

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра физиологии человека и животных

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев
«20» мая 2021 г.

Рабочая программа
«Микробные биотехнологии»

Направление подготовки
06.06.01 Биологические науки

Направленность (профиль)
«Микробиология»

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «11» мая 2021 года, протокол № 13

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины: совершенствование и приобретение аспирантами современных знаний, умений и практических навыков в области биотехнологий, основанных на применении микроорганизмов.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Микробные биотехнологии» является дисциплиной по выбору вариативной части. Данная дисциплина направлена на подготовку к сдаче зачета при освоении образовательной программы аспирантуры по направлению 06.06.01 Биологические науки (профиль «Микробиология»).

Данная дисциплина имеет логические и содержательно-методические взаимосвязи с другими частями ООП, а именно с дисциплиной «Микробиология», с курсами по выбору «Молекулярная биология прокариот» или «Методы исследования нуклеиновых кислот», научно-организационной практикой и научными исследованиями.

Для изучения данной дисциплины необходимы «входные» знания, умения, полученные в процессе обучения по программам бакалавриата – магистратуры, а также при изучении дисциплины «Микробиология» в аспирантуре.

3. Планируемые результаты обучения дисциплине – знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения программы аспирантуры, и критерии их оценивания

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции: способностью применять современные представления о функциональной организации микроорганизмов, методах и условиях их выращивания в модельных и природных ситуациях, взаимодействии с другими организмами для решения фундаментальных и прикладных задач микробных биотехнологий (ПК-2).

Код компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Пороговый уровень
ПК-2	знать: - принципы функциональной организации микроорганизмов; - методы и условия выращивания микроорганизмов в различных модельных условиях; уметь: - применять методы выращивания микроорганизмов для решения фундаментальных и прикладных задач биотехнологической направленности. владеть: - опытом применения методов выращивания микроорганизмов для решения фундаментальных и прикладных задач профессиональной деятельности.	1. Воспроизведение основных принципов функциональной организации микроорганизмов. 2. Использование на практике методов культивирования микроорганизмов в соответствии с поставленной биотехнологической задачей. 3. Демонстрация применения методов культивирования микроорганизмов для решения задач профессиональной деятельности.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 акад. часов.

Дисциплина изучается в течение второго семестра. Формой итоговой промежуточной аттестации по дисциплине является зачет.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий и их трудоемкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости
			лекции	практические	лабораторные	консультации	самостоятельная работа	Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
1	История развития биотехнологии.	2	2				10	реферат
2.	Фундаментальные основы биотехнологии.	2	2				20	реферат
3.	Ферментационные среды.	2	1				10	реферат
4.	Математические модели	2	1				20	реферат
5.	Непрерывное культивирование микроорганизмов	2	2				20	реферат
6.	Управление технологическими режимами	2	2				20	реферат
7.	Примеры микробных биотехнологий	2	2				20	реферат
						2	10	зачет
	Всего		12			2	130	

Содержание разделов дисциплины:

1. История развития биотехнологии.

1.1. Краткая история развития микробных биотехнологий.

1.2. Значение биотехнологий для различных отраслей экономики.

1.3. Роль микробиологии в получении целевых продуктов хозяйственного и медицинского назначения.

2. Фундаментальные основы биотехнологии.

2.1. Фундаментальные подходы к изучению микробного роста: качественные и количественные подходы к изучению роста микроорганизмов: кинетический, стехиометрический, энергетический.

2.2. Типовая схема и основные стадии биотехнологических производств.

2.3. Основные характеристики процессов ферментации. Классификация.

2.4. Параметры периодической ферментации. Кинетические характеристики процесса.

2.5. Макростехиометрические параметры. Стехиометрия процессов культивирования микроорганизмов, Основные принципы. Вывод «формулы» биомассы микроорганизмов. Расчет выхода биомассы по субстрату.

3. Ферментационные среды.

3.1. Сырье для процессов ферментации. Основные понятия.

3.2. Источники углеродного и азотного питания, другие виды сырья.

3.3. Оптимизация ферментационных сред.

4. Математические модели.

4.1. Математические модели кинетики процессов ферментации.

4.2. Зависимость скорости роста микроорганизмов от концентраций субстрата или продукта метаболизма.

