



## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-1. Способен решать задачи развития области профессиональной деятельности и (или) организации на основе анализа достижений науки и производства;
- ПК-1. Способен проводить научно-исследовательские работы в области агрономии

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

- ИОПК-1.1. Обосновывает выбор технологических приемов в профессиональной деятельности, опираясь на анализ достижений науки и производства.
- ИОПК-1.2. Выявляет и определяет перспективные направления повышения эффективности технологических приемов в профессиональной сфере.
- ИПК-1.3. Использует адекватные методы математической статистики для анализа результатов экспериментов (лабораторных и/или полевых опытов).

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Знать: специальную терминологию, используемую в данной научной и практической области, параметры, характеризующие процессы ферментации, основные схемы и стадии биотехнологических производств, основные методы контроля качества процессов производства и продукции и их место в производственном цикле, критерии оценки эффективности биотехнологических процессов.

– Получить: навыки выбора способа и методики производственного эксперимента, подбора тест-объектов, определения качества биологического препарата с учетом его биологической эффективности, экспериментального и математического моделирования испытаний биопрепаратов, подбора нормы расхода биопрепарата и способа его применения; постановки демонстрационных полевых испытаний, грамотного представления результатов испытаний, расчета эффективности применения биопрепаратов.

– Освоить: основы планирования и проведения процесса биотехнологического производства.

– Владеть навыками: научных исследований в области разработки и применения новых биологических препаратов для защиты растений, статистической обработки полученных результатов и их анализа.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 2, экзамен.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования. Обучающиеся должны иметь общие знания о биотехнологических процессах и направлениях, биологических агентах, являющихся основой производства, основах культивирования микроорганизмов, используемом оборудовании и средствах контроля производства.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: основы научной деятельности, инструментальные методы

исследований, методология современной агрономии, биотехнология средств защиты растений и микробиологических удобрений.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., из которых:

– лекции: 6 ч.;

– семинарские занятия: 0 ч.;

– практические занятия: 20 ч.;

– лабораторные работы: 0 ч.

в том числе практическая подготовка: 10 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

### *Вводная лекция*

Цели и задачи курса. Предмет промышленной биотехнологии. Значение биотехнологии для различных областей производства.

### *Модуль 1. Основная схема и стадии биотехнологических производств*

#### Тема 1. Биотехнологическая стадия.

Понятие о биотехнологической стадии. Подготовительная стадия. Разделение жидкости и биомассы. Выделение продуктов биосинтеза. Очистка продукта и концентрирование. Получение готовой формы продукции. Очистка стоков и выбросов.

#### Тема 2. Схемы биотехнологических производств

Общие принципы составления схем биотехнологического производства. Виды сырья, процессов и продуктов по их месту в технологической схеме. Примеры схем биотехнологических производств.

### *Модуль 2. Процесс ферментации*

#### Тема 1. Основные характеристики

Основные параметры. Кинетические характеристики процессов. Стехиометрия процессов культивирования микроорганизмов. Математические модели кинетики процессов. Периодическое и непрерывное культивирование. Управление технологическими режимами периодических, непрерывных и полупериодических процессов.

#### Тема 2. Сырье для процессов ферментации

Источники питания, выбор сырья для различных процессов ферментации. Оптимизация ферментационных сред.

#### Тема 3. Масштабирование процессов ферментации

Постановка задач масштабирования. Масштабирование на основе концентрации растворенного кислорода, удельной мощности, фиктивной линейной скорости газа, удельного объемного расхода воздуха.

### *Модуль 3. Методы контроля качества, используемые на стадии производства*

#### Тема 1. Определение количества действующего начала препаратов

Определение титра жизнеспособных спор или клеток методом предельных разведений. Метод прямого подсчета подвижных клеток и спор в камере Горяева.

#### Тема 2. Контроль за параметрами ферментации

Сущность управления ферментацией. Влияние температуры, рН, аэрации, перемешивания, концентрации основных биогенных элементов на качество продукции. Способы увеличения продукции антибиотических веществ и других вторичных метаболитов бактериальной и грибной культур. Применение методов планирования многофакторного эксперимента при оптимизации условий культивирования микроорганизмов.

*Модуль 4. Критерии оценки эффективности биотехнологических процессов культивирования микроорганизмов*

Скорость микробного роста. Продуктивность процесса культивирования. Выход продукта и экономический коэффициент. Понятие и расчет удельных энергозатрат. Непродуктивные затраты субстрата. Экспериментальное и математическое моделирование процессов культивирования.

