

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Учебно-методическое объединение по образованию
в области сельского хозяйства



УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь

С. А. Федченко

2024 г.

Регистрационный № МСПХ-3-24 /пр.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

ПРИМЕРНАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

по учебной дисциплине для специальностей:

6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения

6-05-0811-05 Защита растений и карантин

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического объединения по образованию в области сельского хозяйства

В. В. Великанов

2024 г.

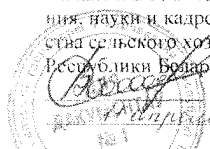


СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления образования, науки и кадровой политики Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь

В. А. Самсонович

2024 г.

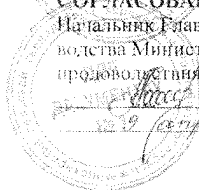


СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления растениеводства Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь

Н.В. Лешик

2024 г.



МИНСК 20

Составители:

О. А. Порхунцова, заведующий кафедрой биологии растений и химии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

А. А. Горновский, заместитель декана агротехнологического факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

О. А. Цыркунова, старший преподаватель кафедры биологии растений и химии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Рецензенты:

кафедра земледелия и механизации технологических процессов учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет», протокол № 6 от 23 февраля 2024 г.;

М. О. Моисеева, заведующий кафедрой кормопроизводства учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:

кафедрой биологии растений и химии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 5 от 26.01.2024 г.);

методической комиссией агротехнологического факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 6 от 23.02.2024 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 6 от 28.02.2024 г.);

научно-методическим советом по агрономическим специальностям учебно-методического объединения по образованию в области сельского хозяйства (протокол № 7 от 14.03.2024 г.).

Ответственный за редакцию: Т. И. Скикевич

Ответственный за выпуск: О. А. Цыркунова

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Сельскохозяйственная микробиология – одна из важнейших биологических дисциплин, на которой базируются фундаментальные знания специалиста сельского хозяйства. Она изучает микроорганизмы, играющие роль в повышении плодородия почв, создании бактериальных удобрений, производстве кормов, хранении сельскохозяйственной продукции и др.

Примерная учебная программа по учебной дисциплине для студентов агрономических специальностей должна обеспечить подготовку специалистов, владеющих глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками в сельскохозяйственной микробиологии.

Цель преподавания учебной дисциплины – формирование базовых профессиональных компетенций по сельскохозяйственной микробиологии.

Основными задачами учебной дисциплины являются: освоение теоретических основ сельскохозяйственной микробиологии; получение навыков по анализу микроорганизмов и изучение методов научных исследований в микробиологии; освоение практических приемов регулирования микробиологических процессов в сельскохозяйственном производстве; формирование целостного представления специалистов сельского хозяйства об окружающей среде, составе и функционировании микробиоценозов как составной части био- и агроценозов.

Учебная дисциплина «Сельскохозяйственная микробиология» относится к государственному компоненту примерного учебного плана модуля «Основы сельскохозяйственного производства» по специальности 6-05-0811-01 «Производство продукции растительного происхождения» и к государственному компоненту примерного учебного плана модуля «Биологический» по специальности 6-05-0811-05 «Защита растений и карантин».

Учебная программа составлена на основе межпредметных связей по учебным дисциплинам «Физиология и биохимия растений», «Ботаника», «Биотехнология», а также «Защита растений», «Фитопатология» для специальности 6-05-0811-01 «Производство продукции растительного происхождения» и «Биологическая защита растений», «Общая фитопатология» для специальности 6-05-0811-05 «Защита растений и карантин», которые необходимы при подготовке специалистов высшей квалификации в области агрономии.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен развить и закрепить базовые профессиональные компетенции:

для специальности 6-05-0811-01 «Производство продукции растительного происхождения»: применять живые организмы, их системы или продукты их жизнедеятельности для решения технологических задач;

для специальности 6-05-0811-05 «Защита растений и карантин»: применять знания об организации, разнообразии и направлениях использования микроорганизмов в сельскохозяйственной деятельности.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Сельскохозяйственная микробиология» студент должен не только приобрести

