

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Романчук Иван Сергеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 23.01.2025 15:52:28  
Уникальный программный ключ:  
6319edc2b582ffdacea443f01d5779368d0957ac34f5cd074d81181530452479

Приложение к рабочей  
программе дисциплины

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Наименование дисциплины	Физиология растений
Направление подготовки / Специальность	06.03.01. Биология
Направленность (профиль) / Специализация	Биология
Форма обучения	очная
Разработчики	Белозерова А.А., доцент Иванова А.Н., ассистент

## 1. Темы дисциплины для самостоятельного освоения обучающимися

По коллоквиумам «Фотосинтез. Дыхание», «Минеральное питание» часть вопросов выносятся на самостоятельное изучение.

### Рекомендации по подготовке:

Проанализировать основную и дополнительную литературу, интернет-ресурсы, подготовить конспект по вопросам, приведенным ниже.

#### УВ 15. Фотосинтез. Дыхание

Экология фотосинтеза. Зависимость фотосинтеза от внешних и внутренних условий и состояния организма. Влияние количества (интенсивности) и качества света (спектрального состава), температуры, концентрации CO<sub>2</sub>, водоснабжения, условий минерального питания. Суточный и дневной ход фотосинтеза. Кривые фотосинтеза в зависимости от факторов. Компенсационный пункт фотосинтеза.

Фотодыхание, химизм, локализация в клеточных структурах, физиологическая роль.

Фотосинтез и урожай. Продуктивность фотосинтеза. Урожай биологический и урожай хозяйственный, коэффициент хозяйственный. Пути повышения продуктивности растений.

Эволюция углеродного питания. Гетеротрофность и автотрофия. Этапы эволюции становления автотрофии – хеморедукция, фоторедукция, фотосинтез. Хемосинтез – боковая ветвь автотрофии, получившая развитие после появления биогенного кислорода. Круговорот углерода на Земле.

Коэффициент фосфорилирования Р/О и его величина (В. Скулачев). Механизм окислительного фосфорилирования. Теория химического сопряжения, конформационная теория и хемииосмотическая теория (А. Ленинджер, Э. Рекер, П. Митчелл, П. Бойер).

#### УВ 20. Минеральное питание растений

Микотрофный способ питания и растения с уклоняющимся типом питания (насекомоядные растения, паразиты и полупаразиты).

Усвоение молекулярного азота. Свободноживущие, симбиотрофные и ассоциативные азотфиксаторы. Клубеньковые бактерии рода *Rhizobium*. Молекулярный механизм азотфиксации. Нитрогеназа как мультиферментный комплекс, ее чувствительность к кислороду. Роль леглобина в работе фермента. Круговорот азота в природе.

### Критерии подготовки конспектов:

- полнота, системность и обобщенность знаний
- своевременность выполнения задания.

Рекомендуемая литература:

1. Якушкина, Н.И.. Физиология растений: учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 032400 "Биология"/ Н. И. Якушкина, Е. Бахтенко. - Москва: Владос, 2005. - 463 с.: ил.; 22 см. - (Учебник для вузов).
2. Кузнецов, В.В.. Физиология растений: учеб. для вузов по напр. "Агрехимия и агропочвоведение", "Агрономия"/ В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. - Москва: Высшая школа, 2005. - 736 с.
3. Физиология растений: учеб. для студ. вузов, обуч. по биол. спец./ ред. И. П. Ермаков. - 2-е изд., испр.. - Москва: Академия, 2007. - 640 с.
4. Ботаника: учеб. для студ. вузов, обуч. по биол. спец. : в 4 т./ авт.-сост. : П. Зитте [и др.]. - Москва: Академия. Т. 2: Физиология растений/ ред. В. В. Чуб ; пер. с нем. О. В. Артемьева. - 2008. - 496 с.

5. Мокроносков, А. Т.. Фотосинтез: физиолого-экологические и биохимические аспекты : учебник для студ. вузов, обуч. по биол. спец. напр. 020200 "Биология"/ А. Т. Мокроносков, В. Ф. Гавриленко, Т. В. Жигалова ; ред. И. П. Ермаков. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Академия, 2006. - 448 с.
6. Медведев С. С. Физиология растений: учебник / С. С. Медведев – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 512 с.
7. Веретенников, А. В. Физиология растений : учебник для вузов / А. В. Веретенников. — Москва : Академический проект, 2020. — 480 с. — ISBN 978-5-8291-3026-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/110106.html> (дата обращения: 25.12.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
8. Физиология растений : учебное пособие для студентов педагогических университетов [Электронный ресурс] / авт. – сост. А. В. Соколова. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2014. – 170с. Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=23511833> (дата доступа 28.11.2024)
9. Физиология растений: учебно-методическое пособие / И. С. Киселева, М. Г. Малева, Г. Г. Борисова [и др.]; под редакцией И. С. Киселевой. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2018. - 120 с. - ISBN 978-5-7996-2416-3. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/106541.html> (дата обращения: 28.11.2024). - Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 2. План самостоятельной работы

