

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ А.Л. Толстик

« 28 » июня 2013 г.

Регистрационный № УД-814/25/р.

Минеральное питание растений

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:**

1-31 01 01 Биология

специализаций 1-31 01 01-01 01 Физиология растений и

1-31 01 01-02 03 Физиология растений

Факультет _____ биологический
(название факультета)

Кафедра _____ физиологии и биохимии растений
(название кафедры)

Курс (курсы) _____ 5 / 5

Семестр (семестры) _____ 9 / 10

Лекции _____ 26 / 30
(количество часов)

Экзамен _____ 9 / 10
(семестр)

Практические (семинарские)
занятия _____ - / 6
(количество часов)

Зачет _____ нет
(семестр)

Лабораторные
занятия _____ 14 / -
(количество часов)

Курсовой проект (работа) _____ нет
(семестр)

УСР _____ 4 / -
(количество часов)

Всего аудиторных
часов по дисциплине _____ 44 / 36
(количество часов)

Всего часов
по дисциплине _____ 94
(количество часов)

Форма получения
высшего образования дневная/заочная

Составил В.В. Демидчик д.б.н., доцент

2013 г.

Учебная программа составлена на основе учебной программы
(название типовой учебной программы)
«Минеральное питание растений», 01.02. 2012 г., регистрационный № УД-
5082/уч.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры
физиологии и биохимии растений

(название кафедры)

« 30 » мая 2013 г., протокол № 27

(дата, номер протокола)

Заведующий кафедрой

В.В. Демидчик

(подпись)

(И.О.Фамилия)

Одобрена и рекомендована к утверждению учебно-методической комиссией
биологического факультета

«25 » июня 2013 г., протокол № 11

(дата, номер протокола)

Председатель

В.Д. Поликсенова

(подпись)

(И.О.Фамилия)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Минеральное питание» представляет собой один из классических разделов физиологии растений. Этот раздел обычно выделяется в отдельную дисциплину, для изучения которой читается одноименный лекционно-практический курс. Знание закономерностей минерального питания лежит в основе понимания таких основополагающих функций растительного организма как поддержание ионного баланса, рост и развитие, регуляция метаболизма, продуктивности сельскохозяйственных культур и рационального использования минеральных удобрений. Без знания механизмов минерального питания, особенностей их контроля на молекулярно-генетическом, клеточном и более высоком уровне организации невозможно успешное освоение и понимание физиологии растений в целом. Это связано с тем, что минеральное питание неотрывно связано со всеми функциями растения, а многие процессы в организме происходят с целью обеспечения адекватного снабжения минералами, их перераспределения и утилизации.

Растительная клетка находится во взаимосвязи с окружающей средой. Она выступает важнейшим звеном в цепи превращений макро- и микроэлементов в биосфере. Роль растений в утилизации и передачи по пищевой цепи азота уникальна. Транспорт минеральных веществ обеспечивается слаженной работой сотен белков клетки, среди которых особенно важны белки плазматической мембраны. Понимание механизмов их работы играет принципиальное значение не только для целей снабжения растений структурными и функциональными компонентами, но и для катализа электрических явлений, регуляции роста и развития и сигнальных процессов.

Изучение основ минерального питания растений позволит существенно расширить кругозор фундаментальных знаний студентов-биологов, а также оценить перспективы рационального использования минеральных удобрений в сельском хозяйстве и биотехнологии растений.

Цель курса «Минеральное питание растений» - дать студентам углубленные знания о химических формах, транспорте, превращениях и физиологической значимости элементов минерального питания.