теоретические и практические навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной жизни страны.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- морфологию, систематику, физиологию и экологию микроорганизмов;
- процессы превращения микроорганизмами веществ;
- использование микроорганизмов в качестве удобрительных препаратов и биологических средств защиты растений;
- микробиологические принципы хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, заготовки кормов;
- микрофлору основных типов почв, участие микроорганизмов в почвообразовательном процессе и микробиологическую диагностику почв;
- характер влияния основных элементов технологии возделывания культур на микрофлору почвы;

уметь:

- готовить микробиологические препараты;
- проводить исследования микробных ассоциаций;
- направленно регулировать микробиологическую активность почв в результате технологических приемов для повышения плодородия;
- правильно регулировать микробиологические процессы при переработке и хранении сельскохозяйственной продукции и производстве кормов;
- правильно применять микробиологические удобрения и средства защиты, продукты микробного синтеза для увеличения урожайности сельскохозяйственных растений;

владеть:

- основными методами использования микробиологической техники;
- методами количественной и качественной оценок микрофлоры воздуха, почвы, воды и кормов;
- методикой анализа состояния окружающей среды посредством микробиологической индикации.

Согласно примерному учебному плану, на изучение учебной дисциплины «Сельскохозяйственная микробиология» по специальности 6-05-0811-01 «Производство продукции растительного происхождения» предусмотрено 108 часов, из них на аудиторные занятия выделено 72 часа. Распределение аудиторного времени по видам занятий: 36 часов лекций, 36 часов лабораторных занятий.

На изучение учебной дисциплины «Сельскохозяйственная микробиология» по специальности 6-05-0811-05 «Защита растений и карантин» предусмотрено 120 часов, из них на аудиторные занятия выделено 72 часа. Распределение аудиторного времени по видам занятий: 36 часов лекций, 36 часов лабораторных занятий.

Формой промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Сельскохозяйственная микробиология» является **зачет**.

2. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Номер раздела, темы,	Название раздела, темы, учебного занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов		
		Всего	лекции	лабораторные занятия
	Введение в микробиологию	2	2	-
1	Морфология и систематика микроорганизмов	16	8	8
2	Микроорганизмы и окружающая среда	3	2	1
3	Питание микроорганизмов	2	1	1
4	Обмен веществ у микроорганизмов	1	1	-
5	Генетика и селекция микроорганизмов	-	-	-
6	Превращение микроорганизмами соединений углерода	12	4	8
7	Превращение микроорганизмами соединений азота	12	4	8
8	Превращение микроорганизмами серы, фосфора, железа	2	2	-
9	Основы почвенной микробиологии	8	4	4
10	Микроорганизмы зоны корня и поверхности растений	4	2	2
11	Микробиология кормов	4	2	2
12	Микробиология воды и воздуха	4	2	2
13	Применение методов биоконверсии в сельском хозяйстве	2	2	-
	Всего	72	36	36

3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение в микробиологию

Предмет и задачи сельскохозяйственной микробиологии как науки. Методы микробиологии. Распространение и роль микроорганизмов в природе и сельскохозяйственном производстве, в решении практических задач сельскохозяйственного производства. Участие микроорганизмов в почвообразовательном процессе, питании и защите растений. Разнообразие микроорганизмов и их общие свойства.

История развития микробиологии. Открытие микроорганизмов А. Левенгуком. Морфологический период. Физиологический период развития микробиологии. Биохимический период развития микробиологии. Генетический период развития микробиологии. Использование микроорганизмов в качестве объектов молекулярно-генетических исследований.

Основные задачи и направления развития микробиологии на современном этапе. Вклад белорусских ученых в развитие сельскохозяйственной микробиологии.

1. Морфология и систематика микроорганизмов

Прокариотные и эукариотные микроорганизмы, их клеточная организация и основные различия.

Бактерии. Размеры бактериальных клеток. Основные формы бактерий.