№ п/п	Учебные встречи	Виды самостоятельной работы	Форма отчетности/ контроля	Количество баллов	Рекомендуемый бюджет времени на выполнение (ак.ч.)
1.	УВ 3. Физиология растительной клетки	Подготовка и защита отчета по лабораторной работе	Отчет	5	1
		Повторение лекций по теме лабораторного занятия. Чтение дополнительной литературы.	Участие в обсуждении. Выполнение лабораторной работы.	6	1
2.	УВ 6. Водный режим растений	Подготовка и защита отчета по лабораторной работе	Отчет	6	1
		Подготовка терминов и понятий «Физиология растительной клетки» и «Водный режим растений»	Терминологический диктант	8	1
		Повторение лекций по теме лабораторного	Участие в обсуждении. Выполнение	5	1

		занятия. Чтение дополнительной литературы.	лабораторной работы.		
3.	УВ 9. Фотосинтез	Подготовка и защита отчета по лабораторной работе	Отчет	6	1
		Повторение лекций по теме лабораторного занятия. Чтение дополнительной литературы.	Участие в обсуждении. Выполнение лабораторной работы.	5	1
4.	УВ 12. Дыхание растений	Подготовка и защита отчета по лабораторной работе	Отчет	7	1
		Повторение лекций по теме лабораторного занятия. Чтение дополнительной литературы.	Участие в обсуждении. Выполнение лабораторной работы.	5	1
5.	УВ 15. Фотосинтез. Дыхание	Подготовка к коллоквиуму	Устный ответ, конспект	15	8
6.	УВ 18. Минеральное питание растений и устойчивость растений	Подготовка и защита отчета по лабораторной работе	Отчет	3	1
		Подготовка таблицы по микро- и макроэлементам	Представление заполненной таблицы	4	2
		Повторение лекций по теме лабораторного занятия. Чтение дополнительной литературы.	Участие в обсуждении. Выполнение лабораторной работы.	5	1
7.	УВ 20. Минеральное питание растений	Подготовка к коллоквиуму	Устный ответ, конспект	15	3
		Подготовка к тесту	Выполнение тестовых заданий (2 варианта)	5	2
8.	УВ 22. Дифференцированный зачет	Вопросы для подготовки	Устный ответ	0-100	8
	Итого:				42 часа

### **3. Требования и рекомендации по выполнению самостоятельных работ обучающихся, критерии оценивания**

Оценка СРС на практических занятиях включается в общую сумму баллов за работу на учебной встрече данного типа (ответы на вопросы для подготовки к коллоквиумам и тестированию; контроль владения терминами, используемыми при подготовке отчетов по лабораторным работам, при проведении терминологических диктантов; знание хода выполнения работ, правильность формулировки выводов, наличие и качество рисунков, поясняющих результаты работ и т.п.). Отчет сдается на проверку не позднее следующего занятия.

Темы лекций и лабораторных занятий, список основной и дополнительной литературы указаны в рабочей программе дисциплины (<https://sveden.utmn.ru/sveden/education/eduop/>), размещены в системе modeus (<https://utmn.modeus.org>).

#### **Рекомендации по подготовке отчета по лабораторной работе:**

1. Внимательно изучить ход выполнения работы, изложенный в практикуме по физиологии растений, определить цель эксперимента, обратить внимание на используемые материалы и оборудование, объект исследования.
2. Выполнить постановку эксперимента, соблюдая все требования к ходу выполнения работы.
3. Провести все необходимые учеты и наблюдения, проанализировать полученные результаты, сделать выводы.
4. Оформить отчет: указать название работы, ее цель, ход выполнения, материалы и оборудование, заполнить необходимые таблицы и расчеты, сделать рисунки, написать выводы.
5. Отчет сдается на проверку и защищается не позднее следующего занятия.

#### **Критерии оценивания подготовки отчета по лабораторной работе:**

- качество оформления отчета по работе (наличие всех структурных элементов – тема, цель, ход работы, рисунки, таблицы, расчеты, перечень материалов и оборудования, выводы; аккуратность оформления рисунков, заполнения таблиц);
- знание основных понятий и терминов, используемых в работе;
- владение ходом выполнения эксперимента.