Задачи курса:

- дать представления об основных формах, содержании, химизме превращений в клетке и окружающей среде, а также функциональной значимости макро- и микроэлементов минерального питания;
- детально рассмотреть особенности фиксации, транспорта и метаболизма азота в почве и растениях;
- изучить особенности круговорота серы и фосфора;
- рассмотреть механизмы ближнего и дальнего транспорта элементов минерального питания в растениях;
- описать симптомы недостатка и избытка минеральных элементов;
- дать понимание основ рационального использования минеральных удобрений.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- особенности химических и биохимических превращений элементов минерального питания в почве и растении, симптомы неадекватной обеспеченности ими растения;
- механизмы фиксации азота в почве и его круговорота в природе;
- механизмы функционирования ион-транспортных систем плазматической мембраны растительной клетки;
- основные закономерности перераспределения и дальнего транспорта элементов минерального питания у растений;
- механизмы регуляции процессов минерального питания растений;
- основы рационального использования минеральных удобрений.

уметь:

- применять полученные теоретические знания для объяснения особенностей минерального обмена и регуляции продуктивности растений;
- использовать методы изучения минерального питания для диагностики питательных расстройств растений;
- использовать фундаментальные и прикладные знания с целью оптимизации процессов минерального питания культурных растений и биотехнологических производств на основе культур клеток, тканей и органов растений.

При чтении лекционного курса будут использованы технические средства обучения для демонстрации слайдов и презентаций, наглядные материалы в виде таблиц и схем. Теоретические положения лекционного курса будут дополнительно закреплены на лабораторных занятиях, при выполнении которых студенты знакомятся с основными методами выделения первичных и вторичных метаболитов растений, их качественным и количественным анализом. При организации самостоятельной работы студентов по курсу будут использованы комплекс учебных и учебно-методических материалов в сетевом доступе (программу, методические пособия, список рекомендуемых источников литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме и вопросы для самоконтроля, темы рефератов). Эффективность самостоятельной работы студентов будет проверяться в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса на каждом занятии и тестового контроля по отдельным разделам курса. Для общей оценки усвоения студентами учебного материала возможно введение рейтинговой системы.

Программа курса рассчитана на 94 часа, в том числе для студентов очной формы обучения 44 аудиторных: лекционных – 26 ч., лабораторных – 14 ч., управляемой самостоятельной работы студентов – 4 ч.; для студентов заочной формы обучения 36 аудиторных часов: 30 ч. – лекционных и 6 ч. – практических.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

ВВЕДЕНИЕ, РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О МИНЕРАЛЬНОМ ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ

Общая характеристика минеральных веществ, их химических и физических свойств, содержания в растениях и основных ролей в метаболизме. Развитие учения о минеральном питании растений. Работы советской и белорусской школ минерального питания. Принципы обмена клетки со средой. Системное минеральное питание растений.

УСВОЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ РОЛЬ В ПРОЦЕССАХ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ

Макроэлементы. Азот. Развитие взглядов на питание растений азотом. Участие нитратной и аммонийной форм азота в питании растений. Азотфиксация – усвоение молекулярного азота растениями, симбиоз с микроорганизмами. Нитрификация, денитрификация, аммонификация. Круговорот азота в природе. Фосфор. К истории вопроса о питании растений фосфором. Участие фосфора в энергетическом и пластическом обмене растений. Фосфорсодержащие соединения, их роль в жизнедеятельности растительных организмов. Круговорот фосфора в природе. Сера и ее метаболизм в растениях. Участие серы в окислительно-восстановительных реакциях клеток (ассимиляторная сульфатредукция). Круговорот серы. Физиологическая роль металлов макроэлементов (калий, кальций, магний, натрий и др.). **Микроэлементы.** Особенности взаимодействия микроэлементов с растительным организмом. Физиологическая значимость микроэлементов, токсическое действие на мембранные структуры и растение в целом. Толерантность растений к их избытку и недостатку микроэлементов. Симптомы недостатка элементов минерального питания у растений.

