

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по образованию  
в области сельского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ



Первый заместитель Министра  
образования Республики Беларусь  
И. А. Старовойтова  
« 06 » 2020 г.  
Регистрационный № ТД-К.529 /тип.

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

Типовая учебная программа  
по учебной дисциплине для специальностей:

- 1-74 02 01 Агрономия;
- 1-74 02 02 Селекция и семеноводство;
- 1-74 02 03 Защита растений и карантин;
- 1-74 02 04 Плодоовощеводство;
- 1-74 02 05 Агрохимия и почвоведение

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления  
образования, науки и кадров  
Министерства сельского хозяйства  
и продовольствия Республики Беларусь  
С. А. Самсонович  
« 02 » 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления профессио-  
нального образования Министерства  
образования Республики Беларусь  
С. А. Касперович  
« 12 » 06 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления растениевод-  
ства Министерства сельского хозяйства и про-  
довольствия Республики Беларусь  
В. Л. Ядловский  
« 04 » 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической  
работе государственного учреждения  
образовательного-научного  
белорусского аграрного института  
ветеринарии  
В. П. Титович  
« 11 » 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического  
объединения по образованию в  
области сельского хозяйства  
А. А. Великанов  
« 04 » 2020 г.

Эксперт- нормоконтролер

А. А. Демидов  
« 11 » 05 2020 г.

Минск 2020

Информация об изменениях размещается на сайтах:

<http://www.edustandart.by>  
<http://www.nihe.bsu.by>

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

## Учебно-методическое объединение по образованию в области сельского хозяйства

### УТВЕРЖДЕНО

Первым заместителем Министра  
образования Республики Беларусь  
И. А. Старовойтовой  
15.06.2020 г.

Регистрационный № ТД-К.529/тип.

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

Типовая учебная программа  
по учебной дисциплине для специальностей:

- 1-74 02 01 Агронмия;
- 1-74 02 02 Селекция и семеноводство;
- 1-74 02 03 Защита растений и карантин;
- 1-74 02 04 Плодоовощеводство;
- 1-74 02 05 Агрохимия и почвоведение

### СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления  
образования, науки и кадров  
Министерства сельского  
хозяйства и продовольствия  
Республики Беларусь  
\_\_\_\_\_ В.А. Самсонович  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

### СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления растениевод-  
ства Министерства сельского хозяйства и про-  
дольствия Республики Беларусь  
\_\_\_\_\_ В.М. Ядловский  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

### СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического  
объединения по образованию в  
области сельского хозяйства  
\_\_\_\_\_ В. В. Великанов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

### СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления профессио-  
нального образования Министерства  
образования Республики Беларусь  
\_\_\_\_\_ С. А. Касперович  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

### СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский институт  
высшей школы»  
\_\_\_\_\_ И.В. Титович  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

Эксперт- нормоконтролер

\_\_\_\_\_ 20 г.

Минск 2020

**Составители:**

**Ольга Анатольевна Порхунцова**, заведующая кафедрой ботаники и физиологии растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

**Андрей Анатольевич Горновский**, доцент кафедры ботаники и физиологии растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

**Ольга Александровна Цыркунова**, старший преподаватель кафедры ботаники и физиологии растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»;

**Николай Иванович Таранда**, доцент кафедры микробиологии и эпизоотологии учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет», кандидат биологических наук, доцент.

**Рецензенты:**

**Кафедра естествознания** учреждения образования «Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова», протокол № 12 от 22 апреля 2019 г.;

**Мария Олеговна Моисеева**, доцент кафедры кормопроизводства учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой ботаники и физиологии растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 2 от 24.10.2019 г.);

Методической комиссией агрономического факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 2 от 24.10.2019 г.);

Методической комиссией агроэкологического факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 2 от 28.10.2019 г.);

Научно-методическим Советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 2 от 30.10.2019 г.);

Научно-методическим советом по агрономическим специальностям Учебно-методического объединения по образованию в области сельского хозяйства (протокол № 2 от 05.11.2019 г.).

**Ответственный за редакцию:** Скикевич Т. И.

**Ответственный за выпуск:** Цыркунова О.А.

## 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.

Типовая 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 микробоценозов как составной части био- и агроценозов.

Учебная дисциплина «Сельскохозяйственная микробиология» относится к модулю «Биологический» государственного компонента типового учебного плана и базируется на ранее изучаемых учебных дисциплинах – «Химии», «Ботанике».

В свою очередь учебная дисциплина «Сельскохозяйственная микробиология» используется при изучении таких учебных дисциплин, как «Агрохимия», «Земледелие», «Растениеводство».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен развить и закрепить базовые профессиональные компетенции БПК- 5, 6:

БПК-5. Знать организацию, разнообразие и направление использования микроорганизмов в сельскохозяйственной деятельности;

БПК-6. Владеть научными основами использования живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач.