Морфология и структурная организация бактериальной клетки. Капсула и слизистые слои. Жгутики и ворсинки. Движение бактерий. Реакции таксиса у микроорганизмов. Состав и строение клеточных стенок у грамположительных и грамотрицательных бактерий. Дефектные формы микроорганизмов (протопласты, феропласты, L-формы). Строение и функции цитоплазматической мембраны. Цитоплазма. Нуклеоид – ядерный аппарат у бактерий. Рибосомы. Включения, их состав и значение. Цисты и эндоспоры. Образование, строение и свойства спор. Расположение спор у бацилл.

Систематика микроорганизмов. Принципы и подходы к систематике и номенклатуре микроорганизмов, таксономические категории. Вид как основная таксономическая единица, определение, критерии вида (морфологические, культуральные, физиологические, генетические, биохимические, экологические и др.). Филлогенетическая классификация К. Везе. Систематика по Д. Берги.

Характеристика основных групп микроорганизмов. Грамотрицательные бактерии: скотобактерии (миксобактерии, цитофаги, нитчатые многоклеточные, хламидобактерии, риккетсии), фототрофные бактерии с бескислородным типом фотосинтеза и оксифотобактерии. Грамположительные бактерии. Актиномицеты: строение, размножение, значение. Стрептомицеты, проактиномицеты, микромоноспоры, франки, микобактерии, микококки. Характеристика микоплазм и архебактерий.

Эукариотные микроорганизмы. Микроскопические грибы. Особенности строения, размножения микроскопических мицелиальных грибов и их значение.

Дрожжи: строение, размножение, физиологическая характеристика и практическое использование.

Неклеточные микроорганизмы. Вирусы. История открытия. Структура и свойства вирусов. Основные принципы классификации: ДНК- и РНК-геномные, сложные и простые вирусы. Репродукция вирусов и их роль в природе. Микроорганизмы и окружающая среда. Фаги. Бактериофаги, актинофаги, микофаги. Строение и размножение бактериофагов. Взаимодействие вирусов и фагов с клеткой хозяина. Этапы взаимодействия. Вирулентные и умеренные фаги. Явление лизогении, лизогенные культуры. Практическое использование фагов. Вириды и прионы, их особенности и значение.

2. Микроорганизмы и окружающая среда

Отношение микроорганизмов к абиотическим факторам среды. Предупреждение развития микроорганизмов с помощью этих факторов. Влияние влажности среды и концентрации растворенных в воде соединений на микроорганизмы. Осмофилы и галофилы. Отношение микроорганизмов к температуре. Психрофилы, мезофилы, термофилы; их кардинальные температуры. Стерилизация. Способы термической и холодной стерилизации. Влияние света, радиации, гидростатического давления, ультразвука, электричества и механических сотрясений на микроорганизмы.

Отношение микроорганизмов к кислороду. Аэробы, факультативные и облигатные анаэробы. Аэротолеранты и микроаэрофилы. Влияние кислотности среды на развитие отдельных групп микроорганизмов.

Дезинфекция. Действие химически ядовитых веществ на микроорганизмы. Антисептики: поверхностно-активные вещества, красители, фенолы, тяжелые металлы, окислители, альдегиды, спирты, щелочи, формалин, летучие вещества.

Биотические факторы. Взаимоотношения микроорганизмов между собой и другими организмами. Симбиоз факультативный и облигатный. Мутуализм, комменсализм, паразитизм. Явление метабиоза и его сущность. Антагонизм пассивный, активный. Хищничество. Антибиотики микробного и животного происхождения, фитонциды.

Инфекция, патогенность, вирулентность. Иммуитет и его виды.

Теоретические основы методов хранения, переработки и консервирования пищевых продуктов: биоз, анабиоз, ценобиоз, абиоз.

3. Питание микроорганизмов

Способы питания живых существ. Внеклеточное переваривание у микроорганизмов. Поступление питательных веществ в микробную клетку.

Химический состав бактериальной клетки. Пищевые потребности микроорганизмов.

Типы питания у микроорганизмов. Автотрофы и гетеротрофы. Литотрофы и органотрофы. Фотосинтез и хемосинтез у микроорганизмов. Фотолитотрофы, фотоорганотрофы, хемолитотрофы, хемоорганотрофы. Сапрофиты и паразиты.

