

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт фундаментальной медицины и биологии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

**Программа дисциплины**  
Минеральное питание растений БЗ.ДВ.8

Направление подготовки: 020400.62 - Биология

Профиль подготовки: Биотехнология, физиология растений, зоология, биоэкология, ботаника

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Якушенкова Т.П.

**Рецензент(ы):**

Тимофеева О.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Тимофеева О. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 84944816

Казань  
2016

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший лаборант Якушенкова Т.П. Кафедра ботаники и физиологии растений отделение биологии и биотехнологии ,  
Tatyana.Yakushenkova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) Минеральное питание растений является знакомство студентов и усвоение ими теоретических основ минерального питания растений, формирование целостного представления о фундаментальных закономерностях, лежащих в основе минерального питания растений их взаимосвязи с практикой сельского хозяйства, производства. Овладение принципами и методами повышения продуктивности растений. Развитие навыков использования показателей обмена минеральных элементов для оценки хозяйственно полезных качеств (эффективность использования удобрений, соле- и засухоустойчивость, качество сельскохозяйственной продукции).

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " БЗ.ДВ.8 Профессиональный" основной образовательной программы 020400.62 Биология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Для успешного усвоения данного курса студент должен обладать хорошими знаниями общей химии, биохимии, биологической физики. Знать особенности развития различных видов растений. Иметь представления о методах биологической химии. Понимать основные принципы функционирования растительного организма.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	следует этическим и правовым нормам в отношении других людей и в отношении природы (принципы биоэтики), имеет четкую ценностную ориентацию на сохранение природы и охрану прав и здоровья человека
ОК-8 (общекультурные компетенции)	проявляет экологическую грамотность и использует базовые знания в области биологии в жизненных ситуациях; понимает социальную значимость и умеет прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, готов нести ответственность за свои решения
ПК-1 (профессиональные компетенции)	демонстрирует базовые представления о разнообразии биологических объектов, понимание значения биоразнообразия для устойчивости биосферы
ПК-17 (профессиональные компетенции)	понимает, излагает и критически анализирует получаемую информацию и представляет результаты полевых и лабораторных биологических исследований
ПК-5 (профессиональные компетенции)	применяет современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-9 (профессиональные компетенции)	демонстрирует и применяет базовые представления об основах общей, системной и прикладной экологии, принципах оптимального природопользования и охраны природы

В результате освоения дисциплины студент:

Целостное представление о фундаментальных закономерностях, лежащих в основе минерального питания растений их взаимосвязи с практикой сельского хозяйства, производства. Овладение принципами и методами повышения продуктивности растений. Развитие навыков использования показателей обмена минеральных элементов для оценки хозяйственно полезных качеств.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. История изучения минерального питания растений. Развитие взглядов на питание растений в период от авторов древнего мира до Ю.Либиха и Ж-Б.Буссенго.	7	1	2	0	4	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Минеральная теория Ю.Либиха. Метод водных культур, разработанный немецкими физиологами В.Кнопом и Ю.Саксом. Исследования Д.Н.Прянишникова - основа мероприятий по химизации сельского хозяйства. Вклад в познание закономерностей корневого питания сделанный Д.А.Сабининым.	7	2	2	0	2	реферат
3.	Тема 3. КОРНЕВАЯ СИСТЕМА РАСТЕНИЙ Корень как часть целого растения. Функции корней: поглощение, синтез и транспортировка, выделительная. Особенности строения корня. Морфология и анатомия корня.	7	3	2	0	2	контрольная точка
4.	Тема 4. ПОЧВА КАК ПИТАТЕЛЬНЫЙ СУБСТРАТ. Процессы лежащие в почвообразовании: биохимическая деструкция минералов, биологическое выветривание. Гумусовые вещества. Ионнообменные свойства почвы.	7	4	2	0	2	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. ПУТИ И МЕХАНИЗМЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ПЕРЕДВИЖЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО РАСТЕНИЮ. Десорбция и адсорбция элементов минерального питания. Механизмы движения ионов через клеточные оболочки. Симпластический и апопластный пути.	7	5	2	0	2	презентация
6.	Тема 6. ТРАНСПОРТ ИОНОВ ЧЕРЕЗ КЛЕТОЧНЫЕ МЕМБРАНЫ. Пассивный и активный перенос ионов через клеточные мембраны. Механизмы активного и пассивного транспорта.	7	6	2	0	2	презентация
7.	Тема 7. ПРОТОННЫЕ ПОМПЫ ПЛАЗМАЛЕММЫ И ТОНОПЛАСТА: Н-АТФ азы, пирофосфатазы, редокс-цепи. НЕПРОТОННЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ АТФазы: их функции. Вторичный активный транспорт на плазмалемме и тонопласте. Кинетический подход и теория переносчиков.	7	7	2	0	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ И БИОХИМИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО ОРГАНИЗМА. Классификация элементов минерального питания, основанная на их функциональной роли: макро и микроэлементы. Поглощение, содержание, транспорт, физиологическая роль.	7	8	2	0	2	тестирование
9.	Тема 9. МАРГАНЕЦ, МОЛИБДЕН. ЦИНК. БОР. Роль в поддержании ферментативной активности. Участие в регуляции физиологических процессов и метаболизма. Нарушения в метаболизме растений при недостатке макро и микроэлементов. Взаимоотношение ионов при их поглощении. Минеральное питание, рост и продуктивность растений.	7	9	2	0	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			18	0	18	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. ВВЕДЕНИЕ.** История изучения минерального питания растений. Развитие взглядов на питание растений в период от авторов древнего мира до Ю.Либиха и Ж-Б.Буссенго.

*лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Введение. История изучения минерального питания растений. Развитие взглядов на питание растений в период от авторов древнего мира до Ю.Либиха и Ж-Б.Буссенго. Первые литературные данные из области агрономических наук - труды Аристотеля, Цицерона. Вклад древнеримских писателей - Катона, Варрона, Колумеллы и Плиния в научный подход в решении вопросов земледелия. Воззрения Б.Паллиси о роли минеральных веществ в питании растений и на значение удобрений. Первый эксперимент Ван-Гельмонта по изучению питания растений. Значение работ Лавуазье в понимание сущности питания растений. А.Тэер - основатель первой высшей сельскохозяйственной школы и приверженец гумусовой теории. Развитие агрономической науки в России - труды Болотова А.Т., Комова И.М., Афониной М.И

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Влияние отдельных элементов питательной смеси на рост растений.

**Тема 2. Минеральная теория Ю.Либиха. Метод водных культур, разработанный немецкими физиологами В.Кнопом и Ю.Саксом. Исследования Д.Н.Прянишникова - основа мероприятий по химизации сельского хозяйства. Вклад в познание закономерностей корневого питания сделанный Д.А.Сабининым.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Минеральная теория Ю.Либиха. Ошибочность взглядов Ю.Либиха о поступлении азота в почву с атмосферными осадками в виде аммиака. Опровержение Ж.Буссенго представлений Ю.Либиха об азотном питании растений. Метод водных культур, разработанный немецкими физиологами В.Кнопом и Ю.Саксом, позволивший установить необходимость различных химических элементов для питания растений. Исследования Д.Н.Прянишникова - основа мероприятий по химизации сельского хозяйства. Вклад в познание закономерностей корневого питания сделанный Д.А.Сабининым.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Смещение рН питательного раствора корневой системой растений

**Тема 3. КОРНЕВАЯ СИСТЕМА РАСТЕНИЙ Корень как часть целого растения. Функции корней: поглощение, синтез и транспортировка, выделительная. Особенности строения корня. Морфология и анатомия корня.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

КОРНЕВАЯ СИСТЕМА РАСТЕНИЙ Корень как часть целого растения. Роль корневой системы в круговороте элементов минерального питания. Связь поглощения элементов минерального питания с жизнедеятельностью растительного организма. Различия в способности к связыванию элементов минерального питания у организмов и частей растений. Функции корней: поглощение, синтез и транспортировка, выделительная. Особенности строения корня. Морфология и анатомия корня. Представление о значении зон корня в поглощение и транспорте элементов минерального питания растений.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Рост корней пшеницы в растворе чистой соли и смеси солей (антагонизм ионов)

**Тема 4. ПОЧВА КАК ПИТАТЕЛЬНЫЙ СУБСТРАТ. Процессы лежащие в почвообразовании: биохимическая деструкция минералов, биологическое выветривание. Гумусовые вещества. Ионообменные свойства почвы.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Почва как питательный субстрат растений. Процессы лежащие в почвообразовании. Биохимическая деструкция минералов. Биологическое выветривание. Роль микроорганизмов в минералообразовании. Запасы элементов минерального питания в почве и их доступность. Гумусовые вещества - группа высокомолекулярных соединений различных по химической природе (органические кислоты, полисахариды, белковые вещества). Ионообменные свойства почвы.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Определение объема корневой системы методом Сабинина и Колосова

**Тема 5. ПУТИ И МЕХАНИЗМЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ПЕРЕДВИЖЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО РАСТЕНИЮ. Десорбция и адсорбция элементов минерального питания. Механизмы движения ионов через клеточные оболочки. Симпластический и апопластный пути.**



**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

ПУТИ И МЕХАНИЗМЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ПЕРЕДВИЖЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО РАСТЕНИЮ. Потребление минеральных элементов- саморегулируемый процесс, в основе которого лежит способность растений поддерживать сбалансированность разнонаправленных потоков ионов минеральных солей. Поглощение молодой (растущей) частью корней. Пути обеспечивающие постоянство контактирования корней с элементами питания. Десорбция с поверхности почвенных частиц. Адсорбция элементов минерального питания на поверхности клеток и тканей. Поступление и ионов в апопласт. Строение и особенности первичной и вторичной клеточной стенки. Механизмы сорбирование катионов питательных солей и отталкивание анионов первичной клеточной стенкой. Понятие "свободного пространства". Кажущееся свободное пространство водный и доннановское свободное пространство. Основные механизмы движения ионов через клеточные оболочки -диффузия и "массовый поток" градиенты концентраций веществ и гидростатического давления. Симпластический путь. Строение и проницаемость плазмодесм. Диффузия ионов по градиенту концентрации. Циклоз-механизм ускоряющий симпластическое движение веществ в растительной ткани. Роль эндоплазматического ретикулула в симпластическом радиальном транспорте ионов. Соотношение апопластного и симпластного путей. Механизмы загрузки ксилемы. Дальний транспорт минеральных элементов. Состав ксилемного сока.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Определение общей и рабочей адсорбирующей поверхности корневой системы методом Сабинина и Колосова

**Тема 6. ТРАНСПОРТ ИОНОВ ЧЕРЕЗ КЛЕТОЧНЫЕ МЕМБРАНЫ. Пассивный и активный перенос ионов через клеточные мембраны. Механизмы активного и пассивного транспорта.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

ранспорт ионов через клеточные мембраны. Строение биологических мембран; её особенности, обеспечивающие избирательность в поглощение и накопление ионов клеткой. Пассивный и активный перенос ионов через мембраны. Пассивный перенос ионов (простая и облегченная диффузия). Простая диффузия: закон Фика, электрохимический потенциал ионов. Активность ионов. Мембранный диффузионный потенциал (потенциал Нернста и Гольдмана). Проницаемость мембран. Облегченная диффузия. Основные типы переносчиков. Модель структуры, функционирования и регуляции ионного канала. Активный транспорт ионов: типы активного транспорта (первичный и вторичный, электрогенный и электронейтральный), АТФ азные помпы. Критерии оценки активного транспорта через мембрану (температурный коэффициент, уравнение Юссинга-Теорелла). Хемиосмотическая теория Митчелла и развитие представлений о механизмах транспорта.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Определение зависимости поглощения ионов от метаболической активности корней

**Тема 7. ПРОТОННЫЕ ПОМПЫ ПЛАЗМАЛЕММЫ И ТОНОПЛАСТА: Н-АТФ азы, пиррофосфатазы, редокс-цепи. НЕПРОТОННЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ АТФазы: их функции. Вторичный активный транспорт на плазмалемме и тонопласте. Кинетический подход и теория переносчиков.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

ротонные помпы плазмалеммы и тонопласта : Н-АТФ азы, пиррофосфатазы, редокс-цепи. Непротонные растительные АТФазы: их функции. Вторичный активный транспорт на плазмалемме и тонопласте. Кинетический подход и теория переносчиков. Зависимость скорости поглощения иона от его концентрации в среде. Использование уравнения Михаэлиса-Ментен для характеристики транспортных систем.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Влияние источников азотного питания и молибдена на нитратредуктузную активность тканей растений

**Тема 8. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ И БИОХИМИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО ОРГАНИЗМА. Классификация элементов минерального питания, основанная на их функциональной роли: макро и микроэлементы. Поглощение, содержание, транспорт, физиологическая роль.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ И БИОХИМИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО ОРГАНИЗМА. Классификация элементов минерального питания, основанная на их функциональной роли. Макроэлементы. Физиологическая роль азота. Развитие взглядов на питание растений азотом. Нитрификация, денитрификация, аммонификация. Роль микроорганизмов. Биологическая азотфиксация. Симбиотические (клубеньковые) и несимбиотические (азотобактер, некоторые грибы) азотофиксаторы, их роль в азотном балансе и питании растений. Нитрагинация - эффективный агроприем, способствующий повышению урожая бобовых культур. Интеграция азотного метаболизма на уровне целого растения. Нитрат- регуляторная молекула. Сера. Серосодержащие органические соединения - цистеин, метионин. Поглощение и транспорт сульфата. Ассимиляторное восстановление сульфата. Регуляция ассимиляции сульфата. Глутатион-продукт ассимиляторного восстановления сульфата. Кальций. Содержание и распределение кальция в структурах клетки. Функциональное значение компартментации. Системы транспорта кальция. Кальций и системы внутриклеточной сигнализации. Калий. Транспорт ионов калия. Регуляция мембранного потенциала, активности ферментов. Магний. Хлор. Железо. Содержание, транспорт, физиологическая роль.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Микрохимический анализ золы растения.

