения водой, г

c – масса абсолютно сухих листьев, г

### Результаты опыта

Варианты	а, г	б, г	с, г	X, %



## Работа 9. Определение интенсивности транспирации листьев

Интенсивность транспирации характеризует скорость испарения воды растениями и тесно связана с состоянием водного режима растительного организма. При хорошей обеспеченности водой скорость транспирации достигает максимальной величины, а в случае водного дефицита интенсивность транспирации снижается.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА:** предлагаемый метод основан на учете изменения массы листа за короткий промежуток времени. Считается, что за первые 5 минут интенсивность транспирации листа сохраняется на постоянном уровне. При более длительной экспозиции происходит уменьшение содержания воды в листе и скорость транспирации снижается. Листья отделяют от побега и быстро взвешивают, через 5 минут взвешивание повторяют. Убыль массы листа между первым и вторым взвешиванием показывает, сколько воды испарилось за этот период. Расчет интенсивности транспирации ведут по формуле:

$$X = \frac{a * 12}{P}$$

X – интенсивность транспирации, мг/г\*час

a – количество испарившейся воды, мг

P – начальный вес листа, г

### Результаты опыта

Варианты	a, мг	P, г	X, мг/г*час







## Вопросы для практических занятий (самостоятельная работа)

### Раздел 2. Водный обмен растений

#### Тема 2.1. Физиология водообмена клетки

1. Что называют:

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| 1. осмосом                   | 11. гидрофильными коллоидами              |
| 2. осмотическим давлением    | 12. давлением набухания коллоидов         |
| 3. тургорным давлением       | 13. набуханием коллоидов                  |
| 4. сосущей силой клетки      | 14. отбуханием коллоидов                  |
| 5. гипертоническим раствором | 15. водообменом клетки                    |
| 6. гипотоническим раствором  | 16. свободной формой внутриклеточной воды |
| 7. изотоническим раствором   | 17. связанной формой внутриклеточной воды |
| 8. полупроницаемой мембраной |   |
| 9. плазмолизом               |   |
| 10. тургором                 |   |

2. Каким образом влияет насыщение воды клеткой на:

- |   |  |
|---|--|
| 1. величину осмотического давления клетки | 4. концентрацию веществ в клеточном соке |
| 2. величину сосущей силы клетки           | 5. линейные размеры клетки.              |
| 3. величину тургорного давления клетки    |  |

3. Каким образом влияет отдача воды клеткой на:

- |   |  |
|---|--|
| 1. величину осмотического давления клетки | 3. величину тургорного давления клетки   |
| 2. величину сосущей силы клетки           | 4. концентрацию веществ в клеточном соке |
|   | 5. линейные размеры клетки               |

4. От чего зависит:

- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| 1. величина осмотического давления клетки           | 4. водообмен клетки, имеющей вакуоль  |
| 2. величина сосущей силы клетки.                    | 5. водообмен клетки, лишённой вакуоли |
| 3. характер водообмена клетки, помещённой в раствор |                                       |

## Тема 2.2. Физиология водопоглощения растений

6. Охарактеризовать:

- |   |   |
|---|---|
| 1. анатомические особенности корня                          | 8. капиллярную форму почвенной воды   |
| 2. морфологические особенности корня                        | 9. плёночную форму почвенной воды   |
| 3. физиологические особенности корня                        | 10. гигроскопическую форму почвенной воды   |
| 4. состав ксилемного сока                                   | 11. механизмы, обеспечивающие одностороннее передвижение воды от поглощающих клеток корня к побегам |
| 5. состав гуттационной жидкости                             |   |
| 6. механизм, обеспечивающий поступление воды в клетки корня |   |
| 7. гравитационную форму почвенной воды                      |   |

7. Что называют:

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1. влажностью устойчивого завядания | 5. пасокой  |
| 2. гуттацией                        | 6. участком ближнего (радиального) транспорта воды в корнях |
| 3. корневым давлением               | 7. участком дальнего транспорта воды в растении             |
| 4. «плачем растений»                |   |

8. Каким образом сказывается на скорость поглощения воды корнями:

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. температура почвы                        | 3. влажность почвы      |
| 2. аэрация почвы солей в почвенном растворе | 4. высокая концентрация |

## Тема 2. 3. Транспирация

9. Что называют:

- |                               |                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1. транспирацией              | 6. кутикулой                      |
| 2. устьичной транспирацией    | 7. интенсивностью транспирации    |
| 3. кутикулярной транспирацией | 8. продуктивностью транспирации   |
| 4. устьицами                  | 9. транспирационным коэффициентом |
| 5. межклетниками              |                                   |

10. Охарактеризовать:

1. анатомическое строение листа
2. строение устьиц
3. строение жилок листа
4. этапы устьичной транспирации
5. механизм устьичных движений
6. суточный ход устьичных движений
7. влияние температуры и влажности воздуха на интенсивность транспирации
8. влияние влажности почвы на транспирацию
9. влияние осмотического давления почвенного раствора на транспирацию
10. суточный ход транспирации в оптимальных условиях
11. суточный ход транспирации в экстремальных условиях
12. силы, обеспечивающие движение воды по сосудам ксилемы

Тема 2.4. Экологические аспекты водообеспеченности и водный баланс растений в агрофитоценозах

12. Что называют:

1. водным балансом
2. положительным водным балансом
3. отрицательным водным балансом
4. водным дефицитом
5. завяданием
6. временным завяданием
7. длительным завяданием
8. поливной нормой
9. оросительной нормой

13. Дать характеристику:

1. показателю «водный дефицит» листьев
2. показателю «содержание воды» в органах растений
3. показателю «водоудерживающая способность» побега
4. путям оптимизации водного режима растений на переувлажненных почвах
5. путям оптимизации водообеспеченности растений при иссушении почвы
6. влияния переувлажнения почвы на растения
7. влияния иссушения почвы на растения
8. влияния временного завядания на растения
9. влияния длительного завядания на растения

Задания в тестовой форме по разделу  
**Водный обмен растений**

1. Меньше всего воды содержится в:
  - а) протоплазме
  - б) клеточной оболочке
  - в) вакуоле
  
2. Диффузия молекул воды через полупроницаемую перепонку, отделяющую раствор от воды:
  - а) плазмолиз
  - б) осмос
  - в) тургор
  
3. Дальний транспорт воды по сосудам ксилемы осуществляется с помощью:
  - а) осмотического механизма
  - б) корневого давления
  - в) гидростатического давления почвенного раствора
  
4. Частично доступны для растений следующие формы почвенной воды:
  - а) капиллярная
  - б) гравитационная
  - в) гигроскопическая
  - г) пленочная
  - д) химически связанная
  
5. Выход водяных паров через устьичную щель на поверхность листа - этап устьичной транспирации:
  - а) первый
  - б) второй
  - в) третий
  - г) четвертый
  
6. Усилению интенсивности транспирации способствуют:
  - а) низкая температура воздуха
  - б) интенсивный свет

- в) высокая влажность воздуха
- г) высокое осмотическое давление раствора
- д) низкая влажность почвы

7. Показатель «.....» характеризует количество граммов воды, испаряемой растением на каждый грамм образованного сухого вещества.

8. Испарение воды, осуществляемое клетками мезофилла в межклеточное пространство листа, транспирация.....

- а) устьичная
- б) кутикулярная
- в) относительная

9. Суточный ход транспирации в условиях засухи описывается:

- а) двухвершинной кривой со спадом в полдень
- б) кривой с максимумом в полдень
- в) логарифмической кривой
- г) прямой

10. В процессе транспирации растения теряют до .... % поглощаемой воды:

- а) 15%
- б) 45%
- в) 75%
- г) 95%

### РАЗДЕЛ 3. ФОТОСИНТЕЗ

#### Работа 10. Количественное определение хлорофилла в листьях

Содержание хлорофилла в листьях определяет потенциал фотосинтетической активности растения и, кроме того, служит косвенным показателем его «здоровья» и комфортности условий существования.

СУЩНОСТЬ МЕТОДА: хлорофилл извлекают из навески листьев спиртом или ацетоном (около 10 мл) и доводят количество экстракта до заданного объема (V) (20-25 мл). В экстракте определяют концентрацию хлорофилла (Kx) в мг/мл методом калориметрического анализа. Для этого:

1) Измеряют экстинкцию экстракта (Ex)

Готовят стандартные растворы хлорофилла (или его суррогат-раствор Гетри) с известной концентрацией (Kst). Растворы колориметруют (Est). Далее рассчитывают коэффициент пропорциональности (ast) между показателями концентрации и экстинкции стандартных растворов по формуле:

$$ast = \frac{Kst}{Est}$$

Затем находят среднюю величину коэффициента пропорциональности (a<sub>cp</sub>)

2) Рассчитывают концентрацию хлорофилла в анализируемом экстракте (x) по формуле:

$$X = a_{cp} * Ex, \text{ мг/мл}$$

Расчет содержания хлорофилла в анализируемых листьях ведут по формуле:

$$X = \frac{Kx * V}{p} = \frac{a_{cp} * Ex * V}{p}, \text{ мг/г},$$

где: a<sub>cp</sub>- средний показатель коэффициента пропорциональности между показателями концентрации и экстинкции стандартных растворов



$E_x$ - экстинкция анализируемого экстракта  
 $V$  – объем экстракта, мл  
 $p$ - масса навески, г

### Результаты опыта

Варианты	$p, г$	$V, мл$	$E_x$	$a_{cp}$	$X, мг/г$

Расчет коэффициента пропорциональности между показателями концентрации и экстинкции стандартных растворов

№ раствора	$K_{st}$	$E_{st}$	$a_{st}$	$a_{cp}$
1	0,021			
2	0,042			
3	0,085			

### Записи при выполнении работы

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

### Контрольные вопросы

1. Какова химическая природа хлорофиллов?
2. В каких областях спектра находятся максимумы поглощения хлорофилла?
3. Какие условия необходимы для образования хлорофилла в клетке?