*Модуль 5. Отделение биомассы и методы выделения продуктов*

Тема 1. Отделение биомассы от культуральной жидкости

Отстаивание и осаждение; центрифугирование и сепарация; фильтрация; флотация.

Тема 2. Дезинтеграция

Методы дезинтеграции клеток. Механические и немеханические методы дезинтеграции клеток.

Тема 3. Методы выделения продуктов

Экстракционные методы выделения продуктов метаболизма. Сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза. Мембранные методы выделения, очистки и концентрирования продуктов.

*Модуль 6. Нормативные документы биотехнологических производств*

Технические условия на продукт. Технологический регламент производства. Этапы разработки технологии.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проработки списка дополнительных вопросов по темам дисциплины, докладов в устной форме, решения задач, проектной работы, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и задачу. Продолжительность экзамена – 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Предмет промышленной биотехнологии. Значение биотехнологии для различных областей производства. Типы биотехнологических производств.
2. Понятие о биотехнологической стадии, подготовительной стадии; разделение жидкости и биомассы; выделение продуктов биосинтеза; очистка продукта и концентрирование.
3. Получение готовой формы продукции. Очистка стоков и выбросов. Виды продуктов по их месту в технологической схеме.
4. Примеры схем биотехнологических производств.
5. Процесс ферментации. Основные характеристики.
6. Кинетические характеристики процессов ферментации. Стехиометрия процессов культивирования микроорганизмов. Математические модели кинетики процессов.
7. Периодическое и непрерывное культивирование. Управление технологическими режимами периодических, непрерывных и полупериодических процессов.

8. Сырье для процессов ферментации. Источники питания, выбор сырья для различных процессов ферментации. Оптимизация ферментационных сред.
9. Масштабирование процессов ферментации. Постановка задач масштабирования. Масштабирование на основе концентрации растворенного кислорода, удельной мощности, фиктивной линейной скорости газа, удельного объемного расхода воздуха.
10. Методы контроля качества, используемые на стадии производства
11. Определение количества действующего начала препаратов. Определение титра жизнеспособных спор или клеток. Определение биологической активности.
12. Контроль за параметрами ферментации. Сущность управления ферментацией. Влияние температуры, pH, аэрации, перемешивания, концентрации основных биогенных элементов на качество продукции.
13. Способы увеличения продукции антибиотических веществ и других вторичных метаболитов бактериальной и грибной культур.
14. Применение методов планирования многофакторного эксперимента при оптимизации условий культивирования микроорганизмов.
15. Критерии оценки эффективности биотехнологических процессов культивирования микроорганизмов.
16. Скорость микробного роста. Продуктивность процесса культивирования. Выход продукта и экономический коэффициент. Понятие и расчет удельных энергозатрат. Непродуктивные затраты субстрата.
17. Экспериментальное и математическое моделирование процессов культивирования.
18. Отделение биомассы и методы выделения продуктов.
19. Технические условия на продукт. Технологический регламент производства. Этапы разработки технологии.

#### Примеры задач:

1. Составьте схему производства биопрепарата на основе бактерий.
2. Составьте схему производства биопрепарата на основе низших грибов.
3. Составьте технологическую схему получения продуктов в ходе синтеза различными микроорганизмами.
4. Разработайте схему производства пива.
5. Разработайте схему производства кормового белка.
6. Разработайте схему производства пенициллина.
7. Составьте регламент на микробиологическую лабораторию на производстве биопрепаратов.
8. Составьте схему биологической очистки сточных вод. /
9. Разработайте модель управляемого непрерывного процесса культивирования бактерий.
10. Составьте схему контроля за процессом ферментацией и качеством конечного продукта.
11. Составьте схему контроля за эффективностью процесса культивирования микроорганизмов.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Итоговая оценка по дисциплине, состоит из оценки за самостоятельную работу (текущий контроль), и устного экзамена (промежуточная аттестация). По каждому из видов заданий текущего контроля выставляется оценка «зачтено», если учащийся выполнил или отразил в работе не менее 70% от планируемого объема материала. Планируемый объем оглашается заранее и выражается в 100% (максимально возможное количество правильных ответов (вопросы и задачи), разделы и их планируемое

содержание (проект). К экзамену допускаются студенты, успешно сдавшие все задания текущей аттестации. При формировании устного экзаменационного ответа обучающимся необходимо продемонстрировать знания, полученные как во время лекционной части курса, так и во время практических занятий и при самостоятельном проработке тем курса, представленных в рефератах, проектах, решении ситуационных и практических задач и ответах на вопросы текущего контроля.