Источники азота для микроорганизмов. Усвоение зольных элементов – серы, фосфора, магния, калия, кальция, железа, микроэлементов. Потребность микроорганизмов в факторах роста.

Питательные среды для выращивания микроорганизмов. Рост и развитие на питательных средах.

4. Обмен веществ у микроорганизмов

Понятие об обмене веществ: анаболизм (конструктивный обмен) и катаболизм (энергетический обмен).

Ферменты микроорганизмов: химическая природа, механизм действия, классификация, локализация в клетке. Эндо- и экзоферменты. Конститутивные и индуцированные ферменты.

Катаболизм и энергетические процессы. Углеводы – источник энергии. Основные пути расщепления углеводов микроорганизмами. Кислород и другие акцепторы электронов. Роль АТФ.

Аэробное дыхание – полное окисление. Химизм.

Неполное окисление органических субстратов, образуемые продукты, использование этих процессов в практической деятельности человека.

Анаэробное дыхание. Нитратное и сульфатное дыхание, значение этих процессов

Брожение. Основные типы брожений. Сходства и отличия дыхания и брожения. Практическое значение процессов брожения.

Основные мономеры биосинтеза (органические кислоты, аминокислоты, сахара, азотистые основания и др.). Ассимиляция углекислоты автотрофами и гетеротрофами. Биосинтез аминокислот, белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов. Образование ферментов, полисахаридов, витаминов, гиббереллинов, токсинов, антибиотиков, алкалоидов.

Синтез кормового белка. Сырье, его переработка, основные технологические моменты и продуценты.

Синтез антибиотиков. История вопроса. Продуценты антибиотиков, механизм действия медицинских антибиотиков. Использование антибиотиков в растениеводстве для борьбы с фитопатогенными микроорганизмами.

5. Генетика и селекция микроорганизмов

Микроорганизмы – объекты генетических исследований. Понятие о наследственности и изменчивости. Материальные основы наследственности. Структура ДНК и РНК. Генетический код, репликация ДНК и синтез белка. Внехромосомные факторы наследственности. Плазмиды бактерий.

Изменчивость микроорганизмов. Приспособительные возможности микроорганизмов к различным условиям среды. Фенотипическая изменчивость. Модификации. Адаптация. Генотипическая изменчивость. Мутации (спонтанные и индуцированные, прямые и обратные, точечные, генные, хромосомные). Мутагенные факторы, их виды и механизм мутагенного действия. Практическое применение мутантов микроорганизмов. Рекомбинационная изменчивость у прокариот – трансформация, трансдукция, конъюгация.

Принципы генной инженерии. Использование методов генной инженерии в микробиологии и биотехнологии. Селекция микроорганизмов и ее задачи в области биотехнологии, сельского хозяйства, пищевой промышленности, животноводства, кормопроизводства и т.д.

6. Превращение микроорганизмами соединений углерода

Круговорот углерода в природе и роль микроорганизмов в этом процессе.

Спиртовое брожение: химизм, значение. Дрожжи как возбудители спиртового брожения (дикие и культурные, низовые и верховые). Факторы, влияющие на спиртовое брожение. Глицериновое брожение, получение глицерина.

Молочнокислородное брожение. Гомоферментативное и гетероферментативное молочнокислородное брожение: химизм, возбудители и их характеристика, значение в получении молочнокислых продуктов.

Пропионовокислородное брожение. Химизм брожения и характеристика пропионовокислых бактерий, их использование в сыроделии и для получения витамина В₁₂.

Маслянокислородное брожение: химизм, возбудители, их характеристика и значение. Ацетонобутиловое брожение: химизм, возбудители, условия протекания, значение.

Разложение пектиновых веществ: химизм, характеристика возбудителей. Значение разложения пектиновых веществ в первичной обработке технических культур. Росаяная мочка льна. Разложение целлюлозы: химизм, возбудители и их характеристика, значение процесса. Разложение крахмала: химизм, возбудители и их характеристика, значение процесса. Разрушение микроорганизмами гемицеллюлоз и лигнина, значение этих процессов. Окисление этилового спирта в уксусную кислоту. Характеристика уксуснокислых бактерий. Способы получения уксуса. Получение лимонной кислоты: возбудители и значение. Окисление микроорганизмами жиров и высокомолекулярных кислот жирного ряда.