## Работа 11. *Определение спектров поглощения пигментов листа*

Фотосинтетические пигменты листа представлены хлорофиллами и каротиноидами и характеризуются избирательным поглощением света. Спектр поглощения пигментов определяется путем изменения показателя экстинкции пигментов в растворе при освещении монохроматическим светом с различной длиной волны на фотоэлектроколориметре.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА:** навеску листьев (около 1г) растирают в ступке с небольшим количеством этилового спирта. Полученный гомогенат фильтруют, объем фильтрата доводят до 10 мл. Измеряют экстинкцию полученного экстракта на всех участках спектра видимого света (красный светофильтр). По полученным показателям экстинкции строят график характеризующий спектр поглощения света пигментной системой листа.

### Результаты опыта

Варианты	Показатели экстинкции на участках спектра						
	400 нм	440 нм	490 нм	540 нм	590 нм	670 нм	730 нм

### Записи при выполнении работы

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

### Контрольные вопросы

1. Какие участки спектра наиболее полно поглощаются хлорофиллами?
2. Какие участки спектра наиболее активно поглощаются каротиноидами?

## Работа 12. *Определение величины чистой продуктивности фотосинтеза*

Показатель «чистая продуктивность фотосинтеза» (ЧПФ) характеризует эффективность работы фотосинтетического аппарата растений и выражается количеством сухого вещества, образованного растением в процессе фотосинтеза в пересчете на единицу площади листьев в единицу времени.

СУЩНОСТЬ МЕТОДА: ЧПФ – это расчетный показатель. Для его расчета предварительно определяют у исследуемых растений средние показатели суммарной площади листьев и сухой биомассы растений. Эти показатели определяют дважды с интервалом между определениями 10-24 дня (первое и второе определение). После этого приступают к расчету ЧПФ.

1. Определение суммарной площади листьев исследуемых растений. Отделяют листья от растения, помещают их на лист бумаги, обводят карандашом и ножницами вырезают полученные контуры. Последние складывают и взвешивают. Затем из той же бумаги вырезают четырехугольник площадью 100 см<sup>2</sup> и взвешивают. Площадь листьев исследуемого растения (равная площади вырезанных контуров) рассчитывают по формуле:

$$S = \frac{M_{\text{кон}} * 100}{M_{\text{чет}}}$$

где: S – листовая площадь, см<sup>2</sup>

M кон – масса контуров, г

M чет – масса бумажного четырехугольника, г

100 – площадь бумажного четырехугольника, см<sup>2</sup>

2. Определение сухой биомассы исследуемых растений. Берут высушенный бумажный пакет, взвешивают. В пакет помещают исследуемые растения. Пакет с навеской высушивают до постоянной массы при температуре 105<sup>0</sup>С, после чего снова взвешивают.

Расчет величины сухой биомассы ведут по формуле:

$$M = b - a$$

где: М – сухая биомасса растения, г  
 а – масса пустого пакета, г  
 б – масса пакета с сухой навеской, г

3. Величину ЧПФ определяют как отношение прироста биомассы растения за учетный период к среднему за учетный период показателю листовой поверхности растения к продолжительности учетного периода. Расчет ведут по формуле:

$$\text{ЧПФ} = \frac{(M_2 - M_1) * 1000}{\frac{S_1 + S_2}{2} * T}$$

где: М<sub>1</sub> и М<sub>2</sub> - сухая биомасса растений соответственно при первом и втором определении, г

S<sub>1</sub> и S<sub>2</sub> - площадь листьев соответственно при первом и втором определении, см<sup>2</sup>

T – время между первым и вторым определениями, сутки

ЧПФ – чистая продуктивность фотосинтеза, мг сухого вещества, образованного 1 см<sup>2</sup> листьев в сутки.

### Результаты опыта

а) определение среднего показателя величины листовой площади растений

Дата определения	повторности	M <sub>кон</sub> , г	M <sub>чет</sub> , см <sup>2</sup>	S, см <sup>2</sup>	Средний показатель S, см <sup>2</sup>
I	1				
	2				
	3				
II	1				
	2				
	3				

б) определение среднего показателя величины сухой биомассы растения

Дата определения	повторности	а, г	б,г	М, г	Средний показатель М, г
I	1				
	2				
	3				
II	1				
	2				
	3				

в) расчет величины чистой продуктивности фотосинтеза

Средние показатели				ЧПФ
М <sub>1</sub> , г	М <sub>2</sub> , г	S <sub>1</sub> , см <sup>2</sup>	S <sub>2</sub> , см <sup>2</sup>	

Записи при выполнении работы

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

Контрольные вопросы

1. Что характеризует показатель «чистая продуктивность фотосинтеза»?
2. В чем сущность метода определения ЧПФ?

## Вопросы для практических занятий (самостоятельная работа)

### Раздел 3. Фотосинтез

#### Тема 3.1. Общая характеристика фотосинтеза и фотосинтетического аппарата растений

##### 1. Охарактеризовать:

1. сущность понятия «фотосинтез»
2. балансовое уравнение фотосинтеза
3. уравнение световой реакции фотосинтеза
4. уравнение темновой реакции фотосинтеза
5. анатомическое строение листа
6. путь воды в фотосинтезирующую клетку
7. путь углекислоты в фотосинтезирующую клетку
8. пути проникновения света в фотосинтезирующую клетку
9. пути отвода ассимилянтов из клетки
10. строение хлоропластов
11. онтогенез хлоропластов
12. филогенез хлоропластов
13. химический состав хлоропластов
14. физиологическая роль фотосинтеза
15. планетарная роль фотосинтеза

##### 2. Охарактеризовать:

1. химическую природу и эмпирическую формулу хлорофилла
2. химическую природу и эмпирическую формулу каротина
3. химическую природу и эмпирическую формулу ксантофиллов
4. структуру порфиринового кольца
5. спектр поглощения света хлорофиллом
6. спектр поглощения каротиноидами
7. условия, необходимые для биосинтеза хлорофилла
8. физические свойства хлорофилла
9. функцию пигментов листа

### Тема 3.2. Энергетические аспекты фотосинтеза

3. Охарактеризовать сущность понятия:

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| 1. квант                                   | 6. фотохимическая система             |
| 2. фотохимический процесс                  | 7. электронно-транспортная цепь (ЭТЦ) |
| 3. высокоэнергетический электрон           | 8. фоторецептор                       |
| 4. возбужденное состояние атома (молекулы) | 9. фотоокисление хлорофилла           |
| 5. фотохимический центр                    |                                       |

4. Охарактеризовать:

- |  |   |
|--|---|
| 1. физическую природу светового излучения                              | 5. причины избирательного поглощения света атомом (молекулой) |
| 2. состав спектра видимого света                                       | 6. локализацию и состояние пигментов в хлоропластах           |
| 3. зависимость между длиной волны и запасом энергии кванта             | 7. строение фотохимической системы                            |
| 4. сущность процессов, идущих в атоме (молекуле) при поглощении кванта | 8. состав фотосистемы-1.                                      |
|  | 9. состав фотосистемы-2                                       |

5. Дать характеристику:

- |  |  |
|--|--|
| 1. пиридиновым дегидрогеназам  | 8. работы электронно-транспортной цепи в режиме нециклического транспорта электронов |
| 2. флавиновым дегидрогеназам   | 9. составу электронно-транспортной цепи  |
| 3. цитохромам  | 10. процессу фотосинтетического фосфорилирования                                     |
| 4. ферродоксину  |  |
| 5. пластохинону  |  |
| 6. пластоцианину   |  |
| 7. работы электронно-транспортной цепи в режиме циклического транспорта электронов |  |

### Тема 3.3. Биохимические аспекты фотосинтеза

6. Охарактеризовать:

1. схему карбоксилирования рибулозодифосфата в цикле Кальвина

2. схему восстановления фосфоглицеринового альдегида в цикле Кальвина
3. схему регенерации рибулозодифосфата в цикле Кальвина
4. общую схему работы цикла Кальвина в режиме фотосинтеза
5. общую схему работы цикла Кальвина в режиме фотодыхания
6. схему превращений гликолевой кислоты в процессе фотодыхания
7. схему карбоксилирования фосфоэнолпирувата в цикле Хетча - Слека
8. схему восстановления щавелево-уксусной кислоты в цикле Хетча -Слека
9. схему окислительного декарбоксилирования яблочной кислоты в цикле Хетча - Слека
10. общую схему цикла Хетча - Слека
11. анатомическое строение листа и локализацию этапов фотосинтеза у C-4 растений.

