

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО ОБРАЗОВАНИЮ В ОБЛАСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

### УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ А.Г. Баханович  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Регистрационный № ТД – \_\_\_\_\_ /тип

### МИКРОБИОЛОГИЯ

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине  
для специальности 6-05-0831-01 Водные биоресурсы и аквакультура**

#### СОГЛАСОВАНО

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

\_\_\_\_\_ В.А. Самсонович  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

#### СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления  
профессионального образования  
Министерства образования Республики  
Беларусь

\_\_\_\_\_ С.Н. Пищов  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

#### СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор государственного  
объединения по мелиорации земель,  
водному и рыбному хозяйству «Белводхоз»

\_\_\_\_\_ В.В. Аскерко  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

#### СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической работе  
Государственного учреждения образования  
«Республиканский институт высшей школы»

\_\_\_\_\_ И.В. Титович  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

#### СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления  
интенсификации животноводства и  
рыбохозяйственной деятельности  
Министерства сельского хозяйства и  
продовольствия Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ Н.А. Сонич  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

#### СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического  
объединения по образованию в области  
сельского хозяйства

\_\_\_\_\_ В.В. Великанов  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Эксперт-нормоконтролер  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Минск 20\_\_

**СОСТАВИТЕЛИ:**

*А. П. Дуктов*, доцент кафедры зоогигиены, экологии и микробиологии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра микробиологии и вирусологии учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» (протокол № 8 от 10.04.2023);

*С. М. Дегтярик*, заведующий лабораторией болезни рыб республиканского унитарного предприятия «Институт рыбного хозяйства», кандидат биологических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:**

кафедрой зоогигиены, экологии и микробиологии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 9 от 19.05.2023 г.);

методической комиссией факультета биотехнологии и аквакультуры учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 9 от 30.05.2023);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 9 от 31.05.2023);

научно-методическим советом по зоотехническим специальностям Учебно-методического объединения по образованию в области сельского хозяйства (протокол № от ).

Ответственный за редакцию: Т. И. Скикевич

Ответственный за выпуск: А. П. Дуктов

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Микробиологические процессы окружают нас везде и приносят как пользу, так и вред народному хозяйству. Производство многих продуктов питания и кормов невозможно без участия микроорганизмов, как и порча продуктов и кормов при несоблюдении требований при хранении и приготовлении.

Важно, чтобы в процессе обучения обучающийся освоил современные методики исследования микрофлоры воды, ила, комбикормов, пищевых продуктов рыбоводства, понимал динамику микробиологических процессов в водоемах разных типов и различного предназначения.

*Цель преподавания учебной дисциплины* – получение необходимых знаний о микромире и микробиологических процессах, обеспечивающих ритмичное производство и высокое качество продукции рыбоводства (рыбы, ракообразных и продуктов их переработки).

*Основной задачей учебной дисциплины* является изучение экологии микроорганизмов рыбоводных водоемов, их участия в биологических процессах, роли и значения в производстве, заготовке и хранении рыбы, ракообразных и продуктов их переработки.

Овладение теоретическими основами микробиологии, а также практическими навыками по использованию микробиологических процессов в технологии производства и переработки рыбы и ракообразных является важнейшим и обязательным элементом подготовки специалистов данного профиля.

Микробиологические процессы в водоемах протекают несколько иначе, нежели в наземных биоценозах. Элементы питания проходят более длинные пищевые цепочки, включая фитопланктонные организмы. Инфекционные болезни рыб также имеют свою специфику в отличие от других макроорганизмов.

Важно, чтобы студент понимал динамику микробиологических процессов в водоемах, включая биогеохимические процессы в донных отложениях.