7. Превращение микроорганизмами соединений азота

Общая схема круговорота азота в природе.

Аммонификация белков (минерализация азота): химизм, дезаминирование и декарбоксилирование аминокислот, возбудители и их характеристика, значение процесса. Продукты аэробного и анаэробного распада белка.

Аммонификация мочевины: химизм, значение процесса, характеристика уробактерий.

Иммобилизация азота в почве. Понятие мобилизации и иммобилизации азота. Значение соотношения C : N в процессах минерализации и иммобилизации азота в почве. Влияние данного процесса на обеспеченность растений минеральным азотом.

Нитрификация. Сущность и химизм нитрификации. Работы С. Н. Виноградского и их значение. Характеристика нитрифицирующих бактерий первой и второй фаз. Влияние условий среды на процесс нитрификации. Значение.

Денитрификация. Сущность денитрификации и ее виды. Микробиологическая (прямая) денитрификация, ее причины и возбудители. Ассимиляторная и диссимиляторная денитрификация. Нитратное дыхание: значение этого процесса и меры борьбы. Химическая (косвенная) денитрификация, ее причины, химизм, меры борьбы.

Биологическая фиксация молекулярного азота. Сущность азотфиксации. История изучения вопроса. Масштабы биологической азотфиксации.

Свободноживущие азотфиксирующие микроорганизмы: анаэробные – *Clostridium pasteurianum* и другие маслянокислые бактерии, микобактерии, коринибактерии, зеленые серобактерии, пурпурные серобактерии и пурпурные несерные бактерии; аэробные – *Azotobacter* и его характеристика, *Beijerinckia*, *Derxia*, *Azomonas*. Экология свободноживущих фиксаторов азота. Цианобактерии, усваивающие молекулярный азот. Альголизация. Лишайники и азолла.

Симбиотическая азотфиксация у бобовых растений. Морфологические, физиологические особенности и свойства клубеньковых бактерий (специфичность, вирулентность, активность, конкурентоспособность). Оптимальные условия для азотфиксации. Использование препаратов азотфиксирующих бактерий для сельскохозяйственных культур (Сапронит, АгроМик, Гордебак, Биолиnum, Ризобактерин, СояРиз, Ризофос и другие). Симбиотическая азотфиксация у небобовых растений. Азотфиксирующие актиномицеты – *Frankia* (актинориза).

Фиксация азота в ризосфере и филлосфере. Ассоциативная азотфиксация почвенными микроорганизмами: *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Flavobacterium* и др.

Химизм фиксации микроорганизмами молекулярного азота.

8. Превращение микроорганизмами соединений серы, фосфора, железа

Общая схема превращений серы в природе. Минерализация органической серы. Сульфификация: химизм, возбудители, значение. Характеристика серных бактерий. Десульфификация (сульфатредукция): химизм, возбудители, значение процесса.

Круговорот фосфора в природе. Минерализация органического фосфора. Мобилизация нерастворимых фосфатов в растворимое состояние под действием микроорганизмов, значение. Препарат Фитостимифос.

Круговорот железа в природе. Минерализация органического железа. Окисление и восстановление соединений железа микроорганизмами. Характеристика железобактерий.

9. Основы почвенной микробиологии

Развитие взглядов на роль микроорганизмов в образовании почв. Почва как среда обитания микроорганизмов. Почва как живая система. Твердая часть почвы как субстрат питания и прикрепления микроорганизмов. Явление адсорбции микроорганизмов. Почвенный раствор. Почвенный воздух, его объем и состав.

Процесс образования почв и деятельность микроорганизмов. Микроорганизмы, участвующие в первичном почвообразовательном процессе. Роль микроорганизмов в образовании и разрушении перегноя. Закономерности,

определяющие накопление гумуса в почвах различных климатических зон. Роль микроорганизмов в агрегатировании и формировании почвенной структуры.

