

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

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

УТВЕРЖДЕНО:

Директор

Д. С. Воробьев

Рабочая программа дисциплины

Экология микроорганизмов

по направлению подготовки

06.04.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки:

«Биоремедиация и мониторинг»

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Ю.А. Франк

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 – способность творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры;
- ОПК-5 – способность участвовать в создании и реализации новых технологий в сфере профессиональной деятельности и контроле их экологической безопасности с использованием живых объектов;
- ПК-3 – осуществлять разработку, реализацию и контроль биотехнологических и природоохранных проектов.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1. Демонстрирует понимание фундаментальных и прикладных представлений дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры;

ИОПК-5.1. Понимает теоретические принципы и современный практический опыт использования биологических объектов в сфере профессиональной деятельности;

ИПК-3.2. Владеет навыками разработки компонентов производственных биотехнологий переработки отходов.

2. Задачи освоения дисциплины

- Освоить основные понятия и терминологию экологии микроорганизмов;
- Научиться применять понятийный аппарат экологии микроорганизмов для решения теоретических и практических задач профессиональной деятельности;
- Научиться применять методы изучения микроорганизмов в профессиональной деятельности и разрабатывать компоненты микробных биотехнологий.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

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

4. Семестр освоения и форма промежуточной аттестации по дисциплине

Третий семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции по следующим дисциплинам бакалавриата – общая микробиология, общая экология, неорганическая химия, органическая химия и предшествующей дисциплины в рамках программы магистратуры Б1.О.09 Промышленная экология.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

- лекции: 8 ч.;
- практические занятия: 18 ч.;

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение в экологию микроорганизмов.

Краткое содержание темы: Предмет и история развития экологической микробиологии. Значимость прокариот в масштабе биосферы: важнейшие биогеохимические реакции, повсеместное распространение, первичность в истории Земли. Основные положения экологии микроорганизмов (С.Н. Виноградский). Направления экологической микробиологии. Понятие «микробное сообщество» и «экосистема». Типы взаимодействия популяций микроорганизмов. Пример кооперативного взаимодействия: разложение целлюлозы почвенными микроорганизмами. Аборигенная и экзогенная микрофлора. Жизненные стратегии микроорганизмов.

Тема 2. Разнообразие прокариот и особенности экологии разных метаболических групп бактерий и архей. Биогеохимические циклы элементов.

Краткое содержание темы: Типы энергетического и пластического обмена у прокариот. Хемолитоавтотрофы и фотолитоавтотрофы как первичные продуценты. Характеристика и особенности экологии основных групп хемолитоавтотрофов. Экосистемы, основанные на хемосинтезе: вулканические биотопы, глубинные горизонты земной коры, глубоководные гидротермы океана. Основные группы фотолитоавтотрофных прокариот. Меромиктические озера как типичные экосистемы для развития окислительных и анаэробных фотосинтезирующих бактерий. Образование биопленок и бактериальных матов. Роль прокариот в биогеохимических циклах серы, азота, железа и других элементов. Микробные экобиотехнологии.

Тема 3. Факториальная экология микроорганизмов. Экстремофилы.

Краткое содержание темы: Классификация и примеры экстремофильных микроорганизмов. Отношение микроорганизмов к температуре. Умеренные, экстремальные термофилы и гипертермофилы. Биохимические основы жизни при высокой температуре. Термозимы. Геномы термофильных прокариот как банки данных ценных генов. Устойчивость микроорганизмов к низким температурам: облигатные и факультативные психрофилы. Приспособления клеток к выживанию в условиях низких температур. Влияние pH на рост микроорганизмов. Группы прокариот по отношению к pH. Механизмы поддержания внутриклеточного pH. Кислые шахтные дренажи и содовые озера как примеры экосистем с крайними значениями pH. Адаптации микроорганизмов, обитающих при низких и высоких значениях pH. Пьезофилия и галофилия. Полиэкстремофилы. Применение экстремофилов и их ферментов в экобиотехнологиях.