ТРАНСПОРТ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Развитие взглядов на поступление веществ в клетку. Форма поступления минеральных элементов в клетку (ионы). **Пассивный перенос ионов.** Простая диффузия: закон Фика, электрохимический потенциал ионов. Активность ионов. Мембранный диффузионный потенциал (потенциал Нернста и Гольдмана). Проницаемость мембран. Потенциал Доннана. Клеточная стенка и ее роль в поступлении минеральных элементов в клетку, сорбционные и диффузионные свойства. **Облегченная диффузия.** Основные типы переносчиков. Модель Михаэлиса-Ментен. **Активный транспорт ионов:** Типы активного транспорта (первичный и вторичный, электрогенный и электронейтральный). Ионные помпы (АТФазы). Схема функционирования помпы. Критерии оценки активного транспорта через мембрану (температурный коэффициент Q_{10} , уравнение Юссинга – Теорелла). **Ионные каналы мембран**

растительных клеток: катионные (калиевые, кальциевые, каналы неселективной ионной проводимости – структура и свойства), системы транспорта анионов, АТФазы (типы, строение и свойства).

Структурно-функциональная организация и основные характеристики ионных каналов растений на примере шейкеров. Их физиологическая и генетическая классификация. Особая роль неселективных катионных каналов в минеральном питании. Роль H^+ -АТФазной помпы в регуляции мембранного транспорта и активности ионных каналов. Редокс-цепь мембран и ее роль в электрогенезе клеток. Эндоцитоз.

РАДИАЛЬНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Корень как орган поглощения минеральных веществ. Анатомическое строение корня и функции тканей, составляющих его структуру (ризодерма, кора, эндодерма, перицикл, центральный цилиндр и его элементы). Апопласт и симпласт. Синтетическая и выделительная функции корневой системы. Трансклеточные токи, полярность клеток, их рост и развитие. Расположение транспортных систем в клетках корня.

ДАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Передвижение ионов по ксилеме и флоэме. Переходные клетки и циркуляция питательных элементов в растении. Процессы интеграции и регуляции транспорта в целом растении.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СКОРОСТЬ ПОСТУПЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВ В РАСТЕНИЯ

Поступление ионов и потребности растений. Кинетика поступления ионов из растворов различной концентрации: из разбавленных и высококонцентрированных растворов. Влияние физико-химических факторов почвенного раствора на поступление минеральных элементов в корневую систему.

ПОЧВА КАК ИСТОЧНИК ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РАСТЕНИЙ

Почва, микроорганизмы и поступление ионов в клетки корневой системы. Потоки питательных веществ в почве. Роль корневых волосков в поглощении элементов минерального питания из почвы. Микоризы. Вынос основных элементов питания из почвы растениями. Органическое вещество почвы и рост растений. Солеустойчивость.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Представления о смесях элементов. Классические смеси. Растворы Кноп-па, Као и Михайлюка, Мурашиге и Скуга. Минеральные удобрения (азотные, фосфорные и калийные). Ухудшения качества урожая при несбалансированном азотном питании.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН (очное отделение)

№ п/п	Наименование разделов, тем	Количество часов				
		Аудиторные				Самост. работа
		Лек- ции	Практ., семинар.	Лаб. занятия	УСР	
1	Введение, развитие представлений о минеральном питании растений.	2				
2.	Усвоение питательных элементов и их роль в процессах жизнедеятельности растений.	8				4
3.	Транспорт минеральных веществ.	4		4		6
4.	Радиальное перемещение питательных элементов.	2				6
5.	Дальний транспорт минеральных веществ.	2		4		6
6.	Факторы, влияющие на скорость поступления веществ в растения.	4				8
7.	Почва как источник питательных элементов для растений	2			4	6
8.	Физиологические основы применения удобрений	2		6		8
	ИТОГО:	26	–	14	4	50

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН (заочное отделение)

№ п/п	Наименование разделов, тем	Количество часов				
		Аудиторные				Самост. работа
		Лек- ции	Практ., семинар.	Лаб. занятия	УСР	
1	Введение, развитие представлений о минеральном питании растений.	2				2
2.	Усвоение питательных элементов и их роль в процессах жизнедеятельности растений.	8				8
3.	Транспорт минеральных веществ.	6	4			8
4.	Радиальное перемещение питательных элементов.	2				8
5.	Дальний транспорт минеральных веществ.	2				8
6.	Факторы, влияющие на скорость поступления веществ в растения.	4				8
7.	Почва как источник питательных элементов для растений	2	2			8
8.	Физиологические основы применения удобрений	4				8
	ИТОГО:	30	6	-	-	58