Знания микробиологии используются при изучении учебных дисциплин «Ихтиопатология», «Корма и технология кормления рыб», «Технология переработки рыбной продукции».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен развить и закрепить базовую профессиональную компетенцию: применять основные методы для регулирования микробиологических процессов в водоемах.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- современные достижения в области микробиологии;
- методы микроскопии, используемые в микробиологии, морфологию и физиологию микроорганизмов, влияние среды на их развитие;
- роль микроорганизмов в круговороте биогенных веществ, генетику микроорганизмов, значение микроорганизмов и их использование в народном хозяйстве страны;

- учение об инфекции и иммунитете, специальную микробиологию, наиболее часто встречаемые инфекционные болезни рыб, их этиологию;
- основы диагностики и меры профилактики заболеваний рыб и людей;
- современные технологии аквакультуры;
- принципы рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды;

**уметь:**

- логично и последовательно обосновать принятие технологических решений на основе полученных знаний;
- готовить микропрепараты и окрашивать их простыми и сложными методами;
- делать посев микроорганизмов на питательные среды для получения чистых культур аэробных и анаэробных бактерий и грибов;
- идентифицировать выделенную культуру по морфологическим, культуральным, тинкториальным и биохимическим свойствам;
- определять микробную обсемененность воды, почвы, воздуха, молока, мяса, яиц, кормов;
- определять чувствительность бактерий к антибиотикам и фитонцидам;
- проводить отбор проб кормов, воды, воздуха, почвы для лабораторных исследований;
- интерпретировать результаты микробиологических и микологических исследований;
- проводить санитарно-биологический контроль объектов аквакультуры;

**владеть:**

- методами идентификации микроорганизмов;
- методами лабораторного исследования воды, почвы, воздуха, навоза, молока и молочных продуктов, мяса и мясопродуктов, яиц, рыбы, кормов и кормовых средств;
- методами оценки качества биопрепаратов и определения их пригодности к использованию;
- методами устранения вредного воздействия и повышения эффективности полезного воздействия микроорганизмов в разных сферах производства отрасли животноводства.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен не только приобрести теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

В соответствии с типовым учебным планом по специальности 1-74 03 03 Промышленное рыбоводство на изучение учебной дисциплины «Микробиология» предусматривается 120 часов, в том числе 72 часа аудиторных. Распределение аудиторных часов по видам занятий: 18 часов лекции, 54 часа лабораторные.

Рекомендуемая форма текущей аттестации – *э к з а м е н*.

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего Аудитор- ных часов	В том числе	
		лекции	Лабора- торные занятия
<b>Раздел 1. ОБЩАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ</b>	<b>39</b>	<b>9</b>	<b>30</b>
1.1. Введение. Систематика, классификация и номенклатура микроорганизмов	6	2	4
1.2. Морфология и химический состав микроорганизмов	4		4
1.3. Физиология микроорганизмов	5	1	4
1.4. Основы генетики и селекции микроорганизмов	1	1	
1.5. Экология микроорганизмов	10	2	8
1.6. Биохимическая деятельность микроорганизмов	4		4
1.7. Трансформация микроорганизмами биогенных веществ, используемых фитопланктоном	2		2
1.8. Виды и формы взаимоотношений в микромире	5	1	4
1.9. Инфекция и иммунитет	2	2	
<b>Раздел 2. ЧАСТНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ</b>	<b>33</b>	<b>9</b>	<b>24</b>
2.1. Микробиота тела рыб и ракообразных	3	1	2
2.2. Возбудители инфекционных болезней микозов и микотоксикозов у рыб и ракообразных	8	2	6
2.3. Микробиота воды рыбоводных водоемов	5	1	4
2.4. Микробиота иловых отложений	4	2	2
2.5. Видовой состав и экология микроорганизмов, участвующих в круговороте азота, окислении железа и марганца в водоемах различных типов	3	1	2
2.6. Роль микроорганизмов в круговороте серы, фосфора и отложений углекислого кальция в водоемах различных типов	2		2
2.7. Участие микробиоты в процессах минерализации органических веществ искусственных кормов, продуктов метаболизма рыб в кислородном режиме водоемов	2		2
2.8. Микробиота рыбы и рыбных продуктов	4	2	2
2.9. Микробиологические основы заготовки, консервирования и хранения рыбы, ракообразных и продуктов их переработки	2		2
<b>Всего часов</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>54</b>

## **СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Раздел 1. ОБЩАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ**

#### **1.1. Введение. Систематика, классификация и номенклатура микроорганизмов**

Предмет микробиологии, его место и роль в системе фундаментальных наук. Задачи и перспективы развития микробиологии как прикладной науки в сельскохозяйственном производстве, охране окружающей среды, промышленности и других отраслях народного хозяйства. История развития микробиологии, основные направления. Роль микроорганизмов в биосфере, их значение в решении общебиологических проблем, развитии молекулярной биологии, биотехнологии, клеточной и генной инженерии. Задачи и роль микроорганизмов на современном этапе. Основные направления и перспективы развития микробиологии.

