

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(Биологический институт)



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор Биологического института

\_\_\_\_\_ Д.С. Воробьев

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

**Культивирование микроорганизмов**

по направлению подготовки

**35.03.04 Агронимия**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Агронимия»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.08.02

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ А.С. Бабенко

Председатель УМК

\_\_\_\_\_ А.Л. Борисенко

Томск – 2023

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК–1 Способен разрабатывать системы мероприятий по повышению эффективности производства продукции растениеводства

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

– ИПК 1.4

Разрабатывает экологически обоснованные системы применения удобрений с учетом свойств почвы и особенностей растений, интегрированную систему защиты растений и агротехнические мероприятия с учетом прогноза развития вредных объектов и фактического фитосанитарного состояния посевов

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Развитие навыков оценки эффективности биотехнологических процессов культивирования микроорганизмов
- Развитие способности к анализу современных достижений науки и производства, использованию их в своей профессиональной деятельности.
- Обучение возможностям критического восприятия современных достижений и применения их на практике для управления качеством и безопасностью производимой продукции в ходе профессиональной деятельности.
- Развитие способностей к проведению научно-исследовательских работ в области агрономии и способах представления научных и практических результатов.

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

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

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

Семестр 7, зачет.

## **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 в области микробиологии и микробиологических исследованиях, биотехнологических процессах и направлениях, биологических агентах, являющихся основой производства, основах промышленной биотехнологии, используемом оборудовании и средствах контроля производства.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: химия неорганическая и аналитическая, химия органическая, математическая статистика, приборы и оборудование в биотехнологии, микробиология, сельскохозяйственная биотехнология.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

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

– лекции: 20 ч.;

– практические занятия: 30 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

Модуль 1. Общие вопросы курса. Цели и задачи курса. Понятие биотехнологии. Значение микробиологии. Периоды развития микробиологии. Основные направления современной микробиологии. Основные методы микробиологических исследований. Историческое развитие научного культивирования микроорганизмов. Систематика микроорганизмов. Основные группы микроорганизмов.

Модуль 2. Методы культивирования микроорганизмов.

Лабораторные методы культивирования микроорганизмов. Оборудование для культивирования. Питание бактерий. Составление питательных сред. Подбор сред для культивирования. Факторы, влияющие на рост и развитие микроорганизмов. Способы культивирования. Классификация процессов ферментации. Методы стерилизации. Стерилизация посуды, инструментов, материалов и питательных сред.

Модуль 3. Методы определения концентрации микроорганизмов

Определение количества клеток под микроскопом. Подсчет клеток в счетных камерах. Определение числа клеток микроорганизмов высевом на питательные среды. Определение количества клеток высевом на плотные питательные среды (метод Коха). Определение количества клеток высевом в жидкие среды (метод предельных разведений). Определение биомассы взвешиванием. Определение количества клеток и биомассы нефелометрическим методом. Проточная цитометрия.

Модуль 4. Рост и размножение микроорганизмов

Понятие "роста" и "размножения" микроорганизмов. Кривая роста и фазы роста культуры в периодическом режиме. Деление клеток в нелимитированных условиях. Удельная скорость роста. Время удвоения. Время генерации. Модификация кривых роста. Рост филаментозных микроорганизмов. Постановка эксперимента по измерению удельной скорости роста клеток.

Модуль 5. Лимитирование роста микроорганизмов. Принцип Либиха. Уравнение Моно

Лимитирование роста, принцип Либиха в аспекте клеточного роста. Зависимость удельной скорости роста клеток от концентрации лимитирующего субстрата, уравнение Моно. Характеристики клеток, отражающие параметры уравнения Моно. Постановка экспериментов по измерению параметров уравнения Моно.

Модуль 6. Траты субстрата на клеточный рост. Экономический коэффициент

Экономический коэффициент. Корректировка уравнения экспоненциального роста: удельная скорость роста как функция концентрации клеток. Метаболический коэффициент. Траты на поддержание.

Модуль 7. Основные принципы стехиометрии периодического роста микроорганизмов

Биомоль. Использование биомоля и экономического коэффициента при расчетах потребности клеток в кислороде и в минеральных компонентах, примеры расчетов. Расчет питательных сред для культивирования клеток.

Модуль 8. Кинетика ингибирования роста микроорганизмов

Кинетика ингибирования роста микроорганизмов химическими факторами. Понятие ингибирования. Типы ингибирования: обратимое, необратимое, смешанное, конкурентное, бесконкурентное. Константа ингибирования. Коэффициент нелинейности. Ингибирование избытком субстрата. Ингибирование продуктом метаболизма. Влияние ингибирования на экономический коэффициент.

