

Белорусский государственный университет



« 30 » ноября 2016 г.

Регистрационный № УД - 3277 /уч.

Минеральное питание растений

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:
1-31 01 01 Биология (по направлениям)**

2016 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 01-2013 и учебных планов УВО № G31-132/уч. 2013 г., № G31-133/уч. 2013 г., № G31з-157/уч. 2013 г., № G31з-159/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Анатолий Иосифович Соколик, доцент кафедры клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Светлана Николаевна Найдун, доцент кафедры клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 20 октября 2016 г.);

Учебно-методической комиссией биологического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 30 ноября 2016 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Минеральное питание растений» относится к специальным дисциплинам по выбору студента цикла специальных дисциплин учебных планов.

«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 передаче 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 учебной дисциплины «Минеральное питание растений» – дать студентам углубленные знания о химических формах, транспорте, превращениях и физиологической значимости элементов минерального питания.

В задачи учебной дисциплины входит:

- 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.

Преподавание учебной дисциплины «Минеральное питание растений» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении учебной дисциплины «Физиология растений». В свою очередь, изучение данной дисциплины будет способствовать усвоению дисциплин «Экология и рациональное природопользование», и таких спецкурсов как «Фитофизиология стресса» и «Биохимия растений». В целом программа курса составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным учебным дисциплинам («Физиология растений», «Микробиология», «Экология и рациональное природопользование», «Фитофизиология стресса», «Информационные структуры растительной клетки»).

В результате изучения дисциплины обучаемый 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.

владеть:

- методами определения дефицита макро- и микроэлементов в почве;
- вегетационным методом выращивания растений – основным приемом при изучении минерального питания.

Изучение учебной дисциплины «Минеральное питание растений» должно обеспечить формирование у студента следующих компетенций:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, участвовать в разработке новых методических подходов.
- ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.
- ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.
- ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

В соответствии с учебными планами очной формы получения образования изучение учебной дисциплины осуществляется в 6 семестре. Программа рассчитана на 50 часов, из них аудиторных 30 часов. Распределение по видам занятий: лекции – 28 часов, аудиторный контроль управляемой самостоятельной работы – 2 часа.

В соответствии с учебными планами заочной формы получения образования изучение учебной дисциплины осуществляется в 7 семестре. Программа рассчитана на 50 часов, из них аудиторных 8 часов (лекционных).

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I. 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.

II. 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 (ассими-

ляторная 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.

III. 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.

IV. РЕГУЛЯЦИЯ СКОРОСТИ 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.

V. 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.

VI. 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.

VII. 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.

VIII. 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. Новые технологии в улучшении минерального питания растений.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА
(дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
I	ВВЕДЕНИЕ	2						
II	УСВОЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ РОЛЬ В ПРОЦЕССАХ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ.							
2	Усвоение питательных элементов и их роль в процессах жизнедеятельности растений. Азот.	2						
3	Усвоение питательных элементов и их роль в процессах жизнедеятельности растений. Фосфор.	2						
4	Усвоение питательных элементов и их роль в процессах жизнедеятельности растений. Сера и ее метаболизм в растениях.	2						
5	Усвоение питательных элементов и их роль в процессах жизнедеятельности растений. Микроэлементы.	2					1	Письменная контрольная работа
III	ТРАНСПОРТ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ							
6	Пассивное поступление минеральных веществ в клетку.	2						
7	Активный транспорт минеральных элементов.	2						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Механизмы функционирования ион-транспортных систем растений. Ионные каналы.	2						
9	Механизмы функционирования ион-транспортных систем растений. Транспортные АТФазы, переносчики.	2					1	Письменная контрольная работа
IV	РЕГУЛЯЦИЯ СКОРОСТИ ПОСТУПЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВ В РАСТЕНИЯ	2						
V	РАДИАЛЬНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.	2						
VI	ДАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ	2						
VII	ПОЧВА КАК ИСТОЧНИК ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РАСТЕНИЙ.	2						
VIII	ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ	2						