Принципы классификации микроорганизмов и ее методы. Систематика основных групп микроорганизмов. Номенклатура микроорганизмов. Основные принципы и особенности классификации вирусов.

Значение культуральных, морфологических и биохимических свойств для систематики микроорганизмов.

#### **1.2. Морфология и химический состав микроорганизмов**

Основные черты строения бактериальных клеток. Структура клетки: ДНК и РНК, ядерный аппарат, цитоплазматическая мембрана, споры, капсула, жгутики, ворсинки, – их функции и значение.

Химический состав микробных клеток. Вода, минеральные и органические вещества. Особенности химического состава и строения микробных клеток. Состав и строение клеточных стенок у грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов. Образование, расположение и назначение спор у бактериальных клеток.

Актиномицеты, их строение и систематическое положение.

Риккетсии, микоплазмы, их состав и строение.

Микроскопические грибы. Особенности строения плесневых грибов. Дрожжи, их строение, химический состав и отличительные особенности.

Вирусы: морфология и химический состав.

Фаги. Актинофаги, микофаги, бактериофаги. Морфоструктура и химический состав.

Современные методы исследования морфоструктуры микроорганизмов.

#### **1.3. Физиология микроорганизмов**

Общая физиология бактерий. Рост, размножение и отмирание бактерий. Процесс воспроизведения клеток. Особенности репродукции вирусов.

Ферменты и их роль в энергетическом обеспечении клетки. Факторы, влияющие на действие ферментов. Специфичность и обратимость действия ферментов. Классификация и активность ферментов. Эндо- и экзоферменты.

Культуральные и биохимические свойства микроорганизмов. Образование и синтез ферментов, витаминов, антибиотиков, токсинов и других биологически активных веществ.

Источники и пути получения энергии микроорганизмами. Типы питания микроорганизмов: автотрофное, гетеротрофное, прототрофное. Механизмы поступления питательных веществ в клетку.

Анаболизм и катаболизм, их значение и взаимосвязь у микроорганизмов различных групп. Сапрофиты, паразиты и комменсалы.

Классификация питательных сред для культивирования микроорганизмов.

Дыхание и брожение. Типы дыхания и биологического окисления. Основные типы брожений. Брожение как способ получения энергии в анаэробных условиях. Спиртовое, молочнокислое, маслянокислое брожение. Практическое значение процессов брожения.

Биологическое окисление как источник энергии при гетеротрофном образе жизни.

Развитие микроорганизмов с использованием связанного кислорода. Особенности культивирования. Организмы, способные использовать как свободный, так и связанный кислород. Анаэробное дыхание. Химизм анаэробного дыхания с использованием кислорода. Ферментация.

Диссимиляция. Механизм окисления органических веществ в процессе дыхания. Конструктивный обмен у микроорганизмов. Факторы роста. Синтез полисахаридов, жирных кислот, протеинов.

Источники энергии у микроорганизмов при автотрофном образе жизни. Общая схема переноса энергии. Бактериальный фотосинтез. Механизм усвоения свободной углекислоты.

#### **1.4. Основы генетики и селекции микроорганизмов**

Материальная основа генетической информации, наследственность, изменчивость, мутации. Изменения морфологических признаков, культуральных, биохимических и биологических свойств. Формы изменчивости: фено- и генотипическая. Мутагены. Молекулярный механизм мутаций. Типы мутантов. Модификации.

Генетический обмен. Трансформация. Трансдукция. Конъюгация. Принципы картирования и анализа внутренней структуры генов. Плазмиды.

Методы селекции и клонирования микроорганизмов. Задачи селекции в получении экологически чистой продукции и повышении эффективности отрасли рыбоводства.

Клеточная и генная инженерия, ее задачи и направления. Практическое использование методов клеточной и генной инженерии в микробиологии рыбоводства.

### **1.5. Экология микроорганизмов**

Микроорганизмы и их роль в системе биосферы. Экосистемы. Экологическая ниша. Количество и разнообразие микроорганизмов в экосистемах. Пути и формы циркуляции микроорганизмов в природе.