#### Тема 3.4. Экологические аспекты фотосинтеза. Фотосинтез и урожай

7. Охарактеризовать сущность понятия:
  - 1 . точка световой компенсации
  2. точка светового насыщения
  3. фотосинтетически активная радиация (ФАР)
  4. коэффициент полезного действия (КПД) фотосинтеза
  5. светокультура растений
  6. углекислотные подкормки
  
8. Какова зависимость скорости фотосинтеза от:
  - 1 . интенсивности света
  2. спектрального состава света
  3. концентрации углекислоты в воздухе
  4. температуры воздуха
  5. водообеспеченности растений
  6. условий азотного питания
  7. условий фосфорного питания
  8. условий калийного питания
  9. содержания хлорофилла в листьях
  10. возраста листа
  - 11 . возрастного состояния растений
  12. загруженности листа ассимилянтами
  
9. Охарактеризовать:
  - 1 . суточный ход фотосинтеза в оптимальных условиях
  2. суточный ход фотосинтеза в экстремальных условиях



3. пути улучшения углекислотного питания растений в посеве
4. эффект совместного действия внешних факторов на фотосинтез
5. сущность закона ограничивающих факторов (закон минимума)
6. эффективность использования ФАР посевом

10. Охарактеризовать сущность понятия:

- |                                      |                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. интенсивность фотосинтеза         | 5. фотосинтетический потенциал посева |
| 2. продуктивность фотосинтеза        |                                       |
| 3. чистая продуктивность фотосинтеза | 6. продуктивные органы                |
| 4. листовой индекс посева            | 7. урожай биологический               |
|                                      | 8. урожай хозяйственный               |
|                                      | 9. продукционный процесс              |

Задания в тестовой форме по разделу

### Фотосинтез

1. Физиологическая роль фотосинтеза сводится к тому, что фотосинтез обеспечивает растения:

- а) водой
- б) органическими веществами
- в) минеральными веществами
- г) энергией

2. Исходные продукты в балансовом уравнении фотосинтеза:

- а) кислород
- б) углекислота
- в) глюкоза
- г) вода

3. Структуры листа обеспечивающие транспорт воды в фотосинтезирующие клетки:

- а) ксилема
- б) устьица
- в) флоэма
- г) межклетники

4. Конечные продукты темновой реакции фотосинтеза:

- а) углекислота
- б) активированный водород
- в) глюкоза
- г) кислород

5. Процесс фотосинтеза локализован в следующих локусах клетки:

- а) ядро
- б) вакуоль
- в) хлоропласт
- г) эндоплазматическая сеть

6. Наиболее эффективные для фотосинтеза кванты света:

- а) красного б) синего в) желтого г) зеленого д) оранжевого

7. Участки спектра солнечного света особенно активно поглощаются хлорофиллом:

- а) сине-фиолетовый
- б) желто-зеленый
- в) красный
- г) ультрафиолетовый

8. Участки спектра солнечного света особенно активно поглощаются каротиноидами:

- а) фиолетовый б) синий в) красный г) желтый

9. Спектр видимого (белого) света включает в себя кванты света с длиной волны от ..... до ..... нанометров:

- а) 4-7 б) 40-70 в) 400-700 г) 4000-7000

10. Вклад фотосинтеза в продукционный процесс определяется тем, что фотосинтез обеспечивает формирующиеся продуктивные органы:

- а) минеральными веществами б) органическими веществами в) углекислотой д) энергией

## РАЗДЕЛ 4. ДЫХАНИЕ РАСТЕНИЙ

### Работа 13. *Определение активности фермента каталазы*

Каталаза – дыхательный фермент, катализирующий реакцию расщепления ядовитой для клетки перекиси водорода, образующейся при окислении водорода дыхательного субстрата кислородом воздуха в процессе дыхания. Расщепление перекиси водорода каталазой осуществляется по следующему уравнению:



Активность каталазы определяется газометрическим способом, путем учета количества кислорода, выделяющегося при разложении перекиси водорода в инкубационной смеси. Учет количества кислорода проводится в специальной газометрической установке, состоящей из реакционной колбы, бюретки и делительной воронки. Все части прибора соединены резиновыми трубками и закреплены на штативе. Бюретка и делительная воронка заполнены водой до одинакового уровня и являются сообщающимися сосудами.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА:** навеску растительного материала (проростки злаковых растений) 1 г растирают в ступке. Растертый материал переносят в реакционную колбу с 10 мл воды, затем пинцетом в колбу осторожно вносят фарфоровую чашечку с 3 мл 3% перекиси водорода. Колбу закрывают пробкой, в отверстие которой закреплена стеклянная трубочка, соединенная с верхним концом бюретки резиновой трубкой. Затем открывают зажим и перемещением воронки подводят уровень воды в бюретке на нулевую отметку. Колбу осторожно встряхивают так, чтобы чашечка опрокинулась, перекись водорода при этом перемешивается с ферментной вытяжкой и начинается выделение кислорода. Отмечают время начала реакции. Непрерывно встряхивая колбу, медленно опускают воронку, поддерживая уровень воды в ней на уровне воды в бюретке. Через 3 минуты отмечают уровень воды в бюретке и заканчивают опыт. Расчет активности каталазы ведут по формуле:

$$X = \frac{a}{PT}$$

где: x – активность каталазы, мл O<sub>2</sub>, образованного инкубационной смесью в пересчете на 1г навески за 1 минуту

a – объем O<sub>2</sub>, выделившегося в опыте, мл

P – масса навески, г

T – время опыта, мин

### Результаты опыта

Варианты	P, г	T, мин	a, мл	X, мл O <sub>2</sub> /г*мин

### Записи при выполнении работы

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

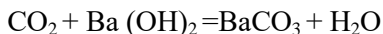
### Контрольные вопросы

1. В чем сущность газометрического метода определения активности каталазы?
2. Какую реакцию катализирует каталаза?

Работа 14. *Определение интенсивности дыхания прорастающих семян*

Интенсивность дыхания характеризует скорость этого процесса и измеряется чаще всего количеством  $\text{CO}_2$ , выделяемой исследуемым объектом в пересчете на единицу массы в единицу времени. Учет количества выделившегося углекислого газа прорастающими семенами при дыхании проводят в замкнутом пространстве.

СУЩНОСТЬ МЕТОДА: две навески исследуемого материала (по 5 г) заворачивают в марлевые мешочки и помещают в герметично закрытые пробками колбы с 10 мл 0,1 н раствора гидроксида бария на 1-2 часа (опытные колбы). В третью (контрольную колбу) навеску не помещают. Содержимое колб периодически помешивают. Выделяемый при этом объектом углекислый газ поглощается поглотительным раствором согласно уравнению:



После окончания времени экспозиции мешочки с семенами извлекают из колб, а содержимое титруют 0,1 н раствором щавелевой кислоты в присутствии 3 капель фенолфталеина до исчезновения малиновой окраски. Так же титруют барит в контрольной колбе.

Интенсивность дыхания рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{(b-a) \cdot 2,2}{p \cdot T}$$

где: x- интенсивность дыхания, мг  $\text{CO}_2$ /1г\*1 час

a, b – количество миллилитров щавелевой кислоты, затраченной на титрование соответственно опытной и контрольной колбы

2,2 – количество мг  $\text{CO}_2$ , эквивалентное 1мл 0,1 н раствора щавелевой кислоты

p – масса навески, г

T- экспозиция опыта, час

## Результаты опыта

Варианты	p, г	T, час	a, мл	b, мл	X, мг CO <sub>2</sub> 1г*1 час

### Записи при выполнении работы

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

### Контрольные вопросы

1. В чем сущность газообмена растений при дыхании?
2. В чем заключается принцип метода определения интенсивности дыхания?

## Вопросы для практических занятий (самостоятельная работа)

### Раздел 4. Дыхание растений

#### Тема 4.1. Биология и экология дыхания

1. Охарактеризовать:

1. биологическую сущность дыхания
  2. балансовое уравнение дыхания
  3. локализацию процесса дыхания в клетке
  4. субстраты дыхания
  5. физиологическую роль дыхания
  6. показатель «интенсивность дыхания»
  7. показатель «дыхательный коэффициент»
  8. роль дыхания в продукционном процессе
  9. зависимость дыхания от возрастного состояния органов и целостного растения
  10. зависимость дыхания от оводнённости тканей
  11. зависимость дыхания от температуры (температурный коэффициент дыхания)
  12. зависимость дыхания от газового состава воздуха
  13. зависимость дыхания от условий минерального питания
  14. особенности дыхания посева при засухе
  15. особенности дыхания посева при переувлажнении почвы
  16. пути управления дыханием при хранении продуктивных органов растений
2. Рассчитать величину дыхательного коэффициента при полном окислении:
1. пировиноградной кислоты ( $C_3H_4O_3$ )
  2. глюкозы ( $C_6H_{12}O_6$ )
  3. янтарной кислоты ( $C_4H_6O_4$ )
  4. шавелево-уксусной кислоты
  5. лимонной кислоты ( $C_6H_8O_7$ )

## Тема 4.2. Энергетические аспекты дыхания

### 3. Охарактеризовать:

- |   |  |
|---|--|
| 1. отличительные особенности биологического окисления | 8. терминальные оксидазы                         |
| 2. первую фазу биологического окисления (схема)       | 9. структуру электронно-транспортной цепи        |
| 3. вторую фазу биологического окисления (схема)       | 10. режим работы электронно-транспортной цепи    |
| 4. пиридиновые дегидрогеназы                          | 11. механизм субстратного фосфорилирования       |
| 5. флавиновые дегидрогеназы                           | 12. механизм фосфорилирования в дыхательной цепи |
| 6. убихиноны  |  |
| 7. цитохромы  |  |

## Тема 4.3. Биохимические аспекты дыхания

### 4. Охарактеризовать сущность (схема, ферменты):

- |   |  |
|---|--|
| 1. гликолиза  | 6. спиртового брожения                                     |
| 2. окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты | 7. пентозофосфатного пути окисления глюкозы (работу цикла) |
| 3. цикла Кребса   | 8. общей схемы основного пути окисления глюкозы            |
| 4. окислительной фазы пентозофосфатного цикла                 | 9. общей схемы пентозофосфатного цикла                     |
| 5. фазы регенерации пентозофосфатного цикла                   | 10. общей схемы глиоксالاتного цикла                       |

### 5. Рассчитать энергетическую активность окисления одной молекулы глюкозы:

- |  |   |
|--|---|
| 1. на этапе гликолиза  | 4. при окислении по гликолитическому пути (в целом) |
| 2. на этапе окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты | 5. при окислении по пентозофосфатному пути          |
| 3. на этапе цикла Кребса   | 6. по типу брожения                                 |



Задания в тестовой форме по разделу  
**Дыхание растений**

1. Физиологическая роль дыхания сводится к тому, что оно обеспечивает растения:

а) углекислотой для фотосинтеза б) водой в) энергией  
г) метаболитами для биосинтезов

2. Основные биохимические реакции клеточного дыхания локализованы в:

а) цитоплазме б) вакуоле в) митохондриях г) хлоропластах

3. Исходные продукты дыхания:

а) вода б) кислород в) углекислота г) глюкоза

4. Конечные продукты балансового уравнения дыхания:

а) вода б) кислород в) углекислота г) глюкоза

5. Непосредственные субстратами дыхания:

а) крахмал б) глюкоза в) жиры г) целлюлоза

6. Если субстратом дыхания являются вещества более окисленные, чем глюкоза (например, органические кислоты, то величина дыхательного коэффициента:

а) 0 б) 1 в)  $>1$  г)  $<1$

7. Дыхание, как элемент продукционного процесса:

а) увеличивает хозяйственный урожай б) снижает хозяйственный урожай в) не влияет на величину урожая г) изменяет соотношение между хозяйственным и биологическим урожаем

8. Подготовительные реакции клеточного дыхания локализованы в:

а) цитоплазме б) ядре в) митохондриях г) вакуолях

9. В анаэробных условиях дыхание:

а) усиливается б) снижается в) не изменяется г) прекращается

10. Величина температурного коэффициента дыхания находится в пределах:

а) 2-3 б) 5-7 в) 10-12 г) 15-20

## **РАЗДЕЛ 5. МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ**

Работа 15. *Определение некоторых зольных элементов в растениях*

Минеральные вещества растительных тканей, остающиеся после сжигания растительного материала в золе, называют зольными элементами. Больше всего в золе содержится макроэлементов (P, K, Ca, Mg, Fe), значительно меньше микроэлементов (Zn, Mn, B и др.). Зольные элементы извлекают из золы 10% соляной кислотой. Полученную вытяжку смешивают с соответствующими растворами реактивов дающими с определенным элементом характерные для каждого элемента кристаллы солей, хорошо видимые в микроскоп. Реакции проводят непосредственно на предметном стекле.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА:** 1 г золы исследуемых частей растений растворяют в 5 мл 10% раствора соляной кислоты в

пробирке, полученный раствор фильтруют и используют для обнаружения зольных элементов. Для этого на предметное стекло помещают каплю исследуемого раствора, которую смешивают с каплей реактива на определяемый элемент. Продуктом реакции определяемого элемента с реактивом является осадок в виде кристаллов, характерных для данного элемента (или окрашивание раствора).

а) обнаружение кальция. На предметное стекло наносят одну каплю испытываемого раствора, рядом наносят каплю 1% раствора серной кислоты. Затем обе капли соединяют тонким канальцем стеклянной палочкой. По краям канальца образуются пучки игольчатых кристаллов гипса, хорошо видимые под микроскопом.

б) обнаружение магния. Каплю испытываемого раствора нейтрализуют каплей аммиака, а затем соединяют с каплей 1% раствора фосфата натрия. При наличии магния в золе по краям канальца образуются кристаллы соли, имеющие вид прямоугольников, звездочек, пластинок.

в) обнаружение фосфора. Каплю испытываемого раствора соединяют канальцем с каплей раствора молибдата аммония в азотной кислоте. При наличии фосфора образуется зеленовато-

желтый осадок соли.

г) обнаружение серы. Каплю испытуемого раствора соединяют с каплей 1% раствора азотнокислого стронция. При наличии серы образуются мелкие округлые кристаллы.

д) обнаружение железа. На фарфоровую пластинку наносят несколько капель вытяжки из золы, к которой добавляют по каплям раствор железосинеродистого калия. При наличии железа развивается синяя окраска, обусловленная образованием берлинской лазури.

### Результаты опыта

Объект исследования	Характер реакции (+; -)				
	кальций	магний	фосфор	железо	сера

### Записи при выполнении работы

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

### Контрольные вопросы

1. В чем сущность метода качественного анализа золы?
2. В каких частях растений более высокое содержание зольных элементов в древесине или в листьях, в старых или в молодых растениях?

Работа 16. *Определение удельной емкости обменного поглощения ионов корнями*

Характеристика функциональных показателей корневой системы необходима для оценки качества корней, их способности поглощать элементы минерального питания и обеспечивать ими растение. Важнейшим из этих показателей является удельная емкость обменного поглощения ионов корнями. Этот показатель характеризует количество ионов (мкг-экв), которое может поглощаться корнями в пересчете на единицу массы корней.

СУЩНОСТЬ МЕТОДА: корни растений предварительно взвешивают и погружают на 5 минут в раствор метиленовой сини, где они полностью насыщаются краской. Окрашенные корни промывают в дистиллированной воде до тех пор, пока избыток краски не будет удален. Для определения адсорбированной краски, корни переносят в стаканчик с концентрированным раствором  $\text{CaCl}_2$  на 10 минут при этом корни обесцвечиваются, а раствор окрашивается в синий цвет. Далее определяют концентрацию метиленовой сини в растворе соли колориметрически. Для этого:

1. Измеряют оптическую плотность раствора ( $E_x$ )
2. Готовят стандартные растворы метиленовой сини с известной концентрацией ( $K_{st}$ ) и колориметрируют их ( $E_{st}$ ). Рассчитывают коэффициент пропорциональности между  $K_{st}$  и  $E_{st}$  по каждому из стандартных растворов.

$$ast = \frac{K_{st}}{E_{st}}$$

из показателей  $ast$  рассчитывают средний показатель коэффициента пропорциональности ( $a_{cp}$ ).

3. Рассчитывают концентрацию метиленовой сини в анализируемом растворе ( $K_x$ ) по формуле:

$$K_x = a_{cp} * E_x$$

Расчет удельной емкости обменного поглощения ионов ведут по формуле:

$$X = \frac{K_x * V * 1000}{P * 320} = \frac{E_x * a_{cp} * V * 1000}{P * 320}$$

где: X – емкость удельного поглощения, мкг-экв ионов на 1г корней

$E_x$  – экстинкция анализируемого раствора

$a_{cp}$  – средний коэффициент пропорциональности

V - объем раствора, мл

P – масса корней, г

1000 – коэффициент для перевода мг сини в мкг

320 – молекулярная масса метиленовой сини

### Результаты опыта

Варианты	P, г	V, мл	$E_x$	X, мкг-экв/г

б) расчет среднего показателя коэффициента пропорциональности

№ раствора	$K_{st}$ , мг/мл	$E_{st}$	$a_{st}$	$a_{cp}$
1.	0,016			
2.	0,032			
3.	0,064			

### Записи при выполнении работы

-----

-----

-----

-----

-----

### Контрольные вопросы

1. Почему при помещении корней в раствор хлорида кальция он окрашивается в синий цвет. С чем это связано?
2. В чем сущность обменной адсорбции ионов корнями?

*Работа 17. Определение площади общей адсорбирующей поверхности корневой системы растений*

Адсорбирующая поверхность корней характеризует суммарную площадь поверхности всей корневой системы, включая поверхность корневых волосков. Этот показатель рассчитывают по количеству метиленовой сини, адсорбируемой корнями в растворе этой краски, при этом учитывают, что 1 мг метиленовой сини при мономолекулярной адсорбции занимают площадь 1,1 м<sup>2</sup>.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА:** исследуемые корни погружают на 2 минуты в стакан с 10-50 мл метиленовой сини с исходной концентрацией 0,064 мг/мл. При этом поверхность корней покрывается мономолекулярным слоем молекул метиленовой сини, вследствие чего концентрация краски в растворе уменьшается. Далее определяют конечную концентрацию метиленовой сини в растворе методом колориметрического анализа, для чего:

1. Измеряют оптическую плотность раствора (желтый светофильтр) при этом 1 мл раствора разбавляют в 10 раз дистиллированной водой.

2. Готовят стандартные растворы метиленовой сини с известной концентрацией (Kst) путем разбавления рабочего раствора в 10 раз, подготовленные растворы колориметруют (Est). Затем рассчитывают коэффициенты пропорциональности между показателями Kst и Est для каждого из стандартных растворов (ast) по формуле:

$$ast = \frac{Kst}{Est}$$

Из показателей ast рассчитывают средний показатель коэффициента пропорциональности (a ср).

1. Рассчитывают концентрацию метиленовой сини в растворе по формуле:

$$K_{кон} = E_x * a_{ср},$$

где: K кон – конечная концентрация сини, мг/мл

E<sub>x</sub> – экстинкция раствора

a<sub>ср</sub> – средний коэффициент пропорциональности

Зная исходную и конечную концентрацию метиленовой сини в растворе, рассчитывают количество краски, адсорбиро-

ванной поверхностью корней, оно будет численно равно убыли сини из раствора.

$$Y = (K_{исх} - K_{кон}) * V$$

Y – убыль сини в растворе, мг

V – объем раствора сини, мл

K<sub>исх</sub>, K<sub>кон</sub> – соответственно исходная и конечная концентрации сини в растворе, мг/мл

Расчет площади адсорбирующей поверхности корней ведут по формуле:

$$X = Y * 1,1 \text{ м}^2$$

где: X – адсорбирующая поверхность корней, м<sup>2</sup>

Y – убыль метиленовой сини из раствора, мг

1,1 м<sup>2</sup> – площадь, занимаемая 1 мг метиленовой сини при мономолекулярной адсорбции

### Результаты опыта

а) протокол опыта

Варианты	V, мл	E <sub>x</sub>	K <sub>кон</sub> , мг/мл	Y, мг	X, м <sup>2</sup>

б) расчет среднего коэффициента пропорциональности

№ раствора	K <sub>ст</sub> , мг/мл	E <sub>ст</sub>	ast	аср
1.	0,016			
2.	0,032			
3.	0,064			





## Вопросы для практических занятий (самостоятельная работа)

### Раздел 5. Минеральное питание растений

#### Тема 5.1. Биологические аспекты минерального питания растений

1. Охарактеризовать сущность понятия:
  1. минеральное питание растений
  2. элементы минерального питания
  3. вегетационный метод исследования минерального питания
  4. водные культуры
  5. песчаные культуры
  6. макроэлементы
  7. микроэлементы
  8. антагонизм ионов
  9. физиологически уравновешенный раствор
  10. гидропоника
2. В какой форме растения поглощают:
  1. азот
  2. фосфор
  3. калий
  4. кальций
3. Какова физиологическая роль:
  1. азота
  2. фосфора
  3. калия
  4. кальция
  5. магний
  6. серу
  7. железа
  8. микроэлементы.
  5. магния
  6. серы
  7. железа
  8. микроэлементов
4. В какой форме обнаруживается в организме растений:
  1. азот
  2. фосфор
  3. калий
  4. кальций
  5. магний
  6. сера
  7. железо
  8. микроэлементы

## Тема 5.2. Механизм процесса минерального питания

5. Охарактеризовать сущность понятия:

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. физиологически кислая соль      | 5. реутилизация элементов питания             |
| 2. физиологически щелочная соль    | 6. ассимиляция элементов минерального питания |
| 3. физиологически нейтральная соль | 7. «свободное пространство корня»             |
| 4. некорневое питание растений     |   |

6. Охарактеризовать механизмы:

- |  |   |
|--|---|
| 1. первого этапа поглощения ионов клеткой корня  | 6. ассимиляции азота                      |
| 2. второго этапа поглощения ионов клеткой корня  | 7. ассимиляции фосфора                    |
| 3. третьего этапа поглощения ионов клеткой корня | 8. ассимиляции серы                       |
| 4. некорневого питания растений                  | 9. радиального транспорта ионов в корнях  |
| 5. реутилизации элементов минерального питания   | 10. ближнего транспорта ионов в листьях   |
|  | 11. дальнего транспорта ионов в растениях |

7. Какова зависимость скорости поглощения ионов клеткой от:

- |                                  |                                    |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 1. температуры                   | 4. реакции раствора                |
| 2. аэрации почвы                 | 5. состава сопутствующих растворов |
| 3. концентрации солей в растворе | 6. света                           |

## Тема 5.3. Экологические аспекты минерального питания растений в посевах

8. Дать общую характеристику:

- |  |   |
|--|---|
| 1. анатомию корня в зоне всасывания    | 4. закономерностям поглощения элементов питания корнями |
| 2. морфологии корня                    | 5. минеральным удобрениям                               |
| 3. физиологическим особенностям корней | 6. составу корневых выделений                           |

7. сущности физико- химического (обменного) поглощения элементов питания почвой

8. сущности химического поглощения элементов питания почвой

9. сущности биологического поглощения элементов питания почвой

9. Охарактеризовать сущность:

1. явления аллелопатии  
2. явления почвоутомления  
3. принципов диагностики минерального питания растений

4. влияния почвенной микрофлоры на питание растений в посеве

5. влияние корневых выделений на доступность элементов питания

### Задания в тестовой форме по разделу **Минеральное питание растений**

1. К органогенам относятся:

а) N б) S в) Fe г) P д) Ca

2. Относятся к макроэлементам:

а) N б) P в) K г) Ca д) Mg

3. Относятся к микроэлементам:

а) Ca б) Mo в) K г) Zn д) S

4. К зольным элементам относятся:

а) K б) H в) C г) Fe д) S

5. Доступные для растений элементы минерального питания:

а) находящиеся в почвенном растворе

б) поглощенные почвой обменным путем

в) поглощенные почвой химическим путем

г) поглощенные почвой биологическим путем

6. Элементы минерального питания поглощаются клеткой:
- а) в виде ионов
  - б) в виде недиссоциированных солей
  - в) вместе с поглощаемой водой
  - г) независимо от поглощения воды
  - д) совместно с другими ЭМП е) не зависимо от других ЭМП

7. Транспорт ионов по ксилеме от корней к листьям осуществляется:

- а) активно с помощью переносчиков
- б) активно с помощью электрических сил
- в) пассивно, за счет диффузии
- г) пассивно с током воды

8. Ассимилируются в растениях следующие элементы минерального питания:

- а) N б) P в) K г) Ca д) Mg е) S

9. Ассимиляцией элементов минерального питания называют процесс:

- а) поглощение ЭМП из раствора
- б) перемещение ЭМП в растениях
- в) накопление ЭМП в листьях, плодах, семенах
- г) включение ЭМП в органические вещества растений

10. Микроэлементы в растительных тканях обнаруживаются в форме:

- а) органических соединений
- б) оксидов
- в) ионов
- г) солей

## **РАЗДЕЛ 6. ОБМЕН И ТРАНСПОРТ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В РАСТЕНИЯХ**

### *Работа 18. Превращение веществ при прорастании семян*

При прорастании семян запасные питательные вещества (белки, жиры, крахмал) при участии ферментов превращаются в более простые соединения, которые транспортируются к точкам роста проростка и используются для обеспечения его жизнедеятельности. Для того чтобы установить каким превращениям подвергаются запасные вещества при прорастании, следует сопоставить химический состав не проросших и проросших семян.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА:** проросшие и сухие семена пшеницы и подсолнечника растирают в четырех ступках. Затем материал помещают в пробирки и заливают водой, нагревают на водяной бане. Вытяжку сливают в чистые пробирки, приливают равный объем фелинговой жидкости и доводят до кипения. По количеству образовавшегося осадка дают оценку содержания редуцирующих сахаров. К оставшемуся осадку в пробирках приливают раствор йода и по интенсивности окраски дают оценку содержания крахмала.

Делают срезы на не проросших и проросших семенах подсолнечника, помещают на предметное стекло в капли раствора краски судан, накрывают покровным стеклом. Через 5 минут промывают срезы водой, рассматривают под микроскопом и дают оценку содержания жира по количеству и размерам капель, окрашенных в красный или оранжевый цвет. Для микроскопирования крахмальных зерен пшеницы препаративной иглой из разрезанной вдоль зерновки пшеницы берут крупинку эндосперма вблизи зародыша, растирают в капле воды на предметном стекле, рассматривают на большом увеличении.

Результаты заносят в таблицу, оценивая содержание крахмала, жира и сахара по пятибальной системе.



Работа 19. *Обнаружение гидролитического фермента амилазы в прорастающих семенах*

При прорастании семян происходит индукция гидролитических ферментов катализирующих распад сложных запасных питательных веществ (белков, жиров и углеводов). Об активности фермента можно судить по накоплению конечных продуктов распада или исчезновения исходных продуктов, подвергаемых превращениям.

Амилаза – гидролитический фермент, катализирующий гидролиз крахмала до мальтозы. Активность амилазы оценивают по скорости распада крахмала в инкубационной смеси, состоящей из ферментной вытяжки и раствора крахмала.

СУЩНОСТЬ МЕТОДА: 10 г проросших измельченных семян пшеницы смешивают с 50 мл воды. Полученную суспензию выдерживают на водяной бане при  $T\ 35^{\circ}\text{C}$  в течении 30 минут для извлечения амилазы, после чего фильтруют. Далее берут две пробирки с 10 мл 2% раствора крахмала, в одну из них приливают 1 мл ферментной вытяжки (опыт), а во вторую 1 мл воды (контроль). Пробирки помещают на водяную баню при  $T\ 60^{\circ}\text{C}$  на 10 минут. При этом в опытной пробирке вследствие работы амилазы часть крахмала разрушается. После окончания инкубации оценивают количество крахмала в пробирках калориметрически. Для этого отбирают 5 мл крахмала и переносят в пробирку с 10 мл воды и 3 каплями йода. Аналогичные опыты проводят с не проросшими семенами пшеницы. Затем измеряют оптическую плотность окрашенных растворов (желтый свето-фильтр) и рассчитывают активность амилазы по формуле:

$$X = \frac{(E_{\text{кон}} - E_{\text{оп}})}{E_{\text{кон}}}$$

где: X - активность амилазы в баллах

$E_{\text{кон}}$  и  $E_{\text{оп}}$  – показатель оптической плотности соответственно контрольной и опытной пробирок

## Результаты опыта

Варианты	Екон	Еоп	X, баллов

## Записи при выполнении работы

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

## Контрольные вопросы

1. Каким превращениям подвергаются запасные питательные вещества в семенах? Какие ферменты катализируют эти превращения?
2. Каким образом можно обнаружить активность гидролитических ферментов в прорастающих семенах?



## Вопросы для практических занятий (самостоятельная работа)

### Раздел 6. Обмен и транспорт органических веществ в растениях

#### Тема 6.1. Обмен аминокислот и белков

- Охарактеризовать общую схему:
  - восходящей ветви обмена аминокислот и белков
  - нисходящей ветви обмена аминокислот и белков
  - биосинтеза аспарагиновой кислоты
  - биосинтеза глутаминовой кислоты
  - биосинтеза аспарагина
  - биосинтеза глутамина
  - трансаминирования
  - трансамидирования
  - биосинтеза белка
  - гидролиза белка
  - дезаминирования аминокислот
  - путей утилизации продуктов диссимиляции белковых веществ
- Роль в обмене белковых веществ:
  - ДНК
  - м-РНК
  - т-РНК
  - рибосом
  - аминоацил-т-РНК-лигазы
  - глутаматдегидрогиназы
  - глутаминсинтетазы
  - трансаминазы
  - протеазы

#### Тема 6.2. Обмен углеводов

- Охарактеризовать общую схему:
  - восходящей ветви обмена углеводов
  - нисходящей ветви обмена углеводов
  - биосинтеза и взаимопревращений гексозофосфатов
  - биосинтеза и взаимопревращений пентозофосфатов
  - биосинтеза нуклеотид-сахаров (АДФ-глюкозы)
  - биосинтеза крахмала
  - гидролиза крахмала
  - фосфоролиза крахмала
  - диссимиляции моносахаридов (глюкозы)
  - путей утилизации продуктов диссимиляции углеводов

4. Какие реакции обмена углеводов катализирует:

- |                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| 1. альдолаза              | 5. крахмалсинтетаза |
| 2. триозофосфатизомераза  | 6. амилаза          |
| 3. гексозофосфатизомераза | 7. мальтаза         |
| 4. пентозофосфатизомераза | 8. фосфоорилаза     |

### Тема 6.3. Обмен липидов

5. Охарактеризовать общую схему:

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. восходящей ветви обмена липидов | 8. биосинтеза гликолипидов                        |
| 2. нисходящей ветви обмена липидов | 9. гидролиза жиров                                |
| 3. биосинтеза глицерина            | 10. окисления глицерина                           |
| 4. биосинтеза жирных кислот        | 11. окислительного распада жирных кислот          |
| 5. биосинтеза фосфатидной кислоты  | 12. превращение жиров в углеводы                  |
| 6. биосинтеза жиров                | 13. путей утилизации продуктов диссимиляции жиров |
| 7. биосинтеза фосфатидов           |   |

### Тема 6.4. Взаимосвязь обменных процессов и транспорт органических веществ в растениях

6. Охарактеризовать основные обменные процессы в:

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| 1. листьях              | 5. формирующихся корне- и клубнеплодах |
| 2. корнях               | 6. прорастающих корне- и клубнеплодах  |
| 3. созревающих семенах  |  |
| 4. прорастающих семенах |  |

7. Охарактеризовать:

- |  |  |
|--|--|
| 1. направление транспорта органических веществ в растениях | 5. механизм, регулирующий скорость транспорта ассимилянтов по флоэме |
| 2. строение и функцию флоэмы                               | 6. механизм распределения ассимилянтов по точкам потребления         |
| 3. механизм транспорта веществ по флоэме                   |  |
| 4. транспортную форму органических веществ                 |  |

8. Каков состав:

- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. конституционных веществ в клетке | 4. запасных веществ в корне-плодах |
| 2. запасных веществ в семенах       | 5. запасных веществ в клубнях      |
| 3. запасных веществ в сочных плодах | 6. запасных веществ в луко-вицах   |

Задания в тестовой форме по разделу  
**Обмен и транспорт органических веществ в растениях**

1. Совокупность всех биохимических реакций, связанных с биосинтезом, называют:

- а) обменом веществ
- б) метаболизмом
- в) диссимиляцией
- г) ассимиляцией

2. Совокупность всех биохимических реакций, связанных с распадом сложных веществ до более простых, называют:

- а) обменом веществ
- б) метаболизмом
- в) диссимиляцией
- г) ассимиляцией

3. Органические вещества, из которых построены клеточные структуры, называют:

- а) запасными    б) конституционными    в) метаболитами

4. Ассимиляты из листьев перемещаются в другие органы по:

- а) ксилеме
- б) флоэме
- в) межклетникам
- г) апопласту

5. Какие соединения являются основными запасными веществами сочных плодов и корнеплодов:

- а) глюкоза    б) сахароза    в) крахмал    г) белки    д) жиры

6. Органические вещества, образующиеся при диссимиляционных процессах в прорастающих семенах, называют:

- а) запасными
- б) конституционными
- в) метаболитами

7. Гидролиз жиров осуществляет фермент:

- а) мальтаза
- б) амилаза
- в) липаза
- г) протеаза

8. Транспортной формой флоэмного транспорта органических веществ являются:

- а) белки
- б) аминокислоты
- в) сахароза
- г) крахмал
- д) амиды
- е) нуклеотиды

9. Как распределяются ассимиляты в старых (закончивших рост) листьях:

- а) транспортируются в другие органы
- б) используются на синтез конституционных веществ в листьях
- в) используются на дыхание
- г) запасаются в листьях

10. Какие обменные процессы обнаруживаются в прорастающих семенах:

- а) дыхание
- б) синтез конституционных веществ
- в) синтез запасных веществ
- г) первичная ассимиляция ЭМП
- д) диссимиляция запасных веществ

## РАЗДЕЛ 7. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

Работа 20. *Определение показателей набухания коллоидных систем семян*

Поступление воды в сухие семена обусловлено способностью коллоидных гидрофильных систем семян поглощать воду, при этом коллоиды увеличиваются в размерах

(набухают). Особую роль в процессе набухания семян играют белковым коллоидам.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА:** навеску сухих семян массой 5–15 г заливают водой и оставляют на сутки, при этом семена поглощают воду. Набухшие семена взвешивают и рассчитывают показатели набухания семян:

1. Относительный прирост массы семян при набухании рассчитывают по формуле:

$$Пм = \frac{Мн * 100}{Мс}$$

где: Пм – относительный прирост массы семян при набухании, %  
Мс и Мн – масса соответственно сухих и набухших семян, г

2. Удельный потенциал набухания семян рассчитывают по формуле:

$$Руд = \frac{Мн - Мс}{Мс}$$

где: Руд – удельный потенциал набухания, условных единиц  
Мс и Мн – масса соответственно сухих и набухших семян, г

### Результаты опыта

Объект исследования	Мс, г	Мн, г	Пм, %	Руд.



Работа 21. *Определение автолитической активности в прорастающих семенах*

В процессе прорастания семян происходит активизация гидролитических процессов: при этом гидролитические ферменты расщепляют собственные запасные вещества семени (автолиз), продукты гидролиза этих веществ используются для питания развивающегося проростка. Автолитическая активность семян оценивается по количеству водорастворимых продуктов, образованных в семенах в процессе гидролиза запасных питательных веществ.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА:** 1 г измельченных семян, проращиваемых 1-5 суток, помещают в стакан с 10 мл воды и выдерживают на водяной бане при температуре 57°C в течении 1 часа. В процессе инкубации происходит ферментативный распад запасных белков, крахмала и других полимерных веществ в водорастворимые продукты гидролиза, которые накапливаются в экстракте. Концентрация водорастворимых веществ в экстракте определяют рефрактометрически. Для этого 2-3 капли отфильтрованного экстракта помещают на призму рефрактометра и по шкале прибора считывают показатель преломления света экстрактом. Затем по номограмме находят процентное содержание водорастворимых веществ, соответствующее показателю величины преломления света экстрактом.

Расчет автолитической активности ведут по формуле:

$$X = a \cdot 10$$

где: X - автолитическая активность семян, в г водорастворимых веществ в пересчете на 100 г семян  
a - процент водорастворимых веществ в экстракте, найденный по показателю преломления света (г), измеренного рефрактометром.





## *Работа 22. Периодичность роста побегов у древесных растений*

Однолетний побег у древесных растений развивается из почки: весной почка распускается и дает начало побегу – стеблю с листьями и почками. Побег растет неравномерно: вначале наблюдается медленный рост, затем скорость роста увеличивается и достигает максимума, после чего начинает снижаться. Периодичность роста приводит к тому, что междоузлия, образующиеся по мере нарастания побега, имеют неодинаковую длину: их размеры увеличиваются от основания побега к середине и снова уменьшаются к верхушке. Об интенсивности роста стебля в тот или иной период роста можно судить по длине междоузлий, формируемых побегом к тому времени.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА:** берут однолетний побег, измеряют длину каждого междоузлия, начиная от основания побега. Далее измеряют длину стебля – от основания до очередного узла. Первые измерения используют для характеристики динамики прироста, а вторые – для характеристики динамики увеличения длины стебля в онтогенезе. По результатам измерения строят графики, характеризующие динамику определяемых показателей ростовой функции стебля в онтогенезе побега. При этом для графической характеристики динамики изменения показателей прироста стебля используют величины линейных размеров междоузлий, а для характеристики динамики линейных размеров стебля в онтогенезе побега – показатели длины стебля от его основания до каждого очередного узла.

Строят кривую роста междоузлий (динамика изменения длины междоузлий в онтогенезе побега) и побега в целом (динамика увеличения длины стебля в онтогенезе побега).

Используя построенные графики, определяют временные параметры максимальных показателей прироста стебля от его основания до каждого очередного узла.



*Работа 23. Защитное действие сахаров на протоплазму при воздействии отрицательных температур*

Повреждающее действие отрицательных температур на растительные ткани связано с обезвоживанием клеток, вода из которых оттягивается образующимися в межклетниках кристаллами льда. Устойчивость коллоидов протоплазмы может быть повышена сахарами, наличие которых повышает вододерживающую способность клеток и их стойкость к низким температурам.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА:** из корнеплода столовой свеклы высекают цилиндры, промывают их проточной водой. Берут 4 пробирки и помещают в них высечки. В первую и во вторую пробирки наливают по 5 мл дистиллированной воды, в третью – 5 мл 0,5 м раствора сахарозы, в четвертую – 5 мл 1 м раствора сахарозы. Первую пробирку оставляют в качестве контроля, а остальные помещают на 20 минут в охлажденную смесь, состоящую из трех частей льда и одной части поваренной соли (температура данной смеси снижается до  $-20^{\circ}\text{C}$ ). Через 20 минут пробирки переносят в стакан воды комнатной температуры для размораживания. При этом в зависимости от степени повреждения клеток жидкость в пробирках в большей или в меньшей степени будет окрашена клеточным соком. Для оценки степени проницаемости клеток, как показателя их повреждения низкими температурами, измеряют на фотоэлектроколориметре показатели оптической плотности жидкости в пробирках.

Результаты опыта

Варианты опыта	Показатель оптической плотности	Проницаемость тканей в опытных вариантах, в % от контроля
Контроль (H <sub>2</sub> O)		
(H <sub>2</sub> O)		
0,5 м сахарозы		
1 м сахарозы		



## Работа 24. *Определение жаростойкости растительных тканей*

Метод основан на определении температуры коагуляции белков цитоплазмы, извлеченных из тканей. У жаростойких растений коагуляция белков происходит при более высоких температурах, чем у жарочувствительных.

**СУЩНОСТЬ МЕТОДА:** около 5 г листьев растирают в ступке с 20 мл воды, суспензию центрифугируют в течении 10 минут (4 тыс. оборотов). Центрифугат делят на две пробирки: одну помещают на водяную баню при температуре 20°C, вторую оставляют для сравнения. Температуру водяной бани постепенно повышают. При каждом подъеме температуры на 5°C сравнивают состояние растворов белка в пробирках. С появлением помутнения в опытной пробирке (коагуляция белков) опыт заканчивают, отмечая температуру, при которой началась коагуляция белков.