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА
(заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение. Почва как источник питательных элементов для растений	2						
2	Усвоение питательных элементов. Роль в процессах жизнедеятельности растений	2						
3	Поступление и перемещение минеральных элементов по растению	2						
4	Физиологические основы применения удобрений	2						

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. *Вахмистров Д. Б.* Пространственная организация ионного транспорта в корне / Д.Б. Вахмистров. Тимирязевские чтения. М.: Наука. 1991
2. *Кабата-Пендиас З. А.* Микроэлементы в почвах и растениях / З. А. Кабата-Пендиас, С. Пендиас. М.: Мир. 1989.
3. *Кузнецов В. В.* Физиология растений: Учеб. для вузов / В. В. Кузнецов, 2005.
4. *Кларксон Д.* Транспорт ионов и структура растительной клетки / Д. Кларксон. М.: Мир, 1978.
5. *Медведев С. С.* Физиология растений: Учебник / С. С. Медведев. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та. 2004
6. *Медведев С. С.* Электрофизиология растений / С. С. Медведев. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та. 1998.
7. *Мусяенко Н.Н.* Корневое питание растений / Н.Н. Мусяенко, А.И. Тарнавский. Киев: Выща школа. 1989.
8. *Пильщикова Н. В.* Физиология растений с основами микробиологии/ Н. В. Пильщикова. М.: Мир. 2004.
9. *Ткачук Е.С.* Регуляция минерального питания и продуктивности растений / Е.С. Ткачук и др. Киев: Наук. думка. 1991.
10. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Под ред. Н.Н.. Третьякова. М.: Колос. 1998.
11. *Юрин В.М.* Минеральное питание растений. Учеб. пособие / В. М. Юрин, С.Н. Найдун Мн.: БГУ. 2004.
12. *Demidchik V.* Ion channels and plant stress responses / V. Demidchik, F. J. M. Maathuis. Berlin: Springer-Verlag, 2010.

Дополнительная:

1. *Маркарова Е. Н.* Физиология корневого питания растений / Е. Н. Маркарова. М.: Изд-во МГУ. 1989.
2. *Барбер С. А.* Биологическая доступность питательных веществ в почве / С. А. Барбер. М.: Агропромиздат. 1988.
3. *Люттге У.* Передвижение веществ в растениях / У. Люттге, Н. Хигинботам. М.: Колос. 1984.
4. *Ленский А.С.* Введение в бионеорганическую и биофизическую химию / А.С. Ленский. М.: Высш. шк.. 1989.

ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Промежуточный зачет в виде письменной контрольной работы по разделам «Усвоение питательных элементов и их роль в процессах жизнедеятельности растений» и «Транспорт минеральных веществ».

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

Учебными планами в качестве формы итогового контроля по учебной дисциплине рекомендован зачет.

Для оценки профессиональных компетенций студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- защита подготовленного студентом реферата;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине курса рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.). Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний.

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОВОЙ ОЦЕНКИ

Студент допускается к зачету, если имеет оценку текущего контроля знаний (средний балл по УСП) не ниже «четыре».

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
1. Физиология растений	Клеточной биологии и биоинженерии растений	Отсутствуют Зав. кафедрой В.В. Демидчик	Утвердить согласование (протокол № 4 от 20 октября 2016 г.)
2. Фитофизиология стресса	Клеточной биологии и биоинженерии растений	Отсутствуют Зав. кафедрой В.В. Демидчик	Утвердить согласование (протокол № 4 от 20 октября 2016 г.)
3. Информационные структуры растительной клетки	Клеточной биологии и биоинженерии растений	Отсутствуют Зав. кафедрой В.В. Демидчик	Утвердить согласование (протокол № 4 от 20 октября 2016 г.)
4. Микробиология	Микробиологии	Отсутствуют Зав. кафедрой В.А. Прокулевич	Утвердить согласование (протокол № 4 от 20 октября 2016 г.)
5. Экология и рациональное природопользование	Общей экологии и методики преподавания биологии	Отсутствуют Зав. кафедрой В.В. Гричик	Утвердить согласование (протокол № 4 от 20 октября 2016 г.)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____ / ____ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

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

Заведующий кафедрой

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)