На изучение учебной дисциплины «Сельскохозяйственная микробиология» по специальности 1-74 02 01 «Агрономия» отведено 115 часов (3 зачётные единицы). Из них на аудиторные занятия выделено 72 часа. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: 36 часов лекций, 36 часов лабораторных занятий.

На изучение учебной дисциплины «Сельскохозяйственная микробиология» по специальности 1-74 02 02 «Селекция и семеноводство» отведено 135 часов

(3 зачётные единицы). Из них на аудиторные занятия выделено 72 часа. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: 36 часов лекций, 36 часов лабораторных занятий.

На изучение учебной дисциплины «Сельскохозяйственная микробиология» по специальностям 1-74 02 03 «Защита растений и карантин», 1-74 02 04 «Фрукто-овощеводство», 1-74 02 05 «Агрохимия и почвоведение» отведено 168 часов (5 зачётных единиц). Из них на аудиторные занятия выделено 90 часов. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: 36 часов лекций, 54 часа лабораторных занятий.

Рекомендуемая форма текущей аттестации – **экзамен.**

## 2. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

по специальностям 1-74 02 01 «Агрономия», 1-74 02 02 «Селекция и семеноводство»

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

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

по специальностям 1-74 02 03 «Защита растений и карантин»,  
1-74 02 04 «Плодоовощеводство», 1-74 02 05 «Агрохимия и почвоведение»

Номер раздела, темы,	Название раздела, темы, учебного занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов		
		Всего	лекции	лабораторные занятия
1	Введение в микробиологию	2	2	-
2	Морфология и систематика микроорганизмов	25	7	18
3	Микроорганизмы и окружающая среда	4	2	2
4	Питание микроорганизмов	3	1	2
5	Обмен веществ у микроорганизмов	1	1	-
6	Генетика и селекция микроорганизмов	1	1	-
7	Превращение микроорганизмами соединений углерода	18	4	14
8	Превращение микроорганизмами соединений азота	12	4	8
9	Превращение микроорганизмами серы, фосфора, железа	2	2	-
10	Основы почвенной микробиологии	8	4	4
11	Микроорганизмы зоны корня и поверхности растений	4	2	2
12	Микробиология кормов	4	2	2
13	Микробиология воды и воздуха	4	2	2
14	Применение методов биоконверсии в сельском хозяйстве	2	2	-
Всего		90	36	54

### 3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

#### **Тема 1. Введение в микробиологию**

Предмет и задачи сельскохозяйственной микробиологии как науки. Методы микробиологии. Распространение и роль микроорганизмов в природе и сельскохозяйственном производстве. Разнообразие микроорганизмов и их общие свойства. Место микробиологии в системе биологических и сельскохозяйственных наук. История развития микробиологии. Открытие микроорганизмов А. Левенгуком. Морфологический период. Физиологический период развития микробиологии. Открытия Л. Пастера. Значение работ Р. Коха, И. И. Мечникова, Д. И. Ивановского и др. Биохимический период развития микробиологии. Вклад С. Н. Виноградского, В. Л. Омелянского, А. Флеминга, М. Бейеринка, Н. А. Красильникова, Е. Н. Мишустина и других ученых в развитие сельскохозяйственной микробиологии. Работы С. П. Костычева, В. С. Буткевича и др. 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.

#### **Тема 2. Морфология и систематика микроорганизмов**

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

Бактерии. Размеры бактериальных клеток. Основные формы бактерий. Строение бактериальной клетки. Капсула и слизистые слои. Жгутики и ворсинки. Типы жгутикования у бактерий. Движение бактерий. Реакции таксиса у микроорганизмов. Состав и строение клеточных стенок у грамположительных и грамотрицательных бактерий. Дефектные формы микроорганизмов (протопласты, сферопласты, 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.

Способы размножения прокариотных микроорганизмов. Рост клеточной массы микроорганизмов на питательных средах. Фазы кривой роста, их особенности в периодическом культивировании. Непрерывные культуры, хемостат и турбидостат. Значение непрерывного культивирования для изучения физиологии микроорганизмов и для биотехнологической промышленности.

Систематика микроорганизмов. Принципы и подходы к систематике и номенклатуре микроорганизмов, таксономические категории. Вид как основная таксономическая единица, определение, критерии вида (морфологические, культу-



ральные, физиологические, генетические, биохимические, экологические и др.). Филлогенетическая классификация К. Везе. Фенотипическая классификация Д. Берги. Характеристика основных групп микроорганизмов. Миксобактерии, цитофаги, хламидии, риккетсии и микоплазмы, их морфологические особенности и значение. Цианобактерии: строение, размножение, значение. Актиномицеты: строение, размножение, систематика, значение. Стрептомицеты, проактиномицеты, микромонопоры, франки, микобактерии, микококки. Археи, их биохимические особенности, экология и значение в жизни человека.