### Результаты опыта

Варианты	T °C коагуляции белков	Степень жароустойчивости тест - растений

### Записи при выполнении работы

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

### Контрольные вопросы

1. В чем сущность повреждающего действия высоких температур на растения?

2. В чем сущность метода оценки жаростойкости растений, использованного при выполнении данной работы?

## Вопросы для практических занятий (самостоятельная работа)

### Раздел 7. Рост и развитие растений

#### Тема 7.1. Физиология роста

1. Охарактеризовать сущность понятия:

- |                            |                        |
|----------------------------|------------------------|
| 1. рост                    | 7. гетерозис           |
| 2. органогенез             | 8. полиплоидия         |
| 3. покой                   | 9. апикальный рост     |
| 4. циркадная ритмика роста | 10. базальный рост     |
| 5. глубокий покой          | 11. интеркалярный рост |
| 6. вынужденный покой       | 12. конус нарастания   |

2. Охарактеризовать сущность понятия:

- |                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| 1. тропизмы               | 7. фототропизм      |
| 2. положительные тропизмы | 8. гидротропизм     |
| 3. отрицательные тропизмы | 9. формообразование |
| 4. хемотропизм            | 10. морфозы         |
| 5. геотропизм             | 11. Фотоморфозы     |
| 6. геоморфозы             | 12. хемоморфозы     |

3. Охарактеризовать сущность понятия:

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. настии                   |                             |
| 2. нутации                  |                             |
| 3. термонастии              | 8. коррелятивное торможение |
| 4. фотонастии               | 9. регенерации              |
| 5. никтинастии              | 10. полярность органов      |
| 6. хлороз                   | 11. каллус                  |
| 7. коррелятивная стимуляция | 12. ростовые корреляции     |

4. Дать характеристику:

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| 1. критериям роста клетки              | 7. первой фазе роста клетки  |
| 2. критериям роста органов             | 8. второй фазе роста клетки  |
| 3. критериям роста целостного растения | 9. третьей фазе роста клетки |
|  | 10. временной функции роста  |

4. механизму ростовых корреляций
5. фитогормонам.
6. механизму регенерационных процессов
11. механизму ростовых движений
5. Какое влияние на рост оказывает:
- |                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| 1. температура                   | 7. ауксины      |
| 2. свет                          | 8. гиббереллины |
| 3. водообеспеченность            | 9. цитокинины   |
| 4. минеральное питание           | 10. абсцизины   |
| 5. взаимодействие факторов роста | 11. этилен      |
6. возрастное состояние организма (органа)

### Тема 7.2. Физиология развития

6. Дать характеристику:
1. этапам онтогенеза
  2. условиям, необходимым для прорастания семян
  3. биохимическим процессам в прорастающих семенах
  4. показателям жизнеспособности семян
  5. особенностям роста зародышевых органов при прорастании семян двудольных растений
7. Дать характеристику:
1. строения цветка
  2. процессу опыления
  3. процессу оплодотворения
  4. процессу формирования семян
  5. процессу формирования сочных плодов
  6. процессу формирования клубней
  7. процессу формирования корнеплодов

### Тема 7.3. Регуляторные механизмы развития

8. Охарактеризовать сущность понятия:

1. фотопериодизм
2. термопериодизм
3. фитохром
4. фитогормоны
5. генетическая программа развития
6. стабильно-блокированные гены
7. конститутивные гены
8. регулируемые гены
9. дифференциальная активность генов
10. генотип
11. онтогенез
12. гормональный комплекс
13. растения длинного дня
14. растения короткого дня

9. Какие эффекты развития контролируют:

- |                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| 1. свет               | 6. гиббереллины |
| 2. фотопериод         | 7. цитокинины   |
| 3. низкие температуры | 8. абсцизины    |
| 4. термопериод        | 9. этилен       |
| 5. ауксины            |                 |

10. Дать характеристику:

1. основным положениям гормональной теории развития
2. основным положениям теории циклического строения и омоложения растений
3. понятию «собственный» и физиологический возраст органа
4. агротехническим приемам управления развитием растений
5. хирургическим приемам управления развитием растений
6. синтетическим ауксинам
7. ретардантам
8. этиленпродуцентам
9. дефолиантам
10. десикантам



## Тема 7.4. Приспособление и устойчивость растений

11. Каковы причины и характер повреждения растений:

1. низкими положительными температурами
2. отрицательными температурами
3. неблагоприятными зимними факторами
4. высокими температурами
5. засухой
6. засолением почвы

12. Охарактеризовать сущность понятия:

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. холодостойкость    | 4. жаростойкость      |
| 2. морозоустойчивость | 5. засухоустойчивость |
| 3. зимостойкость      | 6. солеустойчивость   |

13. Какие физиолого-биохимические механизмы обеспечивают растениям повышенную:

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. холодостойкость    | 4. жаростойкость      |
| 2. морозоустойчивость | 5. засухоустойчивость |
| 3. зимостойкость      | 6. солеустойчивость   |

14. Каковы пути повышения:

1. холодостойкости растений
2. морозоустойчивости растений
3. зимостойкости растений
4. жаростойкости растений
5. засухоустойчивости растений
6. солеустойчивости растений

## Тема 7.5. Физиология и биохимия формирования качества урожая сельскохозяйственных культур

15. Содержание каких веществ определяет качество урожая:

- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| 1. злаковых зерновых культур | 5. кормовых трав           |
| 2. зернобобовых культур      | 6. клубней картофеля       |
| 3. масличных культур         | 7. овощных культур         |
| 4. корнеплодов               | 8. плодово-ягодных культур |

16. Охарактеризовать влияние внешних факторов на качество урожая

- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| 1. злаковых зерновых культур | 5. кормовых трав           |
| 2. зернобобовых культур      | 6. клубней картофеля       |
| 3. масличных культур         | 7. овощных культур         |
| 4. корнеплодов               | 8. плодово-ягодных культур |

17. Охарактеризовать динамику накопления запасных питательных веществ в урожае

- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| 1. злаковых зерновых культур | 5. кормовых трав           |
| 2. зернобобовых культур      | 6. клубней картофеля       |
| 3. масличных культур         | 7. овощных культур         |
| 4. корнеплодов               | 8. плодово-ягодных культур |

18. Какое влияние оказывает оптимизация минерального питания на показатели качества урожая?

- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| 1. злаковых зерновых культур | 5. кормовых трав           |
| 2. зернобобовых культур      | 6. клубней картофеля       |
| 3. масличных культур         | 7. овощных культур         |
| 4. корнеплодов               | 8. плодово-ягодных культур |

Задания в тестовой форме по разделу

### **Рост и развитие растений**

1. Какие органы растений характеризуются апикальным ростом:

- а) стебель б) лист в) корень г) плод

2. График, характеризующий динамику линейных размеров органа на протяжении периода его роста, имеет вид:

- а) кривой с максимумом  
б) двухвершинной кривой  
в) S – образной кривой

3. Повышенная засухоустойчивость растений обеспечивается:

- а) развитием мощной корневой системы

б) низкой водоудерживающей способностью тканей  
в) высоким осмотическим давлением клеточного сока в корнях

- г) высокой скоростью транспирации
- д) относительно высоким содержанием связанной воды

4. Повышенная жаростойкость растений обеспечивается:

- а) высокой скоростью транспирации
- б) высоким содержанием сахаров в клетке
- в) устойчивостью белков к тепловой коагуляции
- г) высокой водоудерживающей способностью листьев

5. На второй фазе закаливания растений к отрицательным температурам происходит:

- а) увеличение доли свободной воды в клетках
- б) увеличение содержания сахаров в тканях
- в) частичная потеря внутриклеточной воды
- г) усиление скорости обмена веществ в тканях

6. Физиологический возраст однолетнего побега увеличивается при передвижении:

- а) от нижнего яруса дерева к верхнему
- б) от центра к периферии кроны
- в) от периферии кроны к центру
- г) от верхнего яруса к нижнему

7. Замедляют генеративное развитие и старение растений (т.е. созревание урожая) следующие факторы:

- а) ограниченное минеральное питание
- б) ограниченная водообеспеченность
- в) удаление молодых побегов
- г) усиленное минеральное питание
- д) оптимальная водообеспеченность
- е) удаление стареющих побегов

8. Для прорастания семян обязательны следующие факторы:

- а) тепло
- б) свет

- в) вода
- г) кислород
- д) минеральное питание
- е) жизнеспособный зародыш

9. Период онтогенеза завершающий развитие растений и характеризующийся прогрессирующим снижением их жизненных функций, составляет:

- а) ювенильный этап
- б) эмбриональный этап
- в) этап старения
- г) этап зрелости
- д) этап размножения

10. Каким превращениям подвергаются запасные вещества в прорастающих семенах:

- а) синтез
- б) окисление
- в) гидролиз
- г) гидратация
- д) гидрирование

## Глоссарий

Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) - нуклеофосфат, состоящий из азотистого основания (аденина), пентозы (рибозы) и трех молекул фосфорной кислоты.

Активный транспорт - транспорт веществ через мембрану с затратой энергии, идущий против градиента электрохимического потенциала.

Аллелопатия – взаимное влияние растений различных видов, осуществляющееся через выделяемые продукты метаболизма.

Анаболизм- ассимиляция, совокупность химических процессов. Направленных на образование и обновление структурных частей клеток и тканей.

Антагонизм ионов - взаимное влияние ионов. В целом ряде случаев добавление одного иона угнетает поступление другого.

Апопласт - совокупность клеточных стенок и межклетников растения.

Ассимиляты - первичные органические вещества, образующиеся в процессе фотосинтетической фиксации и восстановления диоксида углерода в растении.

Водный баланс растений - соотношение между поглощением и испарением воды.

Водный дефицит - разница между содержанием воды в период максимального насыщения ею тканей и содержанием воды в растении в данное время

Гидропоника - выращивание растений на водных питательных растворах.