Методы определения состава и активности почвенных микроорганизмов.

Микрофлора различных типов почв. Почвенный микробценоз и составляющие его ассоциации микроорганизмов: зимогенная, автохтонная олиготрофная и автотрофная.

Теория Е. Н. Мищустина о зональности распределения микроорганизмов. Отражение горизонтальной и вертикальной поясности в составе микробного населения почв. Количественные и качественные составы бактерий, актиномицетов и грибов в почвах различных типов. Микробиологические показатели типа и окультуренности почв. Микроорганизмы-индикаторы.

Факторы среды, определяющие развитие микробного ценоза почвы. Роль температуры в формировании микробного ценоза почвы. Влияние влажности почвы на характер микробиологических процессов. Деятельность микроорганизмов при различных сочетаниях температуры и влажности. Воздушный режим почвы. Влияние кислотности и механического состава почвы на активность микроорганизмов.

Влияние обработки почвы на жизнедеятельность микроорганизмов. Гетерогенное распределение и активность микроорганизмов в пахотном слое. Влияние различных способов обработки на характер микробиологических процессов в почве.

Удобрения и микробиологические процессы в почве. Прямое и косвенное влияние минеральных удобрений на микрофлору почвы. Действие органических удобрений на микрофлору. Микробиология навоза. Химический состав, степень разложения и микробиологические процессы в навозе при различных способах хранения навоза.

Действие гербицидов и пестицидов на почвенную микрофлору. Разрушение микроорганизмами токсичных соединений.

Влияние севооборотов и монокультур на микрофлору почвы. Почвоутомление и его причины. Аллелопатия и почвенные микроорганизмы. Явление микробного антагонизма и самоочищение почв.

Биорегуляция деятельности микробных сообществ почв с целью восстановления нарушенных микробценозов, повышения биогенности и плодородия почвы.

Использование в сельском хозяйстве микробов-антагонистов и микробных метаболитов для защиты и стимуляции растений. Микроорганизмы антагонисты и антагонистические вещества, используемые для борьбы с болезнями растений.

Микробиологический метод борьбы с вредными насекомыми и грызунами. Бактериальные, грибные и вирусные препараты для защиты растений от насекомых-вредителей. Препараты микробного происхождения, стимулирующие рост растений. Гиббереллины и их использование.

10. Микроорганизмы зоны корня и поверхности растений

Корневая и прикорневая микрофлора растений – микрофлора ризопланы и ризосферы. Роль в жизни растений.

Микориза. Экотрофная, эндотрофная и эктоэндотрофная. Классификация растений по отношению к микоризе. Роль микоризы в жизни растений.

Эпифитная микрофлора, ее состав и роль в жизни растений. Практическое применение активных эпифитных микроорганизмов для направленного регулирования жизнедеятельности растений и повышения их урожайности. Разнообразие эндофитных микроорганизмов, обладающих хозяйственно ценными свойствами, обеспечивающих питание и защиту растений, устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам. Механизмы формирования эндофитной микрофлоры. Роль эндофитных микроорганизмов в регуляции роста и развития растений. Микрофлора зерна и ее изменения при различных условиях хранения.

11. Микробиология кормов

Микробиологические процессы при сушке сена.

Силосование кормов. Методы силосования. Микробиологические процессы, происходящие при силосовании кормов, смена микрофлоры. Силосуемость растений. Сахарный минимум и буферность. Показатели качества силоса: органолептические, химические и микробиологические.

Сенажирование кормов. Сходства и различия силоса и сенажа.

Препараты микробного происхождения для силосования кормов.

12. Микробиология воды и воздуха

Вода – среда обитания микроорганизмов. Факторы, влияющие на количество микроорганизмов в воде. Микробиологические показатели загрязнения воды. Методы очистки воды – физические и химические. Биологическая очистка сточных вод.

Микроорганизмы в воздухе. Количественный и качественный учет микробиоты воздуха. Пути загрязнения воздуха микроорганизмами.

13. Применение методов биоконверсии в сельском хозяйстве

Перспективные направления применения микроорганизмов в сельскохозяйственном производстве для превращения растительного сырья.