#### **УВ 3. Физиология растительной клетки**

Выполнение лабораторных работ:

- 1) Получение искусственной клеточки «Траубе».
- 2) Явление плазмолиза и деплазмолиза.
- 3) Наблюдение колпачкового плазмолиза.
- 4) Определение водного потенциала рефрактометрическим методом.
- 5) Определение водного потенциала методом Шардакова.

#### **УВ 6. Водный режим растений**

Выполнение лабораторных работ:

- 1) Влияние внешних условий на процесс гуттации.
- 2) Сравнение транспирации хлоркобальтовым методом.
- 3) Определение относительной транспирации и интенсивности транспирации весовым методом (с помощью прибора Веска).
- 4) Определение интенсивности транспирации при помощи торзионных весов.

#### **УВ 9. Фотосинтез**

Выполнение лабораторных работ:

- 1) Флуоресценция хлорофилла.
- 2) Изучение спектров поглощения вытяжки пигментов.
- 3) Разделение пигментов по Краусу.
- 4) Омыление хлорофилла и отделение каротина.
- 5) Получение феофитина и восстановление металлорганической связи.
- 6) Быстрый способ разделения пигментов.
- 7) Образование крахмала на свету.
- 8) Необходимость  $\text{CO}_2$  для образования крахмала.
- 9) Значение хлорофилла для образования крахмала.
- 10) Образование низкомолекулярных (редуцирующих) углеводов в зеленых листьях на свету.

#### УВ 12. Дыхание растений

Выполнение лабораторных работ:

- 1) Определение интенсивности дыхания прорастающих семян.
- 2) Определение дыхательного коэффициента.
- 3) Окислительные ферменты дыхания.
- 4) Обнаружение редуцирующих ферментов при дыхании семян.
- 5) Обнаружение дегидрогеназ при спиртовом брожении.
- 6) Метод определения активности дегидраз с помощью вакуум-инфильтрации (по Пыльневу).
- 7) Определение активности каталазы в растительных объектах.

#### УВ 18. Минеральное питание и устойчивость растений

Выполнение лабораторных работ:

- 1) Подача амидов и аминокислот с пасокой.
- 2) Поступление минеральных веществ в растения.
- 3) Открытие нитратов в тканях растений.
- 4) Криопротекторное действие углеводов на цитоплазму.
- 5) Накопление сахаров в растениях при понижении температуры окружающей среды.
- 6) Защитное действие сахара на белки протоплазмы при отрицательных температурах.
- 7) Определение температурного порога коагуляции цитоплазмы (по П.А. Генкелю).

#### **Рекомендации по подготовке к коллоквиуму и тестированию:**

Изучить основную и дополнительную литературу, интернет-ресурсы по теме коллоквиума, продумать ответы на вопросы, приведенные ниже. Подготовку к коллоквиумам и тестированию рекомендуется начинать не позднее, чем за одну-две недели до учебной встречи.

#### **Критерии оценивания ответов на вопросы для подготовки к коллоквиумам:**

- полнота, системность и обобщенность знаний; владение терминологией;
- умение работать с различными источниками информации, применять термины, понятия для анализа и изложения материала.

#### **Критерии оценивания результатов тестирования:**

итоговая сумма баллов рассчитывается в соответствии с количеством полных правильных ответов за данный тип задания.

#### УВ 15. Фотосинтез. Дыхание.

Вопросы к коллоквиуму:

Общие представления о фотосинтезе. Суть фотосинтеза. Уравнение фотосинтеза, что оно отражает и его компоненты. Роль фотосинтеза в процессах энергетического и пластического обмена. Редокс-энергия фотосинтеза, энергия электрохимического потенциала и энергия

фосфатных связей, используемая в конструктивном обмене. Сопрягающие мембраны – основной компонент трансформации энергии.

Основные исторические этапы развития учения о фотосинтезе. Фотосинтез как глобальный процесс. Масштабы фотосинтетической деятельности в биосфере. Космическая роль зеленых растений.

Структурная организация фотосинтетического аппарата. Лист как орган фотосинтеза. Хлоропласты. Основные элементы структуры хлоропласта как эффективной ловушки солнечной энергии. Мембранный (ламеллярный) принцип организации, строение и электронно-микроскопическая структура: двойная мембрана, матрикс, граны, тилакоиды. Три континуума хлоропластов. Люмен – внутренняя полость тилакоида - основной протонный резервуар для создания градиента ( $\Delta\mu\text{H}^+$ ) в световых реакциях фотосинтеза. Типы пластид. Эволюция пластид, автономия хлоропластов и теория симбиогенеза. Онтогенез хлоропластов.