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (дневное отделение)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студента			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение в предмет. Общая характеристика минеральных веществ. Развитие учения о минеральном питании растений. Окружающая среда – источник минеральных веществ. Макро- и микроэлементы	2 2				Мультимедийная презентация,	ЛО 2, 3, 8, 9, 11 ЛД 1, 2	Первичный контроль знаний, тестирование
2	Усвоение питательных элементов и их роль в процессах жизнедеятельности растений. Азот. Развитие взглядов на питание растений азотом. Участие нитратной и аммонийной форм азота в питании растений. Азотфиксация. Нитрификация, денитрификация, аммонификация. Круговорот азота в природе.	8 2				Мультимедийная презентация, схемы, таблицы	ЛО 2, 6, 8, 9, 11 ЛД 1, 2	
3	Фосфор. К истории вопроса о питании растений фосфором. Участие фосфора в энергетическом и пластическом обмене растений. Фосфорсодержащие соединения, их роль в жизнедеятельности растительных организмов. Круговорот фосфора в природе.	2		4		Мультимедийная презентация, схемы, таблицы	ЛО 2, 6, 8, 9, 11	
4	Сера и ее метаболизм в растениях. Участие серы в окислительно-восстановительных реакциях клеток (ассимиляторная сульфатредукция). Круговорот серы.	2				Мультимедийная презентация	ЛД 1, 2, 8, 12	Устный опрос

5	Особенности взаимодействия микроэлементов с растительным организмом. Физиологическая значимость микроэлементов, токсическое действие на мембранные структуры и растение в целом. Толерантность растений к их избытку и недостатку микроэлементов. Питательные растворы. Симптомы недостатка элементов минерального питания у растений.	2				Мультимедийная презентация.	ЛО 2, 3, 8 ЛД 2, 4	
6	Пассивное поступление минеральных веществ в клетку. Простая диффузия: закон Фика, электрохимический потенциал ионов. Активность ионов. Мембранный диффузионный потенциал (потенциал Нернста и Гольдмана). Проницаемость мембран. Потенциал Доннана. Клеточная стенка и ее роль в поступлении минеральных элементов в клетку, сорбционные и диффузионные свойства. Облегченная диффузия. Основные типы переносчиков. Модель Михаэлиса-Ментен.	2 2		4		Мультимедийная презентация.	ЛО 1, 3, 4, 7, 9, 10, 12 ЛД 3, 4	Текущее тестирование
7	Активный транспорт минеральных элементов. Типы активного транспорта (первичный и вторичный, электрогенный и электронейтральный). Ионные помпы (АТФазы). Схема функционирования помпы. Критерии оценки активного транспорта через мембрану (температурный коэффициент Q_{10} , уравнение Юссинга – Теорелла).	2 2			2	Мультимедийная презентация,	ЛО 1, 3, 4, 7, 9, 10 ЛД 3, 4	
8	Механизмы функционирования ион-транспортных систем растений. Гидратированные и негидратированные ионы. Ионные каналы: катионные (калиевые, кальциевые, каналы неселективной ионной проводимости – структура и свойства), системы транспорта анионов, АТФазы (типы, строение и свойства). Обратимость функционирования H^+ -АТФазной помпы. Редокс-цепь мембран и ее роль в электрогенезе клеток. Пиноцитоз.	2 2		4		Мультимедийная презентация, схемы, рисунки	ЛО 1, 3, 4, 7, 9, 10 ЛД 2, 3	Доклады студентов