Переработка сельскохозяйственных отходов в биогаз и удобрения. Микробные препараты для ускорения разложения растительных остатков (соломы, стерни и т.д.). Эффективность применения микробных препаратов для повышения почвенного плодородия и урожайности растений.

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Литература

Основная

1. Белясова, Н. А. Микробиология: электронный курс лекций / Н. А. Белясова, Т. И. Ахрамович. – Минск: БГТУ, 2019. – 290 с.
2. Емцев, В. Т. Общая микробиология: учебник / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 248 с.
3. Емцев, В. Т. Сельскохозяйственная микробиология: учебник / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 197 с.
4. Сидоренко, О. Д. Сельскохозяйственная микробиология. Введение в специальность: учеб. пособие / О. Д. Сидоренко. – Москва: ИНФРА-М, 2024. – 245 с.
5. Цыркунова, О. А. Сельскохозяйственная микробиология: учеб.-метод. пособие: в 4 частях. Ч. 1: Морфология и систематика микроорганизмов / О. А. Цыркунова, А. А. Горновский. – Горки: БГСХА, 2018. – 83 с.

Дополнительная

6. Дуктов А. П. Микробиология: курс лекций / А. П. Дуктов, И. А. Ходырева. – Горки: БГСХА, 2022. – 235 с.
7. Емцев, В. Т. Микробиология: учебник / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Дрофа, 2005. – 445 с.
8. Зимогледова, Т. В. Практикум по микробиологии: учеб. пособие / Т. В. Зимогледова, И. К. Карташева, О. Г. Шабалдас. – Москва: Колос; Ставрополь, 2007. – 147 с.
9. Микробиология: учебник / И. Ю. Ухарцева [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – 288 с.
10. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии: учеб. пособие / Е. З. Теппер. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Колос, 1993. – 175 с.
11. Лабораторный практикум по общей микробиологии / Н. Б. Градова [и др.]. – Москва: ДеЛиПринт, 2001. – 130 с.
12. Пильщикова, В. Н. Физиология растений с основами микробиологии: учеб. пособие / В. Н. Пильщикова. – Москва: Мир, 2004. – 183 с.
13. Современная микробиология: в 2 т. Том 1. Прокариоты / А. Бут [и др.]; под ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля; пер. с англ. И. В. Алферовой [и др.]; под ред. А. И. Нетрусова. – Москва: Мир, 2005. – 656 с.
14. Цыркунова, О. А. Сельскохозяйственная микробиология: в 2 ч. Ч. 1: методические указания по выполнению лабораторных работ / О. А. Цыркунова, А. А. Горновский, О. А. Порхунцова. – Горки: БГСХА, 2020. – 56 с.
15. Цыркунова, О. А. Сельскохозяйственная микробиология: в 2 ч. Ч. 2: методические указания по выполнению лабораторных работ / О. А. Цыркунова, А. А. Горновский, О. А. Порхунцова. – Горки: БГСХА, 2020. – 60 с.

16. Экология микроорганизмов: учебник для студ. вузов / А. И. Нетрусов [и др.]; под ред. А. И. Нетрусова. – Москва: Издательский центр «Академия», 2004. – 272 с.

4.2. Рекомендуемые формы и методы обучения

Основными методами обучения являются:

- элементы проблемного обучения, реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе.

4.3. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является важным составляющим компонентом учебной деятельности по учебной дисциплине.

При изучении учебной дисциплины используются следующие *формы самостоятельной работы*:

- самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам;
- получение индивидуальных консультаций по темам, являющимся сложными для студентов при самостоятельном изучении учебного материала.
- работа в библиотеке с интернет-ресурсами.
- написание научных статей.

4.4. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций

Для оценки учебных достижений обучающихся используется следующий диагностический инструментарий:

- выступление на конференции по подготовленному реферату;
- проведение текущих контрольных опросов или компьютерного тестирования по отдельным темам;
- защита выполненных на лабораторных занятиях лабораторных работ или индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- сдача зачета по учебной дисциплине.