Гипертонический раствор - раствор, имеющий осмотиче-

ское давление более высокое, чем осмотическое давление клеточного сока.

Гипоксия – кислородное голодание, обусловленное недостаточным снабжением тканей кислородом или нарушение его использования в тканях.

Гипотонический раствор- раствор, имеющий осмотическое давление ниже, чем давление клеточного сока.

Гликолиз – бескислородный распад глюкозы на две молекулы пировиноградной кислоты (ПВК).

Гормоны цветения - гиббереллины, антезин, вызывающие цветение растений.

Гравитационная вода вода, заполняющая крупные поры и капилляры почвы большого диаметра и подчиняется в своем движении действию силы тяжести.

Гуттация - выделение воды в виде жидкости на поверхности листьев, когда воздух насыщен водяными парами.

Деплазмолиз - явление, обратное плазмолизу, при этом цитоплазма занимает прежнее положение.

Диффузия - процесс, ведущий к равномерному распределению молекул растворенного вещества и растворителя.

Дыхание - аэробный окислительный процесс распада органических соединений на простые, неорганические, сопровождаемый выделением энергии.

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

Жаростойкость растений - растения, способные выносить повышенные температуры.

Закаливание - это обратимое физиологическое приспособление к неблагоприятным воздействиям, происходящее под влиянием определенных внешних условий.

Засоление - повышенное содержание в почве солей, оказывающих вредное и даже губительное влияние на растительный организм.

Изотонический раствор – раствор, имеющий осмотическое давление, равное осмотическому давлению клеточного сока.

Интенсивность дыхания - количество поглощенного кислорода или выделившегося углекислого газа единицу времени (1 час) на единицу массы (1 г).

Интенсивность транспирации - количество воды граммах, испаренной с  $1\text{ м}^2$  поверхности листьев за 1 час.

Капиллярная вода - вода, сосредоточенная в капиллярах почвы, и ее доступность тем выше, чем больше диаметр капилляра.

Коллоидно-связанная вода - вода, связываемая молекулами биополимеров.

Компартментация - расчленение полости клетки или протопласта оргanelлами или мембранами на отдельные изолированные ячейки.

Компенсационная точка - освещенность, при которой интенсивность фотосинтеза равна интенсивности дыхания.

Корреляция – согласованное взаимодействие органов растения, регулируемое метаболитами общего типа или фитогормонами и обеспечивающее гармоничный рост и развитие расти-

тельного организма в целом.

Корневое давление - сила, вызывающая в растении односторонний ток воды с растворенными веществами, не зависящая от процесса транспирации.

КПД фотосинтеза - количество запасаемой энергии в виде сухого вещества, накапливаемое листом за определенный промежуток времени.

Листовой индекс (ЛИ) - отношение общей площади листьев растений к площади посева. ЛИ варьирует от 1 до 8. У большинства растебний составляет 3-5.

Мембрана - высокоизбирательный барьер для различных ионов и молекул, которые движутся самопроизвольно в направлении энергетического и осмотического градиента.

Метаболиты – продукты жизнедеятельности клеток.

Морозоустойчивость растений - способность растений выносить действие низких отрицательных температур.

Настии - движение органов растения, вызываемое раздражителем, не имеющим строгого направления, а действующим равномерно на все растения.

Осмоз - односторонняя диффузия молекул воды или другого растворителя через полупроницаемую мембрану.

Осмотическое давление - это сила, которую необходимо приложить, чтобы помешать проникновению воды в раствор, отделенного от него полупроницаемой мембраной.

Пасока - вода с растворенными веществами.

Пассивный транспорт - транспорт веществ через мембра-



ну без затраты энергии, по градиенту электрохимического потенциала.

Пиноцитоз - поглощение клеткой капель жидкости или твердых частиц путем образования впячиваний цитоплазмы внутрь клетки.

Плазмолиз - процесс отделения протопласта от клеточной стенки под действием раствора большей концентрации, чем концентрация клеточного сока.

Плазмалемма - наружная цитоплазматическая мембрана, отделяющая клеточную стенку от цитоплазмы.

Плач растений - вытекание жидкости в результате пореза, что связано с наличием одностороннего тока воды через корневые системы, не зависящего от транспирации.

Пленочная вода - вода, окружающая коллоидные частицы почвы.

Покой - стояние целого растения или отдельных органов, когда отсутствует видимый рост.

Полярность - специфическая ориентация процессов и структур в пространстве, приводящая к возникновению морфологических и физиологических градиентов и выражающиеся в различиях свойств на противоположных концах клеток, тканей, органов и всего растения.

Продуктивность транспирации - количество граммов сухого вещества, накопленного в растении при испарении 1000 г воды.

Развитие - качественные изменения в структуре и функциональной активности растения и его частей в онтогенезе.

Ретарданты - синтетические ингибиторы роста.

Реутилизация - повторное использование растением тех или иных элементов питания

Рост - процесс новообразования элементов структуры организма

Симпласт - совокупность протопласт всех клеток, соединенных плазмодесмами.

Тилакоиды - фотосинтетическая мембрана, в которой сосредоточен фотосинтетический аппарат.

Тонoplast - внутренняя цитоплазматическая (вакуолярная) мембрана, отделяющая вакуоль от цитоплазмы.

Транспирационный коэффициент - количество граммов воды, израсходованной растением на образование 1 г сухого вещества.

Транспирация - физиологический процесс испарения воды надземными органами растений.

Тропизмы - изменения положения органов, вызываемые односторонне действующим внешним раздражителем.

Тургор - состояние напряжения клеточной оболочки.

Тургорное давление - давление протопласта на клеточную оболочку.

Урожай биологический - масса органического вещества, образованного всеми растениями на гектар почвы в течение вегетационного периода.

ФАР (фотосинтетически активная радиация) - участок видимого спектра, поглощаемый пигментами хлоропластов

(380...700 нм).

Фитогормоны - вещества, действующие в ничтожных количествах, образующиеся в одних органах и оказывающие регуляторное влияние на какие-либо физиологические процессы в других органах растения.

Фитохром - пигмент из группы хромопротеидов.

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

Фотодыхание - активируемое светом и высокой температурой процесс поглощения кислорода и высвобождения углекислого газа.

Фотопериодизм - реакция растения на соотношение продолжительности дня и ночи, связанная с приспособлением онтогенеза к сезонным изменениям внешних условий.

Фотосинтез - процесс образования органического вещества из неорганических веществ - углекислого газа и воды, осуществляющийся на свету, при участии пигментной системы растений.

Фотосинтетическое фосфорилирование - синтез АТФ за счет энергии света.

Фотосистема - совокупность молекул пигментов (фотосинтетическая единица) совместно с определенными белками-переносчиками электронов.

Хозяйственный урожай - доля сухого вещества, ради которого выращивают растения (плоды, семена, клубни и др.).

Холодостойкость растений - способность растений выносить действие пониженных положительных температур.

Цикл Кребса - аэробная фаза дыхания, в процессе которой происходит окисление пировиноградной кислоты до конечных продуктов: углекислого газа и воды и высвобождением энергии.

ЭТЦ (электронтранспортная цепь) - процесс переноса электронов, акцептированных НАД и ФАД и передающихся по цепи к кислороду.

Яровизация - свойство озимых однолетних и двулетних растений ускорять переход к заложению цветков после действия на них пониженных температур в течение определенного времени.

## Литература

### Основная

1. Третьяков Н.Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений. М.: КолосС, 2005.
2. Практикум по физиологии растений / под ред. Н.Н.-Третьякова. М.: КолосС, 2003.

### Дополнительная

3. Каюмов М.К. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений. М.: РГАЗУ, 2004.
4. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Абрис, 2011.
5. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Высш. Шк, 2005.
6. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений: учеб. для вузов. М.: Юрайт, 2016. Т. 1, 2. 437 с.
7. Якушкина Н.И., Бахтеенко Е.Ю. Физиология растений. М.: Владос, 2005. 463 с.
8. Ботаника. В 4 т. Т. 2. Физиология растений: учеб. для вузов / П. Зитте, Э. В. Вайлер, Й. В. Кадерайт, А. Брезински, К. Кёрнер; под ред. В. В. Чуба. М.: Академия, 2008. 496 с.

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Электронно-библиотечная система Изд-ва «Лань»: <http://www.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс Руконт»: <http://rucont.ru>
3. Научная электронная библиотека: <http://eLIBRARY.RU>
4. Бесплатная электронная Интернет-библиотека по всем областям знаний: <http://www.zipsites.ru/>
5. Интернет-библиотека IQlib: <http://www.iqlib.ru>
6. Российский федеральный образовательный портал: <http://www.edu.ru/>
7. Национальная энциклопедическая служба: <http://www.bse.chemport.ru/>

8. Словари и энциклопедии ON-Line:  
<http://dic.academic.ru/>
9. Тематический словарь Глоссарий.ру : <http://glossary.ru/>
10. Сайт Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки: <http://www.cnsnb.ru>
11. Биология и медицина: <http://medbiol.ru>
12. Микробиология: <http://microbiology.ucoz.org/>
13. <http://fizrast.ru/>
14. <http://elibrary.ru/>
15. Библиотека по естественным наукам РАН:  
<http://www.benran.ru;>
16. Электронно-библиотечная система Брянской ГСХА:  
<http://www.bgsha.com/ru/index.php>

Учебное издание

Милехина Наталья Витальевна

# **Физиология и биохимия растений**

учебно-методическое пособие  
для лабораторно-практических занятий и самостоятельной работы  
(с элементами дидактического материала)

по направлениям подготовки уровень высшего образования – бакалавриат  
35.03.04 Агрономия, профиль Луговые ландшафты и газоны;  
35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной  
продукции, профиль Технология производства, хранения и переработки  
продукции растениеводства;  
35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, профиль Агроэкология

Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 24.04.2018 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 5,98. Тираж 50 экз. Изд. № 5868.

---

Издательство Брянский Государственный Аграрный Университет  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