9	Факторы, влияющие на скорость поступления веществ в растения. Поступление ионов и потребности растений. Кинетика поступления ионов из растворов различной концентрации: из разбавленных и высококонцентрированных растворов. Влияние физико-химических факторов почвенного раствора на поступление минеральных элементов в корневую систему.	2 2		4		Мультимедийная презентация	ЛО 1, 2, 4, 5 ЛД 4	
10	Радиальное перемещение питательных элементов. Корень как орган поглощения минеральных веществ. Анатомическое строение корня и функции элементов, составляющих его структуру (ризодерма, кора, эндодерма, перицикл, центральный цилиндр и его элементы). Апопласт и симпласт. Синтетическая и выделительная функции корневой системы. Трансклеточные токи, полярность клеток. Расположение транспортных систем в клетках корня. Дальний транспорт минеральных веществ. Передвижение ионов по ксилеме и флоэме. Переходные клетки и циркуляция питательных элементов в растении. Процессы интеграции и регуляции транспорта в целом растении.	2 2		2		Мультимедийная презентация, схемы, рисунки	ЛО 1, 3, 7, 9, ЛД 3, 4	Тестовый контроль
11	Почва как источник питательных элементов для растений. Почва, микроорганизмы и поступление ионов в клетки корневой системы. Потоки питательных веществ в почве. Роль корневых волосков в поглощении элементов минерального питания из почвы. Микоризы. Вынос основных элементов питания из почвы растениями. Органическое вещество почвы и рост растений. Солеустойчивость.	2 2				Мультимедийная презентация	ЛО 1, 3, 7, 9, 12 ЛД 1, 3	
12	Физиологические основы применения удобрений. Минеральные удобрения (азотные, фосфорные и калийные)	2 2			2	Мультимедийная презентация	ЛО 1, 2, 5, 6 ЛД 1, 3	Контрольные вопросы
13	Общие сведения о генетическом контроле поступления и усвоения элементов минерального питания. Формирование полиморфизма по реакции на уровне минерального питания. Генетический контроль минерального питания.	2 2				Мультимедийная презентация	ЛО 5, 7, 9, 10 ЛД 2, 3	
		26		14	4			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (заочное отделение)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студента			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение в предмет. Общая характеристика минеральных веществ. Развитие учения о минеральном питании растений. Окружающая среда – источник минеральных веществ. Макро- и микроэлементы	2 2				Мультимедийная презентация,	ЛО 2, 3, 8, 9, 11, 13 ЛД 1, 2	Первичный контроль знаний, тестирование
2	Усвоение питательных элементов и их роль в процессах жизнедеятельности растений. Азот. Развитие взглядов на питание растений азотом. Участие нитратной и аммонийной форм азота в питании растений. Азотфиксация. Нитрификация, денитрификация, аммонификация. Круговорот азота в природе.	8 2				Мультимедийная презентация, схемы, таблицы	ЛО 2, 6, 8, 9, 11 ЛД 1, 2	
3	Фосфор. К истории вопроса о питании растений фосфором. Участие фосфора в энергетическом и пластическом обмене растений. Фосфорсодержащие соединения, их роль в жизнедеятельности растительных организмов. Круговорот фосфора в природе.	2				Мультимедийная презентация, схемы, таблицы	ЛО 2, 6, 8, 9, 11, 14	
4	Сера и ее метаболизм в растениях. Участие серы в окислительно-восстановительных реакциях клеток (ассимиляторная сульфатредукция). Круговорот серы.	2				Мультимедийная презентация	ЛД 1, 2, 8, 12	Устный опрос
5	Особенности взаимодействия микроэлементов с растительным организмом. Физиологическая значимость микроэлементов, токсическое действие на мембранные структуры и растение в целом. Толерантность растений к их избытку и недостатку микроэлементов. Питательные растворы. Симптомы недостатка элементов минерального питания у растений.	2				Мультимедийная презентация.	ЛО 2, 3, 8, 13 ЛД 2, 4	