**Тема 9. МАРГАНЕЦ, МОЛИБДЕН, ЦИНК. БОР. Роль в поддержании ферментативной активности. Участие в регуляции физиологических процессов и метаболизма. Нарушения в метаболизме растений при недостатке макро и микроэлементов. Взаимоотношение ионов при их поглощении. Минеральное питание, рост и продуктивность растений.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Марганец. Ферментные системы активируемые марганцем, специфичность как кофактора. Роль марганца в функционировании фотосистемы 2. Молибден. Потребность в элементе, его значение для процессов утилизации азота внешней среды. Мо- функционирование нитрогеназы и нитратредуктазы. Цинк. Бор. Роль в поддержании ферментативной активности. Участие в регуляции физиологических процессов и метаболизма. Нарушения в метаболизме растений при недостатке макро и микроэлементов. Токсичность тяжелых металлов для растений их накопление в тканях. Взаимоотношение ионов при их поглощении. Поступление, накопление и распределение элементов питания в зависимости от внешних и внутренних факторов (доступность, pH, температура, водообеспеченность, видоспецифичность, возраст). Минеральное питание, рост и продуктивность растений.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. История изучения минерального питания растений. Развитие взглядов на питание растений в период от авторов древнего мира до Ю.Либиха и Ж-Б.Буссенго.	7	1	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Минеральная теория Ю.Либиха. Метод водных культур, разработанный немецкими физиологами В.Кнопом и Ю.Саксом. Исследования Д.Н.Прянишникова - основа мероприятий по химизации сельского хозяйства. Вклад в познание закономерностей корневого питания сделанный Д.А.Сабининым.	7	2	подготовка к реферату	2	реферат
				Подготовка рефератов.	2	Сдача реферата.
3.	Тема 3. КОРНЕВАЯ СИСТЕМА РАСТЕНИЙ Корень как часть целого растения. Функции корней: поглощение, синтез и транспортировка, выделительная. Особенности строения корня. Морфология и анатомия корня.	7	3	подготовка к контрольной точке	2	контрольная точка
				Подготовка к самостоятельной работе	2	Самостоятельная работа
4.	Тема 4. ПОЧВА КАК ПИТАТЕЛЬНЫЙ СУБСТРАТ. Процессы лежащие в почвообразовании: биохимическая деструкция минералов, биологическое выветривание. Гумусовые вещества. Ионнообменные свойства почвы.	7	4	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
				Подготовка презентаций	2	Показ презентаций

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. ПУТИ И МЕХАНИЗМЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ПЕРЕДВИЖЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО РАСТЕНИЮ. Десорбция и адсорбция элементов минерального питания. Механизмы движения ионов через клеточные оболочки. Симпластический и апопластный пути.	7	5	подготовка к презентации	2	презентация
				Подготовка к самостоятельной работе	2	Самостоятельная работа
6.	Тема 6. ТРАНСПОРТ ИОНОВ ЧЕРЕЗ КЛЕТОЧНЫЕ МЕМБРАНЫ. Пассивный и активный перенос ионов через клеточные мембраны. Механизмы активного и пассивного транспорта.	7	6	подготовка к презентации	4	презентация
7.	Тема 7. ПРОТОННЫЕ ПОМПЫ ПЛАЗМАЛЕММЫ И ТОНОПЛАСТА: H-АТФ азы, пирофосфатазы, редокс-цепи. НЕПРОТОННЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ АТФазы: их функции. Вторичный активный транспорт на плазмалемме и тонопласте. Кинетический подход и теория переносчиков.	7	7	подготовка к устному опросу	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ И БИОХИМИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО ОРГАНИЗМА. Классификация элементов минерального питания, основанная на их функциональной роли: макро и микроэлементы. Поглощение, содержание, транспорт, физиологическая роль.	7	8	подготовка к тестированию	4	тестирование
9.	Тема 9. МАРГАНЕЦ, МОЛИБДЕН. ЦИНК. БОР. Роль в поддержании ферментативной активности. Участие в регуляции физиологических процессов и метаболизма. Нарушения в метаболизме растений при недостатке макро и микроэлементов. Взаимоотношение ионов при их поглощении. Минеральное питание, рост и продуктивность растений.	7	9	подготовка к контрольной работе подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
Итого					36	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

При чтении данного курса предусматривается проведение "круглых столов" по актуальным проблемам минерального питания растений.