Состав пигментов фотосинтезирующих организмов. Методы выделения и разделения пигментов. Работы М. Цвета, адсорбционная хроматография. Хлорофиллы (a, b и др.): химическая структура, физические, оптические (спектральные) свойства и физиологическая роль. Хлорофилл-белково-липоидные комплексы хлоропласта и значение связи.

Химия биосинтеза хлорофилла, основные этапы, внешние и внутренние условия образования в растении. Каротиноиды. Химические свойства, спектры поглощения. Функции в фотосинтезе. Фикобилинопротеиды. Распространение, химическое строение. Спектральные свойства. Физиологические функции. Экологическое значение спектрально-различных форм пигментов и фотосинтезирующих организмов. Фотосинтез морских водорослей и теория хроматической адаптации. Качественные и количественные методы обнаружения и учета фотосинтеза. Единицы измерения фотосинтеза.

Основные этапы фотосинтеза по современным представлениям. Какие факты привели к пониманию фотосинтеза как сложного процесса, состоящего из световой и «темновой» фаз. Работы Блекмана. Фотохимические и энзиматические реакции. Скорости фаз фотосинтеза и зависимость их от температуры. Ассимиляционное число. Опыты с прерывистым освещением – как доказательство наличия двух фаз фотосинтеза. Совпадение спектров поглощения хлорофилла и спектра действия фотосинтеза – доказательство решающей роли участия зеленого пигмента (хлорофилла «а») в фотосинтетическом процессе.

Физическое разделение световой и «темновой» фаз фотосинтеза в эксперименте. Реакция Р. Хилла (фотолиз воды) как реакция, впервые проведенная *in vitro*, не связанная с фиксацией  $\text{CO}_2$  (именно световая реакция фотосинтеза). Происхождение кислорода фотосинтеза. Фотохимическая активность изолированных хлоропластов.

Природа световых реакций фотосинтеза. Участие хлорофилла в первичных процессах фотовозбуждения и электронно-возбужденные состояния (синглетные  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  и триплетное -  $T$ ). Пути дезактивации энергии возбужденных состояний (высвобождение тепла, флюоресценция, фосфоресценция) и сопряженность с последующими стадиями фотосинтеза. Обязательная необходимость сбора энергии квантов и механизм миграции энергии (индуктивный резонанс) в антенных светособирающих комплексах (ССК) к реакционным центрам (РЦ). Реакционные центры – пигменты P700 и P683 как димеры. Преобразование энергии в РЦ и первичное разделение зарядов (экситонный механизм). Окислительно-восстановительные превращения РЦ. Редокс-энергия.

Квантовый выход и 1-й и 2-й эффекты Эмерсона (красного падения и неаддитивного действия двух световых потоков). Представление о двух фотосистемах ФС I и ФС II и двух типах реакционных центрах (РЦ). Электрон-транспортная цепь (ЭТЦ) фотосинтеза. Основные функциональные компоненты переноса электрона при взаимодействии ФС I и ФС II. Акцепторные и донорные стороны РЦ (P700 и P683) и значение величины окислительно-восстановительного потенциала в иерархии расположения переносчиков ЭТЦ фотосинтеза. Циклические и нециклические потоки электронов.

Система фотоокисления воды и выделения  $\text{O}_2$ . Z-схема фотосинтеза. Создание градиента  $\Delta\mu\text{H}^+$  на границе матрикс-люмен тилакоида и образование АТФ. Фотофосфорилирование (ФФ):

циклическое и нециклическое. Как происходит фоторазложение воды при работе ЭТЦ фотосинтеза.

Исторические представления о темновых реакциях. Циклы превращения углерода при фотосинтезе (темновые реакции). Методы изучения фиксации CO<sub>2</sub> и метаболизма продуктов фотосинтеза. Работы М. Кальвина. Роль метода меченых атомов и двухмерной хроматографии. Основные реакции цикла Кальвина, их химизм. C<sub>3</sub>-путь (восстановительный пентозофосфатный цикл (ВПФ-цикл)). Природа первичного акцептора CO<sub>2</sub>. Ключевой фермент C<sub>3</sub>-цикла – РУБИСКО (рибулёзобифосфаткарбоксилазаоксигеназа), его основные функции. Использование продуктов световой фазы в основных стадиях цикла Кальвина. Химические продукты их последовательные превращения. Стадия карбоксилирования, восстановления и регенерации акцептора. Первичный синтез глюкозы, фруктозы, сахарозы, крахмала. Конечный и циклический характер превращения углерода при фотосинтезе.