Микрофлора воздуха, почвы и воды. Образование резистентных форм микроорганизмов в ответ на действие неблагоприятных факторов внешней среды.

Видовой состав и численность водных бактерий. Общее количество микроорганизмов в воде. Основные особенности развития микрофлоры и формирование микробиальных ценозов в рыбоводных водоемах разных почвенно-климатических зон. Факторы, влияющие на развитие микроорганизмов в водоемах.

Биомасса и основные формы микроорганизмов на водной растительности, в толще воды и донных отложениях рыбоводных прудов.

Влияние зоопланктона на численность бактерий в водоемах. Взаимоотношения между фитопланктоном и водной микрофлорой. Скорость размножения бактериопланктона в рыбоводных прудах и связь его с фито- и зоопланктоном. Приспособительные возможности микроорганизмов к условиям внешней среды.

Действие физических факторов: температуры, влажности, света, осмотического давления, ультразвука, ионизирующей радиации, лучистой энергии.

Действие химических факторов: щелочей, кислот, спиртов, солей тяжелых металлов, ядовитых веществ, газов.

Действие биологических факторов: антибиотиков (статическое и цидное действие на микроорганизмы), фагов, пробиотиков, пребиотиков.

Практическое использование действия физических, химических и биологических факторов на микроорганизмы в промышленности, сельском хозяйстве, ветеринарии и медицине.

Методы стерилизации. Асептика и антисептика.

Использование факторов внешней среды для регулирования микробиологических процессов в практике сельскохозяйственного и промышленного рыбоводства.

### **1.6. Биохимическая деятельность микроорганизмов**

Биологический круговорот элементов в природе и роль микроорганизмов в расщеплении и синтезе сложных органических веществ.

Участие микроорганизмов в круговороте углерода в природе. Характеристика микроорганизмов, разрушающих клетчатку (аэробы, анаэробы; грибы, актиномицеты). Значение разложения клетчатки в природе и сельском хозяйстве. Окисление микроорганизмами жиров, органических кислот, углеводов. Практическое использование данных свойств микроорганизмов.



Микробиологические основы защиты окружающей среды от загрязнений вредными веществами.

Круговорот азота. Фиксация молекулярного азота. Свободноживущие и симбиотические азотофиксаторы.

Аммонификация белка, мочевины и других сложных азотосодержащих соединений. Процессы аммонификации при хранении рыбы и рыбной продукции.

Нитрификация. Влияние условий внешней среды на процесс нитрификации. Накопление нитратов и нитритов в растениях и продуктах рыбоводства.

Денитрификация. Микробиологическая и химическая денитрификация. Восстановление нитратов и нитритов с образованием молекулярного азота. Значение нитрификации.

Круговорот серы. Минерализация органической серы. Образование сероводорода из серосодержащих органических соединений. Характеристика микроорганизмов, участвующих в преобразовании соединений серы.

Окисление элементарной серы, сероводорода, тио- и тетрасоединений до сульфатов. Восстановление минеральной серы и сульфатов. Характеристика возбудителей десульфофикации. Значение процесса восстановления сульфатов в природе.

Превращение соединений фосфора. Превращение микроорганизмами соединений фосфора.

Превращение соединений железа. Минерализация органических железосодержащих соединений. Роль железобактерий в природе.

### **1.7. Трансформация микроорганизмами биогенных веществ, используемых фитопланктоном**

Влияние минеральных удобрений, извести, температуры и типа грунта на численность и биохимическую активность микроорганизмов, участвующих в круговороте азота, углерода и фосфора.

Влияние различных плотностей посадки рыбы на численность и биохимическую активность микроорганизмов, участвующих в круговороте азота, углерода и фосфора.

### **1.8. Виды и формы взаимоотношений в микромире**

Характер взаимоотношений между микроорганизмами: симбиоз, метабиоз, антагонизм, конкуренция, комменсализм, синергизм, паразитизм, хищничество.

Распространение и характеристика микроорганизмов, принимающих участие в данных процессах.

Влияние факторов внешней среды на взаимоотношения между микроорганизмами, микро- и макроорганизмами.