4.3. Зависимость скорости роста микроорганизмов от физико-химических факторов среды. Многофакторные кинетические уравнения.

5. Непрерывное культивирование микроорганизмов.

5.1. Тубулярная и хемостатная культуры. Хемостатный процесс непрерывного культивирования. Сравнение периодического и непрерывного культивирования.

5.2. Особенности ферментации при лимитировании хемостатной культуры различными субстратами. Автоселекция в непрерывном процессе.

5.3. Модификации хемостата.

5.4. Внешнее управление параметрами. Преимущества и недостатки непрерывного способа культивирования микроорганизмов.

6. Управление технологическими режимами.

6.1. Управление технологическими режимами и масштабирование процессов ферментации. Биокатализ и биотрансформация.

6.2. Отделение биомассы. Дезинтеграция клеток.

6.3. Методы выделения продуктов метаболизма: экстракционные, сорбционные, мембранные.

6.4. Нормативные документы биотехнологических производств.

7. Примеры микробных биотехнологий.

7.1. Примеры микробных биотехнологий получения продуктов пищевого, фармацевтического, хозяйственного назначения.

7.2. Примеры экологических биотехнологий.

5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Учебный курс построен на сочетании лекционных занятий и самостоятельной работы аспирантов.

Лекции читаются с использованием мультимедийных презентаций. Они предполагают последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Самостоятельная работа студентов включает использование библиотечного фонда и электронно-библиотечной системы, подготовку рефератов по темам с использованием журналов «Микробиология», «Прикладная микробиология и биохимия», «Биотехнология» и др. Предусмотрено проведение собеседований по темам; обсуждение научных данных по итогам освоения каждой темы; обсуждение рефератов. В период самостоятельной подготовки студенты имеют возможность обсудить заданные вопросы с преподавателем.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации – программы Microsoft Office;
- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система «БУКИ-NEXT» (АБИС «Буки-Next»).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Нетрусов А.И. Введение в биотехнологию: учебник для вузов. – М.: Академия, 2014. – 281 с.
2. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия [Электронный ресурс]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 327с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=362835&sr=1

б) дополнительная литература

1. Биотехнология и микробиология анаэробной переработки органических коммунальных отходов [Электронный ресурс]: коллективная монография / составители А.Н. Ножевникова [и др.]. – Саратов: Логос, Университетская книга, 2016. – 320 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/70738.html>
2. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. – М.: КолосС, 2004. – 296 с.
3. Воробьева Л.И. Техническая микробиология: учеб. пособие. М.: МГУ, 1987. – 167 с.
4. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2: учебник для бакалавриата и магистратуры. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 312 с.
5. Перт С.Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. М.: Мир, 1978. – 331 с.
6. Промышленная микробиология: учеб. пособие / Под ред. Н.С. Егорова. М.: Высш. шк., 1989. – 686 с.
6. Современная микробиология: прокариоты: учебник для вузов / под ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. В 2 т. Т. 2. – М.: Мир, 2005. – 493 с.

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Автор(ы) :

Зав. кафедрой ботаники и микробиологии, к.б.н.



(подпись)

Н.В. Шеховцова

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Микробные биотехнологии»**

**Оценочные средства
для проведения текущей и/или промежуточной аттестации аспирантов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,
характеризующих этапы формирования компетенций**

1.1 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов к зачету:

1. Краткая история развития микробных биотехнологий. Предмет и задачи науки на современном этапе. Значение биотехнологий для различных отраслей экономики.
2. Микроорганизмы как объекты биотехнологий. Роль микробиологии в получении целевых продуктов хозяйственного и медицинского назначения.
3. Физиологические аспекты изучения микробного роста.
4. Кинетическая микробиология. Кинетические параметры роста микроорганизмов, их значение для организации биотехнологического процесса.
5. Стехиометрия микробного роста. Макроскопический подход: вывод «формулы» биомассы микроорганизмов. Расчет выхода биомассы по субстрату.
6. Микроскопический подход к изучению стехиометрии микробного роста. Значение для управляемого культивирования микроорганизмов.
7. Биоэнергетика микробного роста, ее влияние на разработку биотехнологий.
8. Основные составляющие современной теории микробного роста и биотехнологии.
9. Типовая схема и основные стадии биотехнологических производств. Основные характеристики процессов ферментации. Классификация.
10. Общая характеристика питательных сред для лабораторного культивирования микроорганизмов.
11. Промышленные питательные среды, их основные отличия от лабораторных.
12. Сырье для процессов ферментации. Основные понятия. Источники углеродного и азотного питания, другие виды сырья.
13. Оптимизация ферментационных сред.
14. Математические модели периодической ферментации и ее модификаций.
15. Математическая модель культуры полного вытеснения.
16. Математическая модель хемостатной культуры.
17. Уравнения материально-энергетического баланса для модификаций хемостатной культуры и их возможности.
18. Зависимость скорости роста микроорганизмов от физико-химических факторов среды. Многофакторные кинетические уравнения.
19. Микробная культуры как сложная саморегулирующаяся система, влияние на разработку биотехнологий.
20. Управление технологическими режимами и масштабирование процессов ферментации. Биокатализ и биотрансформация.
21. Получение биомассы как целевого продукта.
22. Получение первичных метаболитов микроорганизмов как целевого продукта.
23. Получение вторичных микробных метаболитов как целевого продукта.
24. Пример микробной биотехнологии, связанной с темой диссертационной работы.
25. Нормативно-правовая база биотехнологического производства.

1.2 Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации

В качестве средств текущего контроля используется собеседование, а также написание в течение семестра одного реферата на выбранную тему.

Вопросы для собеседования

1. Факторы, определяющие прогресс биотехнологий.
2. Роль микроорганизмов в истории развития биотехнологий.
3. Функциональные возможности микроорганизмов.
4. Возможности управляемого культивирования микроорганизмов в модельных условиях.
5. Многообразие способов роста микроорганизмов в природных условиях.
6. Реализация способов роста микроорганизмов в промышленных условиях.
7. Факторы, определяющие выбор способа культивирования микробной культуры, при разработке биотехнологии.
8. Математические модели периодического роста и их применение в биотехнологии.
9. Математические модели непрерывного роста и их применение в биотехнологии.
10. Контролируемые параметры микробного роста в процессе ферментации.
11. Зависимость параметров биореактора от параметров микробного роста.
12. Масштабирование процесса культивирования микробных культур как фактор, ограничивающий выбор способа ферментации.
13. Типовая схема биотехнологических производств, ее модификации при получении разных продуктов.
14. Особенности хранения и подготовки посевного материала для ферментаций.
15. Питательные среды для культивирования микроорганизмов, сравнение лабораторных и промышленных сред.
16. Организация и проведение биотехнологической стадии производства.
17. Способы управления технологическими режимами.
18. Способы реализации масштабирования микробного роста.
19. Определение момента остановки микробного роста для получения целевого продукта.
20. Способы получения целевых продуктов, их выделения в чистом виде, концентрирования и получения готовых к реализации форм.
21. Нормативные и регистрирующие документы биотехнологических производств.
22. Биотехнологии производства пищевых продуктов.
23. Биотехнологии получения продуктов медицинского назначения.
24. Биотехнологии получения продуктов химического назначения.
25. Экологические и природоохранные биотехнологии.

Темы рефератов:

1. Биотехнологии, основанные на использовании микроорганизмов определенного рода.
2. Биотехнологии, основанные на применении микробных биопленок.
3. Биотехнологии получения антибиотиков (или другого целевого продукта).
4. Перспективы развития микробных технологий в области пищевой промышленности (или другой отрасли экономики) .
5. Биотехнологии, основанные на применении генетически модифицированных микроорганизмов.

Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Микробные биотехнологии»

Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Микробные биотехнологии» являются лекции. Для успешного освоения дисциплины очень важно самостоятельное изучение большого количества теоретического материала. Основной материал разбирается на лекциях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Для решения научных задач при выполнении экспериментальных работ необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома аспирантам предлагается подготовить реферат на выбранную тему.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков экспериментальной работы, в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде собеседования. Также проводятся консультации по разбору наиболее трудных вопросов рассматриваемых разделов.

В конце изучения дисциплины аспиранты сдают зачет. Он проходит в форме собеседования и включает обсуждение трех теоретических вопросов. Посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет по итогам изучения дисциплины аспиранту практически невозможно.