Также обсуждение полученных знаний и применение их на практике.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

## **Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. История изучения минерального питания растений. Развитие взглядов на питание растений в период от авторов древнего мира до Ю.Либиха и Ж-Б.Буссенго.**

домашнее задание , примерные вопросы:

1.История развития взглядов на питание растений. 2. Мир растений как источник сырья и ресурсов. 3. Связь минерального питания растений с другими физиологическими процессами, протекающими в растениях. 4. Окружающая среда как источник минеральных веществ. 5. Методы определения элементов минерального питания в растениях: их основные принципы

## **Тема 2. Минеральная теория Ю.Либиха. Метод водных культур,разработанный немецкими физиологами В.Кнопом и Ю.Саксом. Исследования Д.Н.Прянишникова - основа мероприятий по химизации сельского хозяйства. Вклад в познание закономерностей корневого питания сделанный Д.А.Сабининым.**

реферат , примерные темы:

Подготовка рефератов по темам: " Юстус Либих- создатель минеральной теории" "Гумусовая теория А. Тэера"

Сдача реферата. , примерные темы:

"Основоположник советской школы агрохимии Д.Н.Прянишников" "Метод водных культур-разработанный немецкими физиологами В.Кнопом и Ю.Саксом" "Работы Д.А. Сабинина о закономерностях корневого питания"

## **Тема 3. КОРНЕВАЯ СИСТЕМА РАСТЕНИЙ Корень как часть целого растения. Функции корней:поглощение, синтез и транспортировка, выделительная. Особенности строения корня. Морфология и анатомия корня.**

контрольная точка , примерные вопросы:

Вопросы 1. Дайте общую характеристику питания растений минеральными элементами. 2. В форме каких соединений макро- и микроэлементы поступают в растения? 3. Какие источники элементов питания растений Вы знаете? 4. Какая существует взаимосвязь между концентрацией элементов минерального питания в окружающей среде и в организме растения? Каким показателем она выражается? 5. На чем основан метод фитогеохимического поиска месторождений полезных ископаемых? 6. От каких показателей зависит качественный состав золы растений? 7. Каких русских и белорусских ученых, занимающихся изучением вопросов минерального питания растений Вы знаете? 8. Какой вклад внес Д.А. Сабинин в изучение минерального питания растений? Перечислите основные его труды. 9. Перечислите основные этапы изучения питания растений элементами окружающей среды?

Самостоятельная работа , примерные вопросы:

1. Развитие взглядов на питание растений азотом. 2. Морфологическое строение корней. 3. Функции корней.

## **Тема 4. ПОЧВА КАК ПИТАТЕЛЬНЫЙ СУБСТРАТ. Процессы лежащие в почвообразовании: биохимическая деструкция минералов,биологическое выветривание. Гумусовые вещества. Ионообменные свойства почвы.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Почва как основной источник различных форм азота для растений. Участие микроорганизмов в питании растений азотом.

Показ презентаций , примерные вопросы:

Подготовка презентаций по темам: 1. Почва как среда, из которой растения получают основную массу питательных веществ. 2. Влияние ризосферной микрофлоры на поступление ионов в растения. 3. Симбиоз микроорганизмов и растений. 4. Роль микориз в процессе поступления ионов. 5. Органическое вещество почвы и рост растений. 6. Удобрения: физиологические основы их применения. 7. Генетический контроль минерального питания.

## **Тема 5. ПУТИ И МЕХАНИЗМЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ПЕРЕДВИЖЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО РАСТЕНИЮ.Десорбция и адсорбция элементов минерального питания. Механизмы движения ионов через клеточные оболочки. Симпластический и апопластный пути.**

презентация , примерные вопросы:

Презентации по темам: 1. Корень как орган поглощения минеральных веществ. 2. Радиальное перемещение ионов. Апопласт и симпласт. 3. Перемещение ионов по ксилеме (дальний транспорт) и флоэме. 4. Регуляция транспорта в целом растении. 5. Электрические поля и размещение транспортных систем в клетках ризодермы корня. 6. Влияние условий окружающей среды на скорость поступления веществ в растения.

Самостоятельная работа , примерные вопросы:

1. Пассивный перенос ионов через плазматические мембраны. 2. Клеточная стенка и ее роль в поступлении минеральных элементов в клетку, сорбционные и диффузионные свойства. 3. Электродиффузионные явления в растениях. 4. Активный транспорт ионов. 5. Каковы основные критерии оценки активного транспорта через плазматические мембраны? Какова его классификация? 6. Ион-транспортные системы плазматических мембран растений и механизмы их функционирования. 7. Типы ион-транспортных систем плазматических мембран клеток растений.