Цикл Хетча-Слэка-Карпилова. Кооперативный фотосинтез.

САМ-тип метаболизма или метаболизм углерода по типу толстянковых. Экологическое значение путей фиксации CO<sub>2</sub>. Особенности растений с C<sub>3</sub>-, C<sub>4</sub>- и САМ-путями фотосинтеза, их сходство, различие, значение и распространение в природе. Наличие цикла Кальвина – обязательный общий этап для различных растений. Потоки метаболитов в хлоропласт и из него.

Суть дыхания. Определение, суммарное уравнение дыхания. Развитие учения о дыхании. Дыхание и горение. Дыхание как биологическое окисление. Значение дыхания. Две формы энергии, запасаемые при дыхании – АТФ и ΔμН<sup>+</sup>. Роль промежуточных продуктов дыхания в специфике метаболизма различных растений. Особенности дыхания у растений. Необходимость альтернативных путей в связи с прикрепленным образом жизни. Типы окислительно-восстановительных реакций при дыхании. Перекисная теория А. Баха, ее экспериментальное подтверждение, и теория дыхания В. Палладина о дегидрогеназах – переносчиках водорода, как основа современных представлений о механизмах активации кислорода воздуха и водорода дыхательного субстрата.

Три этапа основного пути дыхания организмов: а) гликолиз, б) цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса – ЦТК), в) окислительное фосфорилирование (ОФ) в электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) дыхания. Гликолиз, место прохождения, основные этапы. Анаэробные превращения конечного продукта гликолиза – пировиноградной кислоты (ПВК). Брожение и дыхание. Генетическая связь между этими процессами. Работы С. Костычева.

Структура митохондрий растений. Аэробная стадия дыхания (цикл Кребса). Последовательность окисления и восстановления органических кислот. Электрон-транспортная цепь митохондрий, ее расположение и основные компоненты. Путь электрона и водорода субстрата в ЭТЦ. Значение окислительно-восстановительного потенциала в расположении переносчиков. Альтернативные пути переноса электронов на кислород в ЭТЦ митохондрий и немитохондриальные пути терминального окисления у растений. Ферменты дыхания основные (оксидоредуктазы) и вспомогательные. Четыре мультиэнзимных комплекса митохондрии по Грину. Альтернативные пути – глиоксилатный цикл, неоглюкогенез и пентозофосфатный цикл.

Окислительное фосфорилирование. Виды окислительного фосфорилирования – коферментное (в дыхательной цепи) и субстратное. Роль сопрягающих мембран. Сопряжение переноса электронов и фосфорилирования. Свободное окисление. Роль протонофоров. Дыхание как центральное звено обмена. Связь дыхания с фотосинтезом и другими функциями клетки. Общая схема взаимосвязи дыхания с метаболизмом. Дыхание роста и дыхание поддержания.

Дыхательный коэффициент. Количественные показатели газообмена и расходование субстрата. Основные легко обнаруживаемые эффекты дыхания. Интенсивность дыхания и методы ее определения. Единицы измерения. Зависимость дыхания от внешних и внутренних факторов. Изменение дыхания в онтогенезе.

УВ 20. Минеральное питание растений

Вопросы к коллоквиуму:

История развития учения о минеральном питании растений. Корневая система как орган поглощения воды и минеральных элементов, место высокоспециализированного синтеза и специфической переработки веществ. Функции корневой системы в жизнедеятельности растений. Характеристики корневой системы, ее распределение в почве. Определение объема корней, общей адсорбирующей, активно поглощающей и нерабочей поверхности корневой системы.

Методы изучения минерального питания. Система взаимодействия «корень – почва». Рост корней как основа поглощения минеральных элементов. Взаимосвязь поглощения корня с другими функциями (дыханием, фотосинтезом, биосинтезом, ростом и другими процессами).

Постановка вегетационных опытов. Водные, гравийные (гидропонные), аэропонные, песчаные, почвенные и другие культуры растений. Основные рецепты питательных смесей. Значение их для изучения минерального питания растений. Ведущая роль полевого опыта.

Состав золы растений. Элементы органогены. Минеральное питание как проявление истинной автотрофности зеленых растений. Правило незаменимости элементов, закон возврата и закон ограничивающих факторов Ю. Либиха. Необходимые и «полезные» элементы минерального питания. Макроэлементы, микроэлементы и ультрамикроэлементы. Общая роль элементов минерального питания в жизнедеятельности клетки и растения. Значение отдельных элементов минерального питания (P, S, Ca, K, Mg, Fe и др.). Форма поступления в растение, пути включения в обмен, биохимическая и физиологическая роль. Внекорневое питание растений.