6	Пассивное поступление минеральных веществ в клетку. Простая диффузия: закон Фика, электрохимический потенциал ионов. Активность ионов. Мембранный диффузионный потенциал (потенциал Нернста и Гольдмана). Проницаемость мембран. Потенциал Доннана. Клеточная стенка и ее роль в поступлении минеральных элементов в клетку, сорбционные и диффузионные свойства. Облегченная диффузия. Основные типы переносчиков. Модель Михаэлиса-Ментен.	2 2	2			Мультимедийная презентация.	ЛО 1, 3, 4, 7, 9, 10, 12, 14 ЛД 3, 4	Текущее тестирование
7	Активный транспорт минеральных элементов. Типы активного транспорта (первичный и вторичный, электрогенный и электронейтральный). Ионные помпы (АТФазы). Схема функционирования помпы. Критерии оценки активного транспорта через мембрану (температурный коэффициент Q_{10} , уравнение Юссинга – Теорелла).	2 2	2			Мультимедийная презентация,	ЛО 1, 3, 4, 7, 9, 10 ЛД 3, 4	
8	Механизмы функционирования ион-транспортных систем растений. Гидратированные и негидратированные ионы. Ионные каналы: катионные (калиевые, кальциевые, каналы неселективной ионной проводимости – структура и свойства), системы транспорта анионов, АТФазы (типы, строение и свойства). Обратимость функционирования H^+ -АТФазной помпы. Редокс-цепь мембран и ее роль в электрогенезе клеток. Пиноцитоз.	2 2				Мультимедийная презентация, схемы, рисунки	ЛО 1, 3, 4, 7, 9, 10, 13 ЛД 2, 3	Доклады студентов
9	Факторы, влияющие на скорость поступления веществ в растения. Поступление ионов и потребности растений. Кинетика поступления ионов из растворов различной концентрации: из разбавленных и высококонцентрированных растворов. Влияние физико-химических факторов почвенного раствора на поступление минеральных элементов в корневую систему.	2 2				Мультимедийная презентация	ЛО 1, 2, 4, 5 ЛД 4	

10	Радиальное перемещение питательных элементов. Корень как орган поглощения минеральных веществ. Анатомическое строение корня и функции элементов, составляющих его структуру (ризодерма, кора, эндодерма, перицикл, центральный цилиндр и его элементы). Апопласт и симпласт. Синтетическая и выделительная функции корневой системы. Трансклеточные токи, полярность клеток. Расположение транспортных систем в клетках корня. Дальний транспорт минеральных веществ. Перемещение ионов по ксилеме и флоэме. Переходные клетки и циркуляция питательных элементов в растении. Процессы интеграции и регуляции транспорта в целом растении.	4 2 2				Мультимедийная презентация, схемы, рисунки	ЛО 1, 3, 7, 9, ЛД 3, 4	Тестовый контроль
11	Почва как источник питательных элементов для растений. Почва, микроорганизмы и поступление ионов в клетки корневой системы. Потоки питательных веществ в почве. Роль корневых волосков в поглощении элементов минерального питания из почвы. Микоризы. Вынос основных элементов питания из почвы растениями. Органическое вещество почвы и рост растений. Солеустойчивость.	2 2	2			Мультимедийная презентация	ЛО 1, 3, 7, 9, 12 ЛД 1, 3	
12	Физиологические основы применения удобрений. Представления о смесях элементов. Классические смеси. Минеральные удобрения (азотные, фосфорные и калийные). Новые технологии в улучшении минерального питания растений	4 2				Мультимедийная презентация	ЛО 1, 2, 5, 6 ЛД 1, 3	Контрольные вопросы
13	Общие сведения о генетическом контроле поступления и усвоения элементов минерального питания. Формирование полиморфизма по реакции на уровне минерального питания. Генетический контроль минерального питания.	2 2				Мультимедийная презентация	ЛО 5, 7, 9, 10 ЛД 2, 3	
		30	6					