## 1.9. Инфекция и иммунитет

Инфекция, инфекционная болезнь, инфекционный процесс. Динамика развития инфекционного процесса. Факторы, определяющие возникновение и развитие инфекции. Патогенность, вирулентность, факторы вирулентности, агрессивность, токсигенность. Общая характеристика бактериальных токсинов. Типы биотических взаимоотношений микроорганизмов.

Степень участия микроорганизмов в инфекционном процессе. Роль среды в возникновении и развитии инфекционного процесса. Типы паразитизма.

Источники, факторы передачи, пути распространения и локализации возбудителей инфекционных болезней в организмах рыб, человека и животных. Формы инфекции: септицемия, бактериемия, токсемия. Течение и исход инфекционного процесса. Острые и хронические болезни.

Особенности возникновения и распространения инфекционных болезней рыб.

Особенности вирусных инфекций. Характеристика возбудителей вирусных инфекций. Биохимические и цитохимические изменения при вирусных инфекциях. Мутагенное действие вирусов на клетки. Действие вирусов на генетический аппарат клетки. Вирулентность вирусов.

Резистентность организма. Иммунитет. Виды иммунитета. Формы иммунитета. Факторы, влияющие на иммунитет. Иммунодефицит вирусной природы. Противовирусный иммунитет.

Практическое использование учения об инфекции, иммунитете в рыбоводстве.

## Раздел 2. ЧАСТНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

### 2.1. Микробиота тела рыб и ракообразных

Нормальная микробиота кожи, жаберных пластинок и слизистых оболочек органов пищеварения. Роль микроорганизмов в пищеварении, обмене веществ, синтезе аминокислот, белков, витаминов, жиров, жирных кислот, углеводов, ферментов и т.д. Антагонистические свойства микроорганизмов в пищеварительном тракте рыб. Дисбактериоз. Гнотобиоты.

Причины, источники и меры предупреждения проникновения в организм патогенной микрофлоры.

### 2.2. Возбудители инфекционных болезней, микозов и микотоксикозов у рыб и ракообразных

Возбудители инфекционных болезней рыб и ракообразных. Антропо-зоонозы. Токсикоинфекции. Морфология, физиология, культивирование, патогенность, вирулентность, устойчивость и распространение возбудителей в природе и водоемах различного типа. Методы диагностики. Токсикозы.

Рыбы – носители возбудителей инфекционных болезней и токсикоинфекции. Возбудители краснухи, флуоресценцевого некроза, вибриоза, фурункулеза, септицемии, чумы, оспы, болезней плавательного пузыря у рыб. Меры профилактики.

Микозы. Возбудители микозов рыб (сапролегниоз, бронхиомикоз, нефромироз, ихтиофноз, дерматомироз). Меры профилактики.

Возбудители инфекционных болезней раков. Возбудители афаномикоза, пятнистой болезни раков. Общие и специфические меры профилактики и борьбы.

### **2.3. Микробиота воды рыбоводных водоемов**

Качественный и количественный состав микробиоты воды рыбоводных водоемов. Аэрофильная зона. Анаэробная зона. Микробиота придонного слоя воды. Экологические ниши.

Влияние факторов внешней среды на численность и видовой состав микроорганизмов в водоемах различного типа.

Роль микроорганизмов в продуктивности и самоочищении водоемов. Санитарно-микробиологический контроль качества воды рыбоводных водоемов различного типа. Особенности микробиологических процессов в интенсивно эксплуатируемых прудах.

### **2.4. Микробиота иловых отложений**

Микробный состав иловых отложений рыбоводных водоемов различного типа. Факторы, оказывающие влияние на качественный и количественный состав микроорганизмов иловых отложений.

Микробиологические процессы распада ила. Влияние факторов внешней среды на микробиологические процессы распада озерного ила.

Влияние микробного состава иловых отложений на качество воды. Влияние степени загрязненности водоемов органическими веществами на микробный состав иловых отложений.

Методы регулирования микробиологических процессов распада озерного ила.

### **2.5. Видовой состав и экология микроорганизмов, участвующих в круговороте азота, окислении железа и марганца в водоемах различных типов**

Общая характеристика бактерий круговорота азота. Бактерии, фиксирующие свободный азот. Микроорганизмы, участвующие в минерализации органического азота. Нитрифицирующие и денитрифицирующие бактерии. Особенности микробиологических процессов в интенсивно эксплуатируемых прудах.