Поступление минеральных элементов. Механизм поглощения ионов. Роль процессов диффузии и адсорбции. Роль одноименной обменной адсорбции. Транспорт ионов через плазматическую мембрану. Поступление в свободное пространство. Апопластический и симпластический пути. Пассивный перенос. Активный транспорт ионов (первичный и вторично-активный). Движущие силы и формы потребляемой энергии: АТФазы, редокс-цепи, ионные каналы, портерные системы (котранспорт- симпорт, антипорт, унипорт, электрогенный транспорт). Ведущая роль Н-АТФаз в поглощении веществ растениями. Усвоение труднорастворимых соединений на примере фосфоритной муки. Корневые выделения растений. Контактное поглощение. Явление пиноцитоза.

Значение свойств раствора, окружающего корневую систему. Явление антагонизма, синергизм и аддитивность ионов минерального питания. Уравновешенность раствора различных почв, его кислотность и буферность. Физиологически кислые, физиологически щелочные и нейтральные соли.

Роль микроорганизмов в питании. Возможность усвоения растениями органических соединений. Опыты со стерильными культурами.

Основные удобрения. Физиологические основы их применения. Диагностика потребности растений в элементах минерального питания. Бактериальные удобрения. Роль их в минерализации органических соединений почвы.

Азотное питание растений. Азот и его значение в жизни растений. Отличия в питании азотистыми соединениями растений и животных. Проблемы в использовании азота растениями.

Усвоение связанного азота. Минеральные формы азота, используемые растениями. Возможность усвоения аммонийных форм удобрений (Д. Прянишников). Использование нитратов. Восстановление (редукция) нитратов. Ферментные системы и этапы редукции (нитрат- и нитритредуктаза). Биохимические пути связывания аммиака. Аминирование. Амидирование. Роль и значение амидов в метаболизме. Синтез аминокислот, реакции переаминирования. Первичный и вторичный синтез белка. Аммиак – альфа и омега азотного обмена (Д. Прянишников). Запасные и транспортные формы азотистых соединений. Решение проблемы избыточного накопления нитратов растениями.

### **Рекомендации по составлению таблиц:**

## УВ 18. Минеральное питание растений и устойчивость растений

Проанализировать основную и дополнительную литературу и заполнить таблицу «Физиологическая роль макро- и микроэлементов», в которой указать элемент, форму его поступления в клетку, содержание в растении, в состав каких соединений входит, физиологическая роль, способность к реутилизации, признаки избытка или недостатка.

**Критерии оценивания таблиц:**

- полнота и логика изложения материала;
- своевременность выполнения задания.

**Рекомендации по подготовке к терминологическому диктанту:**

Проанализировать основную и дополнительную литературу, найти и выучить определения следующих терминов по теме «Физиология растительной клетки» и «Водный режим растений»:

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 1. Свободная энергия                       | 35. Относительная транспирация   |
| 2. Осмос                                   | 36. Продуктивность транспирации  |
| 3. Диффузия                                | 37. Транспирационный коэффициент |
| 4. Водный потенциал                        | 38. Эвапотранспирация            |
| 5. Химический потенциал                    | 39. Верхний концевой двигатель   |
| 6. Водный потенциал клетки                 | 40. Нижний концевой двигатель    |
| 7. Потенциал давления                      | 41. Корневое давление            |
| 8. Осмотический потенциал                  | 42. Адгезия                      |
| 9. Осмотическое давление                   | 43. Когезия                      |
| 10. Тургорное давление                     | 44. Мертвый запас влаги в почве  |
| 11. Осмотическая ячейка (система)          | 45. Коэффициент завядания        |
| 12. Тургор                                 | 46. Полная влагоемкость почвы    |
| 13. Гравитационный потенциал               | 47. Гигрофиты                    |
| 14. Матричный потенциал                    | 48. Гидрофиты                    |
| 15. Полупроницаемая мембрана               | 49. Мезофиты                     |
| 16. Гипотонический раствор                 | 50. Ксерофиты                    |
| 17. Гипертонический раствор                |                                  |
| 18. Изотонический раствор                  |                                  |
| 19. Осмотики                               |                                  |
| 20. Плазмолиз                              |                                  |
| 21. Водный обмен растений                  |                                  |
| 22. Водный баланс растения                 |                                  |
| 23. Водный дефицит                         |                                  |
| 24. Дневной водный дефицит                 |                                  |
| 25. Остаточный водный дефицит              |                                  |
| 26. Относительное содержание воды в тканях |                                  |
| 27. Аквапорины                             |                                  |
| 28. Апопласт                               |                                  |
| 29. Симпласт                               |                                  |
| 30. Транспирация                           |                                  |
| 31. Гуттация                               |                                  |
| 32. Плач                                   |                                  |
| 33. Интенсивность транспирации             |                                  |
| 34. Экономность транспирации               |                                  |

**Критерии оценивания ответов по терминологическому диктанту:**

- полнота и логика изложения материала;
- владение терминологией.