### **Тема 6. ТРАНСПОРТ ИОНОВ ЧЕРЕЗ КЛЕТОЧНЫЕ МЕМБРАНЫ. Пассивный и активный перенос ионов через клеточные мембраны. Механизмы активного и пассивного транспорта.**

презентация , примерные вопросы:

1. Пассивный перенос ионов через плазматические мембраны. 2. Клеточная стенка и ее роль в поступлении минеральных элементов в клетку, сорбционные и диффузионные свойства. 3. Электродиффузионные явления в растениях. 4. Активный транспорт ионов. 5. Каковы основные критерии оценки активного транспорта через плазматические мембраны? Какова его классификация? 6. Ион-транспортные системы плазматических мембран растений и механизмы их функционирования. 7. Типы ион-транспортных систем плазматических мембран клеток растений.

### **Тема 7. ПРОТОННЫЕ ПОМПЫ ПЛАЗМАЛЕММЫ И ТОНОПЛАСТА: Н-АТФ азы, пиррофосфатазы, редокс-цепи. НЕПРОТОННЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ АТФазы: их функции. Вторичный активный транспорт на плазмалемме и тонопласте. Кинетический подход и теория переносчиков.**

устный опрос , примерные вопросы:

1. Закон Фика и перемещение веществ через избирательно проницаемые мембраны. 2. Как связана активность ионов в растворе с их концентрацией? 3. Какое значение имеет уравнение Нернста в описании процессов поступления элементов минерального питания в растения? 4. Какие основные потенциалобразующие ионы Вы знаете? Каков их вклад в величину мембранного диффузионного потенциала? 5. Что такое коэффициент проницаемости мембран? 6. Как проводимость плазмалеммы связана с ее сопротивлением? 7. Что представляет собой процесс облегченной диффузии. 8. Какие основные типы переносчиков Вам известны? 9. Хемоосмотическое сопряжение АТФаз. Кем оно впервые было сформулировано? 10. Какие основные механизмы поддержания рН в цитоплазме Вы знаете? 11. Охарактеризуйте структуру, свойства и функции ионных каналов. 12. Что представляет собой процесс блокирования каналов? 13. Какие основные блокаторы калиевых каналов Вам известны? 14. Какие типы кальциевых каналов Вам известны? 15. В чем заключается отличие в функционировании калиевых каналов Г- и Д-типов? 16. На чем основан принцип классификации АТФаз плазматических мембран клеток растений? Какие типы АТФазы Вы знаете? 17. Какова структурная организация редокс-цепи мембран растений и ее роль в электрогенезе клеток?

### **Тема 8. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ И БИОХИМИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО ОРГАНИЗМА. Классификация элементов минерального питания, основанная на их функциональной роли: макро и микроэлементы. Поглощение, содержание, транспорт, физиологическая роль.**

тестирование , примерные вопросы:

1. Развитие взглядов на питание растений азотом. 2. Почва как основной источник различных форм азота для растений. Участие микроорганизмов в питании растений азотом. 3. Пути превращения азота в растениях и в окружающей среде. 4. Метаболизм фосфора и серы в растениях. 5. Взаимодействие калия с растением. 6. Физиологическая роль кальция и магния в растениях. 7. Роль микроэлементов в растениях

**Тема 9. МАРГАНЕЦ,МОЛИБДЕН.ЦИНК. БОР. Роль в поддержании ферментативной активности. Участие в регуляции физиологических процессов и метаболизма. Нарушения в метаболизме растений при недостатке макро и микроэлементов. Взаимоотношение ионов при их поглощении. Минеральное питание, рост и продуктивность растений.**

контрольная работа , примерные вопросы:

1. На чем основана классификация элементов минерального питания растений на макро- и микроэлементы? 2. Азот и его физиологическая роль. 3. В форме каких соединений азот поступает в растения? Перечислите основные источники азота для растений. 4. Реакции первичного аминирования и переаминирования и их механизмы. Кем были установлены? Перечислите их ключевые ферменты? 5. Какие превращения азота в растениях и в окружающей среде Вы знаете? 6. Какие микроорганизмы способствуют питанию растений азотом? 7. Круговорот азота в природе. 8. Роль фосфора в жизнедеятельности растений. 9. Утилизация фосфора растениями. Какие реакции Вы знаете? Каков их механизм? 10. Какие основные классы фосфоросодержащих органических соединений Вам известны? 11. Роль фосфора в процессах превращения энергии в растительных клетках. 12. Опишите этапы круговорота фосфора в природе. 13. Роль серы в жизнедеятельности растений. 14. Поступление и превращение серы в растениях. Ассимиляторная сульфат редукция, ее механизм, ключевые ферменты. 15. Какие функции основных серосодержащих соединений в растениях Вы знаете? 16. Калий и его физиологическая роль. 17. В какой форме калий присутствует в растительной клетке? 18. На чем основана характеристика калия как потенциалобразующего иона? 19. Охарактеризуйте механизмы поддержания цитоплазматического гомеостаза кальция в растительной клетке. 20. Роль кальция как вторичного мессенджера в трансдукции сигнала в клетке. 21. Участие магния в процессе фотосинтеза. 22. Какие еще функции магния в организме растений Вам известны? 23. В форме каких соединений микроэлементы поступают в растения?. 24. Участие железа в окислительно-восстановительных реакциях в растительной клетке. 25. Медь и ее физиологическая роль. 26. Участие цинка в метаболизме растений. 27. Молибден, кобальт, бор: их физиологическая роль. 28. Механизмы защиты растений от повышенных концентраций микроэлементов в окружающей среде. 29. Перечислите механизмы удаления избытка солей из клеток листа.