## Тема 9. Непрерывное культивирование клеток микроорганизмов

Непрерывное (проточное) культивирование клеток. Турбидостат как система с управляемым протоком. Хемостат как система с постоянным протоком. Система уравнений Моно для хемостата. Анализ стационарного состояния хемостата. Явление аутостабилизации концентрации субстрата. Зависимость стационарной концентрации клеток от величины протока. Генетическая гетерогенность популяции микроорганизмов, наблюдаемая в экспериментальных условиях.

## Тема 10. Промышленное культивирование микроорганизмов

Ферментер. Назначение. Типы ферментеров. Устройство лабораторного биореактора. Особенности промышленного культиватора. Основные требования к биореактору.

### 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, блиц-опросов перед каждым занятием, учета активности студентов на занятиях, тестирования по каждому модулю по лекционному материалу, выполнению практических работ, проработки списка дополнительных вопросов по темам дисциплины, докладов в устной форме с презентацией, решению задач, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

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

**Зачет в седьмом семестре** проводится в виде тестирования по всему пройденному материалу. Продолжительность зачета 45 мин.

Примеры тестов:

– Микроорганизмы, не способные существовать без кислорода:

1. аэробы 2. анаэробы 3. облигатные аэробы 4. аэрофилы

– Питательные среды, которые дают возможность быстро отличить одни виды бактерий от других, называют:

1. натуральными 2. дифференциально-диагностическими 3. полусинтетическими 4. синтетическими

– В общем случае химическая формула элементного состава клетки и стехиометрические коэффициенты в уравнении зависят от:

1. материально-технической базы лаборатории 2. состава питательной среды 3. состава питательной среды и условий культивирования 4. условий культивирования

Примеры задач:

– Для определения кинетики размножения популяции бактерий *Escherichia coli* изучали рост и размножение клеток данных бактерий при различных концентрациях лимитирующего субстрата – глицерина. Клетки выращивали в оптимальных условиях и через каждые полчаса измеряли оптическую плотность культуры. Данные представлены в таблице. Вопросы: на основе представленных экспериментальных данных определите кинетические параметры размножения клеток.

– Пересчитайте количество реактивов питательной среды Чапека с 1 л на 400 мл. Для чего применяется данная питательная среда, и какие особенности ее приготовления?

– После заполнения камеры Горяева–Тома суспензией конидий *Trichoderma harzianum* (д.в. биопрепарата «Глиокладин»), разведенной в 10 раз и подсчета клеток в 10-ти больших квадратах, получены следующие результаты (Таблица). Рассчитайте титр исходной суспензии конидий гриба. Для чего используется данный биопрепарат?

Результаты зачета определяются оценками «зачтено» и «не зачтено». Критериями оценки результатов изучения курса на зачете являются следующие показатели.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, показавшему полное знание программного материала, усвоившему основную литературу, рекомендованную программой, способному к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшего обучения и профессиональной деятельности.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, показавшему пробелы в знании программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=25698>

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

в) План практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

– Перт Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. – М.: Мир, 1978. – 331 с.

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

– Печуркин Н.С. Популяционная микробиология. – Новосибирск: Наука, 1978. – 273 с.

– Практикум по микробиологии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под редакцией А.И. Нетрусова. – М.: Академия, 2005. – 608 с.

– Быков А.С., Буданова Е.В., Несвижский Ю.В. Микробиология: Учебник / Под редакцией Зверева В.В., Бойченко М.Н. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 608 с.

б) дополнительная литература:

– Бейли Дж., Оллис Д. Основы биохимической инженерии. – М.: Мир, 1989. Т.1. Главы 5 (5.10) и 7.

– Введение в биотехнологию: учебник. 2-е изд. А.И. Нетрусов. – М.: Академия, 2015. – 208 с.

– Терещенко Н.Н., Акимова Е.Е., Минаева О.М. Современные методы оценки микробиологических свойств и экологического статуса почвы: Учебное пособие. – Томск: Издательский дом ТГУ, 2017. 151 с.

– Минаева О.М., Акимова Е.Е., Зюбанова Т.И., Терещенко Н.Н. Биопрепараты для защиты растений: оценка качества и эффективности: учеб. пособие. – Томск: Издательский Дом ТГУ, 2018. – 130 с.

– Научные журналы: Биотехнология, Микология и фитопатология, Микробиология, Прикладная биохимия и микробиология.

в) ресурсы сети Интернет:

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

– <http://www.elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Москва, ООО "Электронная научная библиотека", 2000–2016. –

- <http://www.sciam.ru/rubric/biotechnology.shtml> – Ежемесячный научно-информационный журнал «В мире науки». Биотехнологии
- <http://www.biorosinfo.ru> – Общество биотехнологов России
- <http://www.cbio.ru> – Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология»

### **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/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

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

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, 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**

Акимова Елена Евгеньевна, канд. биол. наук, доцент кафедры сельскохозяйственной биологии БИ ТГУ.