Экология бактерий круговорота азота. Олиготрофные водоемы. Мезотрофные и автотрофные водоемы. Физико-химическая характеристика

среды обитания. Экология фиксаторов азота. Интенсивность процессов фиксации свободного азота. Экология аммонификаторов. Экология нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий. Роль микроорганизмов в выделении молекулярного азота из иловых отложений.

Общая характеристика железобактерий. Пути окисления железа и марганца микроорганизмами. Физиологическая роль процессов окисления железа и марганца. Таксономический состав группы железобактерий. Экология железобактерий. Условия развития железобактерий в водоемах различного типа. Олиготрофные демиктические и неромиктические озера. Мезотрофные ди- и меромиктические озера. Ди- и меромиктические евтрофные озера.

Дистрофные демиктические озера. Сидеротрофные (богатые железом) кислые озера. Действие физико-химических факторов на развитие железобактерий. Характеристика экологических ниш железобактерий. Роль железобактерий в окислении и седиментации железа и марганца. Схема превращения железа и марганца в озерах.

Оптимальный микробный состав водоемов.

## **2.6. Роль микроорганизмов в круговороте серы, фосфора и отложений углекислого кальция в водоемах различных типов**

Характеристика микроорганизмов круговорота серы. Ассимиляция соединений серы. Восстановление сульфатов. Микроорганизмы, восстанавливающие сульфаты. Механизм восстановления сульфатов.

Окисление восстановленных соединений серы. Бесцветные серобактерии, тионовые и фотосинтезирующие бактерии. Экология микроорганизмов серы. Микробиологические процессы круговорота серы в озерах. Особенности развития серобактерий в мелководных водоемах. Схема круговорота серы в водоемах. Влияние на качество воды.

Роль микроорганизмов в круговороте фосфора в рыбоводных водоемах. Минерализация органических соединений фосфора. Растворение осевших в ил фосфатов железа. Растворение фосфатов кальция. Связывание минерального фосфора. Биологическое окисление и восстановление фосфора. Механизм круговорота фосфора в озерах. Влияние на качество воды.

Роль микроорганизмов в осаждении карбоната кальция. Роль микроорганизмов в образовании отложений углекислого кальция в лабораторных и природных условиях. Схема круговорота кальция в озерах.

## **2.7. Участие микробиоты в процессах минерализации органических веществ искусственных кормов, продуктов метаболизма рыб в кислородном режиме водоемов**

Микробиологические и гидрохимические показатели процесса минерализации комбикормов и влияние различных доз извести на его

активность. Расход кислорода на бактериальные процессы минерализации органического вещества комбикормов.

Минерализация органического вещества в озерах. Микробиология клетчатки. Аэробная и анаэробная микрофлора, разрушающая клетчатку. Метанообразующие бактерии. Водородоокисляющие бактерии. Метаноокисляющие бактерии. Бактериальное окисление углеводов.

Микробиология гемицеллюлозы. Микробиология хитина. Микробиология лигнина. Микробиологический распад гумусовых веществ.

Распад органических веществ в озерах. Процессы аэробного и анаэробного распада органических веществ. Анаэробный распад клетчатки, жирных кислот, гемицеллюлоз и сахаров. Сбраживание ила.

Схема круговорота углерода в озерах. Динамика кислорода в водоеме и факторы, ее обуславливающие. Поступление и поглощение кислорода в водоеме.

Микробиологические и гидрохимические показатели процесса минерализации продуктов метаболизма рыб и связанные с ними особенности микробиологического режима прудов с поликультурой.

Влияние бактериопланктона на кислородный режим прудов и прогнозирование заморных ситуаций по микробиологическим показателям.

## **2.8. Микробиота рыбы и рыбных продуктов**

Источники бактериального загрязнения рыбы и рыбных продуктов, качественный состав микроорганизмов, распределение микроорганизмов в рыбе.

Вредители рыбы и рыбных продуктов. Причины и вид порчи рыбы и рыбных продуктов. Рыба и рыбные продукты как возможный источник заражения людей и животных.