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Указать какие факторы определяют текучесть мембран:

- 1) величина белковых молекул;
- 2) длина углеводородных радикалов высших жирных кислот;
- 3) природа углеводного компонента;
- 4) степень ненасыщенности высших жирных кислот;
- 5) наличие нейтральных липидов.

Перечислите жирные кислоты в составе биомембраны, которые сильнее всего повышают ее текучесть:

- 1) пальмитиновая; 4) линолевая;
- 2) стеариновая; 5) линоленовая;
- 3) олеиновая.

Перечислить, какие из указанных ионов относятся к микроэлементам: Mn

- 2+  
; Zn  
2+  
; Ni  
2+



; Ca  
2+  
; K  
+  
; Mg  
2+  
; Mo  
2+  
; Co  
2+  
.

В виде каких молекул в обычных условиях поступают питательные элементы в растительную клетку:

- а) ионов;
- б) незаряженных молекул;
- в) комплексов.

Установить соответствие:

диффузия молекул определение  
в мембране

- 1) латеральная; а) движение вокруг оси перпендикулярно плоскости бислоя;
- б) перемещение с одной стороны бислоя на другую;
- в) движение в плоскости бислоя.

- 2) вращательная;
- 3) флип-флоп;

В отличие от активного транспорта пассивный:

- 1) осуществляется по градиенту электрохимического потенциала;
- 2) осуществляется против градиента электрохимического потенциала;
- 3) энергозависим;
- 4) энергонезависим.

Перечислить виды пассивного переноса минеральных элементов в растительную клетку:

- 1) простая диффузия;
- 2) Na

+  
/K  
+  
- насос;

- 3) облегченная диффузия.

Укажите отличия облегченной диффузии минеральных веществ в клетку:

- 1) поток пропорционален концентрации ионов в наружном растворе;

- 2) требует затрат энергии;
- 3) имеет определенный предел скорости;
- 4) характерна только для полярных соединений;
- 5) зависит от концентрации белков-переносчиков. В клетках каких растений вероятнее всего функционирует  $\text{Na}^+$

+  
/K

+  
-

помпа:

- а) галофитов;
- б) произрастающих на обычных почвах;
- в) мезофитов;
- г) ксерофитов.

Функционирование  $\text{H}^+$ -АТФ-азы в плазматической мембране клеток растений приводит к тому, что внутренняя поверхность мембраны

по отношению к наружной становится:

- 1) положительно заряженной;
- 2) отрицательно заряженной;
- 3) не имеет заряда.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -АТФ-аза выкачивает три иона  $\text{Na}^+$

+

в обмен на:

- 1) один ион  $\text{K}^+$  внутрь клетки;
- 2) два иона  $\text{K}^+$  внутрь клетки;
- 3) три иона  $\text{K}^+$  внутрь клетки.

Роль  $\text{H}^+$ -АТФ-азы в клетке заключается:

- 1) в создании электрохимического градиента на мембране;
- 2) в транспорте ионов  $\text{H}^+$  против их градиента концентрации;
- 3) в синтезе АТФ;
- 4) в гидролизе АТФ;
- 5) в транспорте ионов  $\text{H}^+$  по градиенту их концентрации.

25. Градиент  $\text{Ca}^{2+}$  в клетке обеспечивается:

- 1) простой диффузией;
- 2) облегченной диффузией;
- 3) антипортом с ионами  $\text{Na}^+$ ;
- 4)  $\text{Ca}^{2+}$ -АТФ-азой;
- 5) симпортом с ионами  $\text{K}^+$

Вторичный активный транспорт осуществляется за счет:

- 1) прямого гидролиза АТФ;
- 2) энергии, запасенной в ионных градиентах;
- 3) прямого гидролиза АТФ и энергии, запасенной в ионных градиентах.