**4. Рекомендации по самоподготовке к промежуточной аттестации по дисциплине**

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета (зачета с оценкой).

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- от 0 до 60 баллов – «не зачтено»;
- от 61 до 100 баллов – «зачтено».
- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

Перед зачетом рекомендуется перечитать соответствующий материал по учебникам, приведенным в списке основной и дополнительной литературы, проработать вопросы, приведенные ниже. Билет состоит из двух теоретических вопросов и одного вопроса по лабораторным работам.

**Критерии оценивания ответа на билет:**

- полнота, системность и обобщенность знаний; владение терминологией;
- четкость и логика формулировки ответов на теоретические вопросы;
- знание основных понятий и терминов, используемых в лабораторной работе;
- владение ходом выполнения эксперимента.

Вопросы к зачету:

Теоретическая часть

1. Развитие физиологии растений как науки. Ее роль, задачи и методы.
2. Использование метода меченных атомов в физиологии растений. Стабильные и радиоактивные изотопы.
3. Современное представление о строении растительной клетки. Функции и физиологическая роль ее структур. Компартментация и интеграция клеточного обмена.
4. Свойства протоплазмы растительной клетки. Физико-химическое состояние. Роль лабильных точек скрепления в поддержании структур клетки.
5. Осмос. Осмотическое давление, тургор, отрицательный тургор. Сосущая сила клетки. (Осмотический потенциал. Потенциал давления. Водный потенциал. Матричный потенциал).
6. Понятие водного потенциала. Водный потенциал клетки.
7. Значение воды в жизни растений. Вода в почве. Формы почвенной воды. Доступность ее растениям. Коэффициент завядания.
8. Лист как орган транспирации. Единицы измерения транспирации. Связь транспирации с другими процессами.
9. Корневое давление. Плач и гуттация растений. Нижний концевой двигатель водного тока.
10. Испарение воды листьями растений. Зависимость от условий. Количественный и качественный учет испарения.
11. Механизмы устьичных движений. Типы движений устьиц. Методы устьичного контроля.

12. Передвижение воды по растению. Теория сцепления. Роль осмотических сил, градиента водного потенциала.
13. Физиологические основы засухоустойчивости. Мероприятия по борьбе с засухой. Физиология орошаемых культур.
14. Основные исторические этапы изучения фотосинтеза. Методы количественного и качественного учета фотосинтеза.
15. Лист как орган фотосинтеза. Важнейшие этапы фотосинтеза по современным представлениям.
16. Хлоропласты. Состав, строение, физиологическая роль.
17. Пигменты хлоропластов. Оптические, химические свойства. Физиологическая роль.
18. Образование хлорофилла. Биосинтез хлорофилла; условия образования; стадии образования.
19. Фотосинтез как сочетание световых и темновых реакций. Световые реакции фотосинтеза. Нециклический транспорт электронов, Z-схема фотосинтеза.
20. Две пигментные системы фотосинтеза. Эффект Эмерсона.
21. Реакционные центры фотосистем (ФС1 и ФС2). Миграция энергии к реакционному центру в ССК фотосинтеза.
22. Реакция фотолиза воды и происхождение  $O_2$  фотосинтеза. Фотохимическая активность хлоропластов.
23. Фотофосфорилирование. Циклический транспорт электронов при фотосинтезе.
24. Темновые реакции: цикл Кальвина, путь Хетча-Слека, метаболизм по типу толстянковых (САМ растения).
25. РДФ- и ФЭП карбоксилазы как ключевые ферменты растений с  $C_3$  и  $C_4$  путем фотосинтеза.
26. Фотодыхание.
27. Влияние внешних и внутренних условий на фотосинтез, дневной ход фотосинтеза.
28. Передвижение веществ в растении. Внутри-, внеклеточный и флоэмный транспорт. Теория массового тока под давлением (Мюнха). Роль донорно-акцепторных связей (система источник-запрос).
29. Дыхание растений. Роль дыхания. Связь его с фотосинтезом и с обменом веществ в целом.
30. Дыхание растений. Дыхательный коэффициент. Влияние условий на дыхание.
31. Дыхание растений по Баху и Палладию. Практическое подтверждение теории. Современное состояние теории дыхания.
32. Современное представление о процессе дыхания. Аэробная фаза (цикл Кребса).
33. Анаэробная фаза дыхания. Гликолиз. Анаэробные превращения продуктов гликолиза. Генетическая связь брожения и дыхания.
34. Ферменты дыхания. Путь электрона и протона дыхательного субстрата. ЭТЦ дыхания. Запасание энергии при дыхании.
35. Механизмы фосфорилирования. Теория Митчелла. Коэффициент фосфорилирования.
36. Альтернативные пути дыхания растений.
37. Современное представление о роли корневой системы. Ее распределение в почве и некоторые характеристики.
38. Общая физиологическая роль элементов минерального питания. Методы изучения минерального питания.
39. Физиологическая роль отдельных элементов минерального питания. Диагностика потребности растений в элементах питания.
40. Микроэлементы, их значение. Внекорневое питание.
41. Антагонизм ионов. Уравновешенные растворы. Реутилизация элементов минерального питания.
42. Поступление минеральных элементов в растение. Обменная адсорбция. Пассивный и активный транспорт.
43. Характеристика питательных смесей. Водные культуры, гидропоника, аэропоника. Роль метода стерильных культур растений.
44. Усвоение связанных форм азота растениями. Связывание аммиака. Роль амидов. ГС-ГОГАТ система. Пути снижения нитратов в органах растений.