Эукариотные микроорганизмы. Микроскопические грибы. Особенности строения, размножения микроскопических мицелиальных грибов и их значение. Дрожжи: строение, размножение, физиологическая характеристика и практическое использование.

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. Вирусные заболевания растений. Бактериофаги, актинофаги, микофаги. Строение и размножение бактериофагов. Взаимодействие фагов с бактериальной клеткой. Этапы взаимодействия. Вирулентные и умеренные фаги. Явление лизогении, лизогенные культуры. Практическое использование фагов, препараты на основе фагов в сельском хозяйстве. Мультифаг. Вироиды и прионы, их особенности и значение.

### **Тема 3. 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.

Действие химически ядовитых веществ на микроорганизмы. Антисептики и дезинфектанты: 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. Учение Н. И. Вавилова об иммуитете растений. Резистентность.

#### **Тема 4. Питание микроорганизмов**

Способы питания живых существ. Особенности питания микроорганизмов. 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. Техника посевов микроорганизмов.

#### **Тема 5. 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 аденозинтрифосфорной кислоты.

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. Сходство 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.

### **Тема 6. 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.

### **Тема 7. 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.

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

Пропионовокислое брожение. Химизм брожения и характеристика пропионовокислых бактерий, их использование в сыроделии и для получения витамина В<sub>12</sub>.

Маслянокислое 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. Росьяная 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.

## **Тема 8. 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, коринебактерии, 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, Биолинум, 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.

### **Тема 9. 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 Фитостимофос.

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

### **Тема 10. 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. Прямые методы подсчета количества микроорганизмов в почве с использованием светового и электронного микроскопа. Метод флуоресцентной и капиллярной микроскопии. Посев на плотные питательные среды. Метод разведений. Использование селективных питательных сред. Метод обрастания стекол и аппликаций. Методы определения суммарной биохимической активности почвенного микробного населения. Определение активности ферментов в почве.

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

Теория Е. Н. Мишустина 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 (боронование, культивация, вспашка на 15-20 см и глубину до 40 см) 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.

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.

## ***Тема 11. 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. Микоризация растений.

Эпифитная микрофлора, ее состав и роль в жизни растений. Микрофлора зерна и ее изменения при различных условиях хранения. Сомосогревание зерна, его стадии и меры борьбы.

### ***Тема 12. 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.

### ***Тема 13. Микробиология воды и воздуха***

Вода как среда обитания микроорганизмов. Распространение микроорганизмов в воде различного происхождения. Факторы, влияющие на количество микроорганизмов в воде. Самоочищение водоемов. Распространение инфекционных заболеваний через воду. Микробиологические показатели загрязнения воды. Методы очистки воды – физические и химические. Биологическая очистка сточных вод. Очистные сооружения. Биологические пруды, поля фильтрации и орошения. Биофильтры, метантенки, активный ил (аэротенки).

Микроорганизмы в воздухе. Количественный и качественный состав микрофлоры воздуха. Пути загрязнения воздуха микроорганизмами. Распространение инфекционных заболеваний через воздух.

### ***Тема 14. Применение методов биоконверсии в сельском хозяйстве***

Нетрадиционные пути биоконверсии растительных углеводов в этанол. Получение гидролаз из полисахаридов и микробного белка. Биоконверсия целлюлозно-лигниновых материалов. Получение биогаза из отходов ферм. Биодegradация твердых отходов микроорганизмами.

## 4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Литература

#### Основная

1. Емцев, В. Т. Микробиология: учебник / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2005. – 445 с.
2. Асонов, Н. Р. Микробиология: учебник для вузов / Н. Р. Асонов; ред. С. Н. Шестак. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 2001. – 352 с.
3. Зимогледова, Т. В. Практикум по микробиологии / Т. В. Зимогледова, И. К. Карташева, О. Г. Шабалдас. – М.: Колос; Ставрополь, 2007. – 147 с.
4. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 1993. – 175 с.