Критерии и шкалы оценивания устного ответа:

Критерий	Описание	Шкала оценивания
Знание теоретической части курса.	В процессе ответа студент демонстрирует теоретические знания по теме билета.	Да – 3 балла. Частично – 1–2 балла. Нет – 0 баллов.
Связь теории с практикой.	При ответе на практическую часть вопроса студент обосновывает выбор метода теоретическими знаниями и на их основе приводит алгоритм решения практической задачи.	Да – 3 балла. Частично – 1–2 балла. Нет – 0 баллов.
Владение основными понятиями.	Студент грамотно использует в своей речи основные определения и термины, изученные в курсе.	Да – 2 балла. Частично – 1 балл. Нет – 0 баллов.
Решение практической задачи	Студент демонстрирует решение практической задачи, обосновывает этапы ее выполнения, аргументирует ответ.	Да – 3 балла. Частично – 2–1 балл. Нет – 0 баллов.

Оценку «отлично» получают студенты, сдавшие все задания текущего контроля (получившие «зачтено» за каждый вид задания) и набравшие 10–11 баллов на экзамене, оценку «хорошо» получают студенты, сдавшие все задания текущего контроля (получившие «зачтено» за каждый вид задания) и набравшие 8–9 баллов на экзамене, оценку «удовлетворительно» получают студенты, полностью сдавшие все задания текущего контроля (получившие «зачтено» за каждый вид задания) и набравшие 5–7 баллов на экзамене, оценку «неудовлетворительно» получают студенты, сдавшие все задания текущего контроля (получившие «зачтено» за каждый вид задания) и набравшие менее 5 баллов на экзамене, студенты не сдавшие задания текущего контроля к экзамену не допускаются.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. – М.: КолосС, 2004. – 258 с.

Бирюков В.В., Кантере В.М. Оптимизация периодических процессов микробиологического синтеза. – М.: Наука, 1985. – 296 с.

Биотехнология: Учебник / Под ред. Акад. РАСХН Е.С. Воронина. – Спб.: Гиорд, 2005. – 792 с.

Практикум по микробиологии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Нетрусов, М.А. Егорова, Л.М. Захарчук и др. – М.: Академия, 2005. – 608 с.  
Биотехнология. / Под ред. Е. С. Воронина. – СПб.: Изд-во: ГИОРД, 2008. – 704 с.  
Сазыкин Ю.О., Орехов С.П., Чакалева И.И. Биотехнология / Редактор А. Катлинский. – М.: Изд-во: Академия, 2008. – 256 с.

б) дополнительная литература:

Бейли Дж., Оллис Д. Основы биохимической инженерии. В 2-х частях. Ч.1-2. – М.: Мир, 1989.

Бесков В.С. Общая химическая технология. – М.: Физматлит, 2006. – 452 с.

Мананов М.Н., Победимский Д.Г. Теоретические основы технологии микробиологических производств. – М.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.

Клещев Н.Ф., Бенько М.П. Общая промышленная биотехнология: Технология бродильных производств. Учеб. пособие. – Харьков: НТУ, 2007. – 200 с.

Громова Н.Ю., Косивцов Ю.Ю., Сульман Э.М. Технология синтеза и биосинтеза биологически активных веществ: Учеб. пособие. – Тверь: ТГТУ, 2006. – 84 с.

Безбородов А. М., Загустина Н. А., Попов В. О. Ферментативные процессы в биотехнологии. – М.: Наука, 2008. – 336 с.

Загоскина Н. В., Назаренко Л. В., Калашникова Е. А., Живухина Е. А. Биотехнология. Теория и практика. – М.: Оникс, 2009. – 496 с.

Научный журнал «Биотехнология»

Научный журнал «Прикладная биохимия и микробиология»

в) ресурсы сети Интернет:

<http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

<https://cyberleninka.ru> – КиберЛенинка. Научная электронная библиотека.

<http://www.cbio.ru> - Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология»

<http://www.bioprotection.ru> - 30А «Агробиотехнология» (г. Москва)

<http://nauki-online.ru/biotekhnologii> – Наука и техника, экономика и бизнес.

Биотехнологии.

<https://sciam.ru/> – Ежемесячный научно-информационный журнал «В мире науки».

Биотехнологии.

<http://www.scholar.ru> – Поиск научных публикаций.

<http://www.biorosinfo.ru> – Общество биотехнологов России.

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –

<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –

<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

#### **15. Информация о разработчиках**

Куровский Александр Васильевич, канд. биол. наук, доцент, кафедра сельскохозяйственной биологии БИ ТГУ, доцент