Тема 4. Методы экологической микробиологии, основанные на культивировании.

Краткое содержание темы: Накопительные и чистые культуры микроорганизмов. Получение накопительных культур в селективных условиях. Колонка Виноградского. Выделение *Azotobacter* в селективных условиях М. Бейеринком. Методы выделения чистых культур. Новые подходы к культивированию для получения ранее некультивируемых микроорганизмов. Феномен «некультивируемого большинства».

Тема 5. Рост и численность микроорганизмов.

Краткое содержание темы: Фазы роста микроорганизмов (lag-фаза, логарифмическая фаза, стационарная фаза). Методы оценки роста. Построение кривой роста. Вычисление удельной скорости роста и времени удвоения популяции. Методы прямого количественного учета микроорганизмов. Флуоресцентная микроскопия. Учет численности на питательных средах. Метод предельных разведений и определение наиболее вероятного числа клеток методами вариационной статистики с использованием таблиц Мак-Креди. Прямой учет численности микроорганизмов в природных образцах.

Тема 6. Молекулярные методы для изучения сообществ микроорганизмов. Метагеномика.

Краткое содержание темы: Методы, основанные на расшифровке нуклеотидной последовательности: метагеномика и молекулярный фингерпринтинг для анализа микробных сообществ. Методы для обнаружения искомой последовательности нуклеиновых кислот микроорганизмов. Молекулярный фингерпринтинг (T-RFLP, SSCP, LH-PCR, ARISA, TDDGE/DGGE, молекулярное клонирование). Методы для обнаружения искомой последовательности нуклеиновых кислот (флуоресцентная *in situ* гибридизация, блоттинг, ДНК-микрочипы). Метагеномный анализ.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения тестов по лекционному материалу и выполнения домашних заданий на платформе «iDO», и фиксируется в виде балльно-рейтинговой системы и в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в третьем семестре проводится на платформе «iDO» на основании результатов текущего контроля, который составляет 40% рейтинга (максимум 35 баллов) и итогового теста, на который приходится около 60% рейтинга (максимум 50 баллов). Таким образом, максимальная сумма баллов составляет 85.

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

«Зачтено» ставится при совокупном количестве баллов 50 и выше. «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал по итогам текущего контроля и выполнения итогового теста менее 50 баллов в совокупности.

Итоговый тест содержит 25 вопросов и заданий. Продолжительность выполнения 1 час.

Примеры вопросов и заданий:

1. Определите тип питания бактерий, которые используют водород в качестве источника электронов и фиксируют углекислый газ в качестве источника углерода, но могут и использовать органическое вещество при его наличии.

2. Определите правильный порядок развития фототрофных микроорганизмов в водной толще (сверху-вниз):

- а. Цианобактерии – зеленые серные бактерии – пурпурные серные бактерии
- б. Цианобактерии – пурпурные несерные бактерии - зеленые серные бактерии – пурпурные серные бактерии
- в. Цианобактерии – пурпурные серные бактерии - зеленые серные бактерии
- г. Ни один из предложенных вариантов не является правильным

3. Микроорганизмы с минимальной температурой для роста -10 °С, оптимальной 15 °С и максимальной около 20 ° называются:

- а. Факультативные мезофилы
- б. Психротолерантные микроорганизмы
- в. Облигатные психрофилы
- г. Нет правильного варианта

4. Первую фазу деструкции полимеров осуществляют:

- а. Диссипотрофы
- б. Анаэробные бродильщики
- в. Гидролитические микроорганизмы
- г. Ни один из предложенных вариантов не является правильным

5. Ацидофильная серуоокисляющая бактерия может быть выделена из:

- а. Озера в Антарктиде
 - б. Компостной кучи
 - в. Кислого шахтного дренажа
 - г. Пищевых продуктов
 - д. Соленого озера
 - е. Кожных покровов человека
 - ж. Гидротерм на дне океана
 - з. Ни один из предложенных вариантов не является правильным
6. Определить общее количество микроорганизмов на корнях бобовых можно с использованием:
- а. Метода Бейеринка
 - б. Набора LIVE/DEAD BacLight™
 - в. Микроскопирования с окрашиванием DAPI
 - г. Ни один из предложенных вариантов не является правильным
7. Жизненная стратегия микроорганизмов, приспособленных к существованию при насыщении емкости среды обитания. Микробы с такой стратегией - представители климаксного или зрелого сообщества:
- а. R - стратегия
 - б. K - стратегия
 - в. T - стратегия
 - г. Ни один из предложенных вариантов не является правильным
8. Оптимум температуры для развития выше 50 имеют:
- а. Все термофилы
 - б. Только гипертермофилы
 - в. Только экстремальные термофилы
 - г. Ни один из предложенных вариантов не является правильным
9. Выберите из перечня групп бактерий цикла азота нитрификаторов (2 правильных ответа):
- а. Azotobacter
 - б. Nitrobacter
 - в. Nitrosococcus
 - г. Ammonifex
 - д. Pseudomonas
 - е. Beijerinckia
10. Хемолитотрофные железоокисляющие микроорганизмы применяются для:
- а. Анодирования поверхностей.
 - б. Выщелачивания металлов из бедных руд.
 - в. Компостирования избыточного активного ила очистных сооружений.
 - г. В составе биофильтров для очистки сточных вод.
 - д. Ни один из предложенных вариантов не является правильным
- Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view?id=00000>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Основы экологии микроорганизмов: [учебное пособие для студентов высших аграрных учебных заведений, обучающихся по направлениям 020800.62 - "Экология", 110200.62 - "Агрономия", 110100.62 - "Агрохимия и агропочвоведение", 020800.68 - "Экология и природопользование", 110100.68 - "Агрохимия и агропочвоведение"] /А. А. Коростелева, А. Г. Кощаев - Санкт-Петербург [и др.] : Лань , 2013. – 239 с.

– Экология микроорганизмов учебник: [по специальности 012400 "Микробиология" и другим биологическим специальностям А. И. Нетрусов, Е. А. Бонч-Осмоловская, В. М. Горленко и др.] ; под общ. ред. А. И. Нетрусова. Москва: Юрайт, 2015. – 266 с.

– Рабочая тетрадь по экологической микробиологии / Ю.А. Франк, А.П. Лукина, Е.А. Мельникова, Д.С. Воробьев. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2018. – 112 с.

б) дополнительная литература:

– Microbial Ecology: Current Advances From Genomics, Metagenomics and Other Omics. Ed. Diana Marco. Norfolk, UK: Caister Academic Press, 2019. Электронная книга <https://eds.p.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=367863a9-7b54-4cf1-8a12-f37f1a590acd%40redis&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLHNzbyZsYW5nPXJ1JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=2031930&db=edsebk>.

– Thermophilic microbes in environmental and industrial biotechnology [electronic resource]: Biotechnology of thermophiles / /edited by Tulasi Satyanarayana, Jennifer Littlechild, Yutaka Kawarabayasi - Dordrecht : Springer Netherlands : Imprint: Springer, 2013. – 954 p. Электронный ресурс <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-5899-5>.

в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы;
– Электронный журнал «Элементы» - <https://elementy.ru/>;
– Электронный ресурс по микробиологии MicrobeWiki - <https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/MicrobeWiki>.

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 (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/>

в) профессиональные базы данных:

– База данных по таксономии живых организмов – <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi> ;

– База данных нуклеотидных последовательностей –
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/>.

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, с доступом к сети Интернет.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, с доступом к сети Интернет.

15. Информация о разработчиках

Франк Юлия Александровна, канд. биол. наук, доцент, кафедра ихтиологии и гидробиологии БИ ГТУ, доцент.