#### Дополнительная

5. Гусев, М. В. Микробиология / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 464 с.
6. Емцев, В. Т. Сельскохозяйственная микробиология: учебник / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 205 с.
7. Лабораторный практикум по общей микробиологии / Градова Н. Б. [и др.]. – М.: ДеЛипринт, 2001. – 130 с.
8. Микробиология / О. Д. Сидоренко [и др.] – М.: ИНФРА, 2009. – 286 с.
9. Определитель бактерий Берджи: девятое издание в 2-х томах / под ред. Дж. Хоута [и др.]; перевод с англ. под ред. акад. РАН Г. А. Заварзина. – М.: Издательство «Мир», 1997.
10. Практикум по частной микробиологии / А. А. Гласкович [и др.]; под ред. А. А. Гласкович – Минск: Ураджай, 2000. – 286 с.
11. Пильщикова, В. Н. Физиология растений с основами микробиологии: учеб. пособие / В. Н. Пильщикова. – М.: Мир, 2004. – 183 с.
12. Современная микробиология. В 2-х томах. Том 1. Прокариоты // А. Бут [и др.]; под ред. Й. Ленгелера, Г. Древса, Г. Шлегеля; пер. с англ. И. В. Алферовой [и др.]; под ред. А. И. Нетрусова. – М.: Мир, 2005. – 656 с.
13. Федосова, Н. Х. Микробиология: учебное пособие / Н. Х. Федосова. – Минск: Ураджай, 2011. – 197 с.
14. Цыркунова, О. А. Сельскохозяйственная микробиология: метод. указания по выполнению лабораторных работ / О. А. Цыркунова, А. А. Горновский, О. А. Порхунцова. – Горки: БГСХА, 2013. – 84 с.
15. Цыркунова, О. А. Сельскохозяйственная микробиология: метод. указания по изучению дисциплины и тестовые задания контрольной работы / О. А. Цыркунова, А. А. Горновский. – Горки: БГСХА, 2017. – 20 с.



16. Экология микроорганизмов: учебник для студ. вузов / А. И. Нетрусов, Е. А. Бонч-Осмоловская, В. М. Горленко [и др.]; под ред. А. И. Нетрусова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 272 с.

#### **4.2. Примерный перечень лабораторных занятий**

1. Устройство микроскопа. Иммерсионная система микроскопа.
2. Приготовление препаратов мазков, простая окраска препаратов. Основные формы бактерий.
3. Сложные методы окраски препаратов. Окраска по Граму, окраска капсульных микроорганизмов по Бурри-Гинсу.
4. Окраска волютина, гликогена, гранулезы, жира.
5. Окраска спорных бактерий по Цилю-Нильсену.
6. Актиномицеты.
7. Микроскопические мицелиальные грибы.
8. Исследование микроорганизмов в живом виде (препарат «висячая» капля).
9. Питательные среды. Техника посевов микроорганизмов на питательные среды и выращивание их.
10. Стерилизация термическая и холодная.
11. Спиртовое брожение: постановка опыта, определение продуктов жизнедеятельности и микроскопическое исследование дрожжей.
12. Молочнокислое брожение. Приготовление молочнокислых продуктов и их исследование – определение кислотности и микроскопирование.
13. Маслянокислое брожение. Брожение крахмала, клетчатки, пектиновых веществ: постановка опыта и микробиологическое исследование.
14. Окисление клетчатки.
15. Окисление спирта в уксусную кислоту.
16. Превращение микроорганизмами соединений азота: постановка опытов по аммонификации, нитрификации, денитрификации. Исследование аммонификации: определение аммиака и сероводорода, микроскопирование аммонифицирующих бактерий. Исследование денитрификации: капельная реакция на нитраты, микроскопирование денитрифицирующих бактерий. Наблюдение за ходом нитрификации, проведение капельных реакций на аммиак, нитриты и нитраты. Исследование нитрификаторов.
17. Биологическая азотфиксация. Посев и исследование свободноживущих азотфиксаторов – *Azotobacter chroococcum* и *Clostridium pasteurianum*. Симбиотические азотфиксаторы клубеньковые бактерии бобовых растений: приготовление препаратов.
18. Микробиологический и химический анализ силоса и квашеных продуктов.
19. Посев микроорганизмов почвы, семян, зеленой массы, воды и воздуха на плотные питательные среды.

20. Выделение чистой культуры. Количественный и качественный учет микроорганизмов почвы, семян, зеленой массы, воды и воздуха. Характеристика культуральных свойств микроорганизмов.

21. Прямой метод подсчета числа микроорганизмов в почве под микроскопом по Виноградскому.

### **4.3. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов является важным составляющим компонентом учебной деятельности студентов по учебной дисциплине «Сельскохозяйственная микробиология».

Основными *методами обучения* являются:

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

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;
- подготовка к промежуточному контролю знаний;
- 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**

Оценка учебных достижений студента производится на экзамене по десятибалльной шкале. Оценка промежуточных учебных достижений студентов осуществляется в соответствии с избранной кафедрой шкалой оценок (десятибалльной, стобалльной и др.).

Для оценки текущей успеваемости студентов используются следующие методы:

- выступление студента 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 экзамена по учебной дисциплине.