Установить соответствие: перенос вещества

- 1) одновременно в клетку транспортируются два разных вещества
- 2) транспорт вещества происходит вместе с частью плазматической мембраны
- 3) перенос вещества происходит против градиента его концентрации
- 4) пассивный транспорт вещества без белков-переносчиков
- 5) транспорт вещества по градиенту его концентрации

с участием белков-переносчиков

механизм соответствия

- а) активный транспорт

- б) симпорт
- в) простая диффузия
- г) облегченная диффузия

Установить соответствие: перенос вещества

- 1) перемещение с помощью транслоказы двух разных веществ в одном направлении
  - 2) перемещение с помощью транслоказы двух разных веществ в противоположных направлениях) активный транспорт
  - 3) перенос транслоказой одного вещества по градиенту концентрации механизм транспорта
  - 4) транспорт вещества по электрохимическому градиенту, созданному функционированием систем первично-активного транспорта.
- а) активный транспорт
  - б) симпорт
  - в) простая диффузия
  - г) эндоцитоз
  - д) облегченная диффузия

29. Укажите ткани, по которым происходит радиальное перемещение ионов в корне растений:

- а) ксилема;
- б) ризодерма;
- в) флоэма;
- г) перицикл;
- д) эндодерма.

30. В клетках какой ткани корня находятся пояски Каспари:

- а) кора;
- б) эндодерма;
- в) перицикл;
- г) ризодерма.

31. Укажите физиологическую функцию коры в радиальном перемещении минеральных элементов:

- а) метаболический реактор;
- б) осмотический барьер;
- в) буферная система;
- г) концевой коллектор.

Апопластический транспорт питательных веществ у многоклеточных растений включает перенос:

- а) по клеточной стенке;
- б) по цитоплазме;
- в) по межклеточному пространству;
- г) по клеточной стенке и межклеточному пространству.

Дайте определение дальнего транспорта питательных веществ в растении:

- а) в клетку;
- б) радиальное перемещение по тканям корня;
- в) перемещение по сосудам ксилемы от корневой системы к наземной части.

## 7.1. Основная литература:

Земледелие, Ермоленков, Владимир Викторович; Никончик, Петр Иванович; Дудук, Александр Александрович, 2006г.

Физиология растений, Кузнецов, Владимир Васильевич; Дмитриева, Галина Алексеевна, 2011г.

Физиология растений, Алехина, Наталия Дмитриевна; Ермаков, И. П., 2007г.

Литература

Основная литература

1. Кузнецов, В.В. Физиология растений / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. - М.: Высшая школа: абрис, 2011. - 783 с.

2. Пахомова, В.М. Устойчивость и защита растений при оптимизации минерального питания / В.М. Пахомова, И.А. Гайсин. - Казань: Меддок, 2008. - 211 с.

3. Физиология растений / Н.Д. Алехина [и др.]; под ред. И.П. Ермакова. - М.: Академия, 2007. - 634 с.

## 7.2. Дополнительная литература:

Полифункциональные хелатные микроудобрения, Гайсин, И. А.; Хисамеева, Ф. А., 2007г.

Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения, Милановский, Евгений Юрьевич, 2009г.

Агроэкологическая роль биогумуса на серых лесных почвах Предкамья Республики Татарстан, Суханова, Ирина Михайловна; Шарафеева, Флюра Гайфутдиновна, 2004г.

Микроэлементы высших растений, Битюцкий, Николай Петрович, 2011г.

Устойчивость и защита растений при оптимизации минерального питания, Пахомова, Валентина Михайловна; Гайсин, Ильшат Ахатович, 2008г.

Дополнительная литература

1. Бродский, А.К. Общая экология: учебник для студ. вузов / А.К. Бродский. - М.: Академия, 2008. - 256 с.

2. Медведев, С.С. Физиология растений / С.С. Медведев. - СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2004. - 334 с.

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Достижения в питании растений -

[www.springer.com/life+sciences/plant.../book/978-1-4020-1056-9](http://www.springer.com/life+sciences/plant.../book/978-1-4020-1056-9)

Питание растений и плодородие почв - [www.routledge.com/books/details/9781439816097/](http://www.routledge.com/books/details/9781439816097/)

Плодородие почв и питание растений - [www.csuchico.edu/.../...](http://www.csuchico.edu/.../...) - США

Принципы питания растений - Конрад Менгель, Эрнест А., -

[books.google.com/books/.../Principles\\_of\\_Plant\\_Nutrition.html?id.](http://books.google.com/books/.../Principles_of_Plant_Nutrition.html?id.)

Принципы питания растений. Учебник для студентов. -

[www.cabdirect.org/abstracts/19780649166.html](http://www.cabdirect.org/abstracts/19780649166.html)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Минеральное питание растений" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Оборудованная биохимическая лаборатория.

Химические реактивы и посуда для проведения лабораторных занятий.

Система выращивания растений в контролируемых условиях.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020400.62 "Биология" и профилю подготовки Биотехнология, физиология растений, зоология, биоэкология, ботаника .

Автор(ы):

Якушенкова Т.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Тимофеева О.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.