45. Усвоение молекулярного азота. Нитрогеназа как мультиферментный комплекс. Механизм фиксации азота. Круговорот азота в природе.
46. Минеральные, органические и бактериальные удобрения.
47. Понятие роста и развития растений. Влияние внешних и внутренних условий на рост растений.
48. Гормоны растений: ауксины и цитокинины.
49. Гиббереллины, этилен как гормоны роста.
50. Абсцизовая кислота - гормон стресса у растений.
51. Ростовые корреляции. Апикальное доминирование.
52. Применение регуляторов роста в практике сельскохозяйственного производства.
53. Культура изолированных клеток, тканей и органов. Работы Р.Г. Бутенко.
54. Движения растений. Тропизмы, настии, таксисы. Физиологические механизмы движений.
55. Периодические явления в жизни растений. Покой, виды покоя, значение покоя. Управление покоем.
56. Фотопериодизм. Короткодневные, длиннодневные и нейтральные растения. Роль фитохрома.
57. Адаптация растений. Понятие о стрессе.
58. Солеустойчивость растений. Физиологический механизм устойчивости.
59. Засухоустойчивость и жаростойкость растений. Гидрофиты. Мезофиты. Ксерофиты. Типы ксерофитов.
60. Зимостойкость. Холодостойкость и морозоустойчивость.

#### Практическая часть

- 1) Получение искусственной клеточки «Граубе».
- 2) Явление плазмолиза и деплазмолиза.
- 3) Наблюдение колпачкового плазмолиза.
- 4) Изменение проницаемости цитоплазмы при повреждении.
- 5) Определение потенциального осмотического давления.
- 6) Определение водного потенциала методом Шардакова.
- 7) Влияние внешних условий на процесс гуттации.
- 8) Сравнение транспирации хлоркобальтовым методом.
- 9) Определение интенсивности транспирации при помощи торзионных весов.
- 10) Извлечение пигментов.
- 11) Изучение спектров поглощения вытяжки пигментов.
- 12) Получение вытяжки каротина.
- 13) Флуоресценция хлорофилла.
- 14) Разделение пигментов по Краусу.
- 15) Омыление хлорофилла и отделение каротина.
- 16) Получение феофитина и восстановление металлорганической связи.
- 17) Быстрый способ разделения пигментов.
- 18) Зависимость ассимиляции углерода от интенсивности света.
- 19) Образование крахмала на свету.
- 20) Определение интенсивности дыхания прорастающих семян.
- 21) Определение дыхательного коэффициента.
- 22) Окислительные ферменты дыхания.
- 23) Обнаружение редуцирующих ферментов при дыхании семян.
- 24) Обнаружение дегидрогеназ при спиртовом брожении.
- 25) Определение активности каталазы в растительных объектах.
- 26) Подача амидов и аминокислот с пасокой.
- 27) Открытие нитратов в тканях растений.
- 28) Криопротекторное действие углеводов на цитоплазму.
- 29) Накопление сахаров в растениях при понижении температуры окружающей среды.
- 30) Определение жаростойкости растений (по Ф.Ф. Мацкову).