Микробиологические методы определения качества рыбы и рыбных продуктов. Микробиологический контроль качества рыбной муки. Меры предупреждения порчи рыбы и рыбных продуктов. Физические, химические и биологические факторы, обеспечивающие повышение качества рыбы и рыбных продуктов.

Возбудители болезней раков и ракообразных, вызывающие порчу продукции. Меры профилактики. Микробиологическая оценка качества раков, ракообразных и продуктов их переработки.

## **2.9. Микробиологические основы заготовки, консервирования и хранения рыбы, ракообразных и продуктов их переработки**

Микробиологические основы заготовки и хранения рыбы, раков и ракообразных. Теоретические основы методов консервирования: биоз, абиоз, анабиоз, ценабиоз.

Микробиологические основы методов консервирования рыбы и рыбных продуктов (охлаждение, посол, замораживание, высушивание, копчение, вяление, приготовление баночных консервов).

Микробиологические процессы, динамика их развития при заготовке и хранении рыбы и рыбных продуктов. Методы микробиологического исследования. Профилактика болезней, токсикоинфекций и отравлений.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 1. Литература

#### Основная

1. Микробиология: курс лекций: учеб.-метод. пособие / А. П. Дуктов, Г. В. Воронцов. – Горки: БГСХА, 2017. – 136 с.
2. Микробиология: курс лекций: учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс] / А. П. Дуктов, Г. В. Воронцов. – Горки: БГСХА, 2017. – 136 с.
3. Асонов, Н. Р. Микробиология: учебник / Н. Р. Асонов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 2001. – 352 с.
4. Эпизоотология с микробиологией: учеб. пособ. / В. В. Максимович. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – 496 с.

#### Дополнительная

1. Антипчук, А. Ф. Микробиология рыбоводных прудов / А. Ф. Антипчук. – М.: Легк. и пищ. промышленность, 1983. – 159 с.
2. Горленко, В. М. Экология водных микроорганизмов / В. М. Горленко, Г. А. Дубинина, С. М. Кузнецов. – М.: Наука, 1977. – 178 с.
3. Громов, Б. В. Микроорганизмы-паразиты водорослей / Б. В. Громов. – М., 1976. – 260 с.
4. Козловская, Е. В. Ветеринарная микробиология / Е. В. Козловская, П. А. Емельяненко. – М.: Колос, 1982.
5. Кузнецов, С. И. Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность / С. И. Кузнецов. – Л.: Наука, 1970. – 198 с.
6. Панкратов, А. Я. Руководство к лабораторным занятиям по микробиологии / А. Я. Панкратов. – М., 1975.
7. Родина, А. Г. Методы водной микробиологии / А. Г. Родина. – М., 1965.

## **2. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы**

Самостоятельная работа обучающихся по данной дисциплине организуется в соответствии с Положением о самостоятельной работе студентов, утвержденным Министерством образования Республики Беларусь, требованиями образовательного стандарта, Положением о самостоятельной работе, разработанным и утвержденным учреждением высшего образования, и другими документами учреждения высшего образования по организации, выполнению и контролю самостоятельной работы.

При организации самостоятельной работы, кроме использования при изучении лекционных материалов (включая электронные и бумажные тексты лекций), учебников, учебно-методических пособий, реализуются следующие формы самостоятельной работы: подготовка рефератов по индивидуальным темам, подготовка презентаций по определенным темам.

## **3. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций**

Для оценки учебных достижений обучающихся используется следующий диагностический инструментарий:

- доклады по подготовленному реферату;
- участие в предметной олимпиаде;
- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;
- защита выполненных лабораторных работ или индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- сдача экзамена по учебной дисциплине.

## **4. Рекомендуемые формы и методы обучения**

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения учебной дисциплины, являются: реализация элементов изучения учебной дисциплины при оформлении конспекта и рабочей тетради, реализация элементов практической и научно-исследовательской деятельности (освоение методов, методик и др.) на лабораторных занятиях с использованием естественных объектов среды обитания гидробионтов.



*Сведения об авторе*

**Александр Петрович Дуктов**, доцент кафедры зоогигиены, экологии и микробиологии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Тел. 8 (02233) 79-643; 8029 74 72 800