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

№№ п/п	Список литературы	Год издания
	Основная (ЛО)	
1.	<i>Вахмистров Д. Б.</i> Пространственная организация ионного транспорта в корне / Д.Б. Вахмистров. Тимирязевские чтения. М.: Наука.	1991
2.	<i>Кабата-Пендиас З. А.</i> Микроэлементы в почвах и растениях / З. А. Кабата-Пендиас, С. Пендиас. М.: Мир.	1989
3.	<i>Кузнецов В. В.</i> Физиология растений: Учеб. для вузов / В. В. Кузнецов,	2005
4	<i>Кларксон Д.</i> Транспорт ионов и структура растительной клетки / Д. Кларксон. М.: Мир,	1978
5	<i>Климашевский Э.А.</i> Генетический аспект минерального питания растений / Э.А. Климашевский. М.: Агропромиздат.	1991
6	<i>Медведев С. С.</i> Физиология растений: Учебник / С. С. Медведев. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та.	2004
7	<i>Медведев С. С.</i> Электрофизиология растений / С. С. Медведев. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та.	1998
8	<i>Мусиенко Н.Н.</i> Корневое питание растений / Н.Н. Мусиенко, А.И. Тарнавский. Киев: Выща школа.	1989
9	<i>Нобел П.</i> Физиология растительной клетки / П. Нобел. М.: Мир.	1973
10	<i>Пильщикова Н. В.</i> Физиология растений с основами микробиологии/ Н. В. Пильщикова. М.: Мир.	2004
11	<i>Ткачук Е.С.</i> Регуляция минерального питания и продуктивности растений / Е.С. Ткачук и др. Киев: Наук. думка.	1991
12	Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Под ред. Н.Н.. Третьякова. М.: Колос.	1998
13	<i>Юрин В.М.</i> Минеральное питание растений. Учеб. пособие / В. М. Юрин, С.Н. Найдун Мн.: БГУ.	2004
15	Demidchik V. Ion channels and plant stress responses / V. Demidchik, F. J. M. Maathuis. Berlin: Springer-Verlag,	2010
	Дополнительная (ЛД)	
1	<i>Маркарова Е. Н.</i> Физиология корневого питания растений / Е. Н. Маркарова. М.: Изд-во МГУ.	1989
2	<i>Барбер С. А.</i> Биологическая доступность питательных веществ в почве / С. А. Барбер. М.: Агропромиздат.	1988
3	<i>Люттге У.</i> Передвижение веществ в растениях / У. Люттге, Н. Хигинботам. М.: Колос.	1984
4	<i>Ленский А.С.</i> Введение в бионеорганическую и биофизическую химию / А.С. Ленский. М.: Высш. шк..	1989

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ (дневное отделение)

1. Определение объема корневой системы, общей и рабочей адсорбирующей поверхности корней (4 часа).
2. Антагонизм ионов (4 часа).
3. Определение содержания фосфора в растениях (4 часа).
4. Определение содержания калия в растениях методом ионоселективной потенциометрии (2 часа).

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ (заочное отделение)

1. Признаки дефицита минеральных элементов в различных культурах (2 часа).
2. Решение задач по минеральному питанию растений (2 часа).
3. Стратегия внесения минеральных удобрений для различных видов сельскохозяйственных и декоративных культур (2 часа).

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ (темы)

1. Роль железа в жизни растения.
2. Механизмы поступления калия в растительную клетку.
3. Роль азотфиксирующих бактерий в азотном питании высших растений.
4. Виды минеральных удобрений и особенности их использования.
5. Новые технологии в улучшении минерального питания растений.
6. Молекулярно-генетические основы функционирования систем активного транспорта на плазматической мембране корня высших растений.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Текущая оценка формируется как среднее арифметическое значение оценок контрольной работы, двух тестовых заданий и лабораторных работ.

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Итоговая оценка рассчитывается как сумма текущей оценки (коэффициент 0,4) и экзаменационной оценки (коэффициент 0,6).

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
1. Физиология растений	Физиологии биохимии растений		

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
(протокол № __ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой

(степень, звание) (подпись) (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

(степень, звание) (подпись) (И.О.Фамилия)

¹ При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине

