

ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный
исследовательский университет)

Кафедра Пищевые и биотехнологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Анализ процессов биотрансформации методами
искусственного интеллекта

Разработчик: доцент кафедры пищевые и биотехнологии Меренкова С.П.

Челябинск, 2021

1. Цели и задачи дисциплины

Данный курс направлен на формирование у студентов представлений о механизмах процессов биотрансформации биоресурсов и промышленных отходов и их значения при решении экологических проблем; практических навыков использования интеллектуальных систем с целью регулирования процессов направленной биотрансформации ресурсов в условиях агроэкосистем и промышленных предприятий.

Задачи курса заключаются:

- в изучении закономерностей протекания процессов биотрансформации, их значения при решении экологических проблем; методов биотрансформации с учетом свойств объектов;
- в освоении современных информационных технологий, специализированных программ для решения задач в сфере биотрансформации;
- в формировании практических навыков применения методов и инструментальных средств искусственного интеллекта для изучения и управления процессами биотрансформации ресурсов, получения целевых биопродуктов.

Краткое содержание дисциплины

Введение. Цели и задачи курса. Характеристика состава и свойств объектов биотрансформации. Эколого-биотехнологические аспекты трансформации загрязняющих веществ биологическими организмами. Микробиологические процессы и ферментные реакции в процессах биотрансформации вторичных ресурсов и отходов. Направленная переработка биоресурсов микроорганизмами и выделение целевых биопродуктов. Интеллектуальные системы и методы для управления процессами биотрансформации (сбора первичных данных и их обработка, построение математических моделей и регрессионных уравнений).

Содержание дисциплины

Дисциплина «Анализ процессов биотрансформации методами искусственного интеллекта» преподается в четвертом семестре, включает 24 часа лекций и 24 часа лабораторных занятий. Промежуточная аттестация – экзамен

Для текущего контроля освоения разделов дисциплины применяются:

- контрольный опрос,
- оценка самостоятельной работы студентов по изучению учебной и научной литературы,
- анализ компетенций в направлении составления научного отчета по проекту индустриального партнера.

Таблица 1– Структура и содержание лекций

№ лекции	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	Введение. Цели и задачи курса. Понятие о биотрансформации. Роль биотехнологических процессов в решении экологических проблем утилизации отходов и загрязняющих веществ. Характеристика структуры и свойств, химический состав объектов биотрансформации, потенциал для переработки в целевые продукты и биоэнергию.	2
2	Эколого-биотехнологические аспекты трансформации отходов и ксенобиотиков в биологических объектах окружающей среды. Биodeградация загрязняющих веществ почвы и водной среды биологическими организмами.	4
3	Микробиологические процессы и ферментные реакции в процессах биотрансформации вторичных ресурсов и промышленных отходов. Технология микробной биотрансформации. Состав микроорганизмов и их трансформирующая активность при переработке органических и неорганических отходов. Генная инженерия ферментов и штаммов микроорганизмов.	4
4	Структура и свойства структурированных биоресурсов. Процессы биотрансформации при производстве удобрений, белковых компонентов и кормов для животных.	4
5	Биотрансформация вторичных продуктов и отходов промышленности в биоэнергию. Современные подходы к анаэробной ферментации органических субстратов для получения биогаза. Этапы производства, управление биотехнологическими процессами методами искусственного интеллекта.	4
6	Применение комбинированных подходов на основе искусственного интеллекта (ИНС и генетические алгоритмы) для моделирования параметров процессов биотрансформации. Многокритериальные методы принятия решений для оптимизации процессов.	4
6	Формирование размеченных данных в области биотрансформации. Разработка траектории контроля ферментации с использованием искусственного интеллекта.	2
Итого		24

Таблица 2– Структура и содержание лабораторных работ

№ занятия	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
2	Анализ генетической информации микробных сообществ экосистем с использованием инструментов метагеномики и биоинформатики. Программно-технические платформы для секвенирования и геномные библиотеки.	4
3	Создание и исследование моделей культивирования микроорганизмов на органических субстратах. Управление параметрами культивирования микроорганизмов на основе динамики результативных данных. Использование языка Python для обработки данных процессов биотрансформации.	4
3	Технология получения ферментов. Препаративное выделение и очистка ферментов. Методы количественного определения ферментов и их активности.	4
4	Анализ эффективности методов предварительной обработки структурированных биоресурсов для последующей биотрансформации. Методы биоконверсии органических ресурсов с целью получения удобрений и ценных компонентов для плодородия почвы	4
4	Изучение этапов микробиологической комплексной биотрансформации для получения белковых продуктов и кормов для животных. Использование языка Python и моделирования для прогнозирования эффективности получения целевых компонентов.	4
5	Применение искусственных нейронных сетей для тестирования параметров стадий производства биометана методом анаэробного расщепления. Прогнозирование эффективности производства биогаза в зависимости от параметров ферментации с помощью методов ANN-GA.	4
Итого		24

Перечень вопросов для подготовки к контрольному опросу:

Раздел 1

1. Приведите классификацию растительного сырья?
2. Дайте характеристику химического состава растительного сырья?
3. Приведите классификацию сырья животного происхождения?
4. Дайте характеристику химического состава сырья животного происхождения?
5. Дайте характеристику состава и свойств вторичных ресурсов и отходов, образующихся при переработке растительного сырья
6. Дайте характеристику состава и свойств вторичных ресурсов и отходов, образующихся при переработке сырья животного происхождения
7. Назовите методы предварительной обработки вторичных биоресурсов для последующей биоконверсии?
8. Опишите принципы биотрансформации вторичного сырья?
9. Какие методы геномной инженерии применяют для получения генно-модифицированных культур микроорганизмов?
10. Назовите методы получения культур растений с применением методов

генной инженерии?

11. Назовите этапы медико-генетической экспертизы продукции, полученной методами генной инженерии?

Раздел 3:

1. Опишите механизм действия ферментов?

2. Как образуются фермент-субстратные комплексы

3. Опишите роль взаимодействия функциональных групп при образовании активных центров ферментов?

4. В чем заключается лабильность свойства ферментов, в зависимости от разных факторов?

5. Назовите механизмы изменения активности ферментов?

6. Какие гидролитические процессы протекают при биотрансформации биоресурсов и вторичного сырья?

7. Назовите принципы ферментативной переработки вторичных биоресурсов и промышленных отходов?

8. Приведите схему ферментативного гидролиза целлюлозы?

9. Опишите этапы гидролиза липидов под действием липолитических ферментов?

10. Назовите источники сырья, применяемые в качестве биосубстратов при получении ферментов?

11. Какие вы знаете методы селекции и культивирования микроорганизмов-продуцентов ферментов?

12. Какие методы генной и клеточной инженерии используются при получении штаммов микроорганизмов?

13. Назовите методы количественного определения концентрации ферментов?

14. Какие вы знаете методы определения активности ферментов?

15. Назовите методы препаративного выделения и очистки ферментов?

16. Какие вы знаете методы фракционирования продуктов биотрансформации?

17. Критерии оценки чистоты продуктов биотрансформации

18. Перечислите этапы биотрансформации при получении препаратов амилаз из поверхностных культур?

19. Перечислите этапы процессов биотрансформации при получении препаратов пектиназ из глубоких культур?

20. Назовите сырье и вторичные биоресурсы, применимые для микробной биоконверсии?

21. Назовите стадии культивирования микроорганизмов?

22. Какие принципы применяют при составлении питательных сред для культивирования микроорганизмов?

23. Назовите основные принципы выращивания производственной культуры микроорганизмов?

24. Назовите способы культивирования микроорганизмов-продуцентов

продуктов биоконверсии?

25. Как осуществляют выделение конечного продукта из культуральной жидкости?

Раздел 5:

1. Какие органические субстраты пригодны для биотрансформации с целью получения биогаза?

2. Какие параметры процессов биотрансформации при получении биогаза необходимо контролировать?

3. Какие результативные данные определяют эффективность процесса биотрансформации при получении биогаза?

4. Перечислите этапы анаэробной ферментации биоресурсов и отходов для получения биогаза (биометана).

5. Какие математические закономерности учитывают при моделировании процессов биотрансформации ресурсов в биоэнергию?

Раздел 6:

1. Назовите современные направления развития искусственного интеллекта в области биотрансформации?

2. Назовите этапы технологии разработки экспертных систем для применения в сфере биотехнологии?

3. Перечислите инструментальные методы разработки экспертных систем для сферы биотрансформации биоресурсов?

4. Назовите алгоритм применения искусственных нейронных сетей для прогнозирования эффективности производства биогаза в зависимости от параметров ферментации?

5. Перечислите методы искусственных нейронных сетей для моделирования параметров процессов биотрансформации вторичных биоресурсов ?

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

1. Классификация и характеристика химического состава растительного сырья?

2. Классификация и характеристика химического состава сырья животного происхождения?

3. Характеристика состава и свойств вторичных ресурсов и отходов, образующихся при переработке растительного сырья

4. Характеристика состава и свойств вторичных ресурсов и отходов, образующихся при переработке сырья животного происхождения

5. Анализ эффективности методов предварительной обработки вторичных биоресурсов и промышленных отходов для последующей биоконверсии.

6. Методы биотрансформации вторичного сырья
7. Методы генной инженерии для получения генно-модифицированных культур микроорганизмов
8. Получения культур растений с применением методов генной инженерии
9. Медико-генетическая экспертиза продукции, полученной методами генной инженерии
10. Структурная и функциональная организация ферментов
11. Механизм действия ферментов. Фермент-субстратные комплексы
12. Природа активных центров ферментов. Роль взаимодействия функциональных групп в ферментативном катализе
13. Лабильность свойства ферментов, обусловленные белковой природой. Механизмы изменения активности ферментов
14. Принципы ферментативной переработки вторичных биоресурсов и промышленных отходов
15. Гидролитические процессы при биотрансформации биоресурсов и вторичного сырья
16. Механизм гидролиза пектиновых веществ под действием пектолитических ферментов.
17. Этапы гидролиза липидов под действием липолитических ферментов.
18. Негидролитические ферментативные процессы при биотехнологической обработке субстрата: окислительно-восстановительные реакции.
19. Источники сырья, применяемые в качестве биосубстратов при получении ферментов
20. Принципы селекции и культивирование продуцентов ферментов. Современные подходы к селекции микробных культур
21. Использование методов генной и клеточной инженерии при получении штаммов микроорганизмов – эффективных продуцентов ферментов.
22. Спектрофотометрические, фотометрические методы определения концентрации ферментов и их активности
23. Методы препаративного выделения и очистки ферментов
24. Сравнительный анализ эффективности методов фракционирования продуктов биотрансформации (метод избирательной адсорбции, ионообменной хроматографии)
25. Критерии оценки чистоты продуктов биотрансформации
26. Этапы процессов биотрансформации при получении препаратов амилаз из поверхностных (глубоких) культур
27. Этапы процессов биотрансформации при получении препаратов пектиназ из поверхностных (глубоких) культур.
28. Технологические этапы получения препаратов целлюлаз при культивировании микроорганизмов
29. Сырье и вторичные биоресурсы применимые для микробной биоконверсии
30. Принципы составления питательных сред, факторы, определяющие состав

питательной среды для культивирования микроорганизмов.

31. Методы выращивания производственной культуры микроорганизмов

32. Контроль производства с применением процессов биотрансформации

33. Отходы агропромышленного комплекса, используемые в качестве субстрата для микробной биоконверсии.

34. Способы и цель предварительной обработки вторичных ресурсов при осуществлении процессов биотрансформации

35. Параметры процессов биотрансформации при получении биогаза

36. Результативные данные, определяющие эффективность процесса биотрансформации при получении биогаза

37. Этапы анаэробной ферментации биоресурсов и отходов для получения биогаза (биометана), биоэтанола

38. Математические закономерности при моделировании процессов биотрансформации ресурсов в биоэнергию

39. Современные направления развития искусственного интеллекта в области биотрансформации

40. Этапы технологии разработки экспертных систем для применения в сфере биотехнологии

41. Инструментальные методы разработки экспертных систем для сферы биотрансформации биоресурсов.

42. Алгоритм применения искусственных нейронных сетей для прогнозирования эффективности производства биогаза в зависимости от параметров ферментации.

43. Методы искусственных нейронных сетей для моделирования параметров процессов биотрансформации вторичных биоресурсов

Список рекомендуемой литературы:

1. Алборов Р.А., Захарова Е.В., Концевая С.М. Развитие управления биологическими активами и учета результатов их биотрансформации в сельском хозяйстве. Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. – 161 с. <https://e.lanbook.com/book/133953>

2. Байтасов Р.Р. Основы энергосбережения: учебное пособие для вузов. Издательство "Лань", 2020. – 188с. <https://e.lanbook.com/reader/book/147311/#1>

3. Бессмертный, И. А. Искусственный интеллект: учебное пособие / И.А. Бессмертный. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2010. – 132 с. – Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/43663>

4. Ерёменко О.Н., Исаева Е.В., Почкутов И.С. Технология подготовки растительного сырья для биоконверсии: Учебное пособие. Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва, 2018. – 92 с. <https://e.lanbook.com/book/147488>

5. Конопатов Ю.В., Васильева С.В. Основы экологической биохимии: учебное пособие. Издательство "Лань", 2018. – 136 с.
<https://e.lanbook.com/reader/book/107942/#118>
6. Остроух, А. В. Системы искусственного интеллекта: монография / А.В. Остроух, Н.Е. Суркова. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. –228 с. Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/113401> (дата обращения: 01.10.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Пенькова, Т.Г. Модели и методы искусственного интеллекта: учебное пособие / Т. Г. Пенькова, Ю. В. Вайнштейн. – Красноярск: СФУ, 2019. – 116 с. Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/157579>
8. Шимова Ю.С., Демиденко Н.Ю. Моделирование биотехнологических процессов: Учебное пособие. Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва, 2018. – 96 с.
<https://e.lanbook.com/reader/book/147480/#92>

Публикации в зарубежных изданиях:

1. Hosseinzadeh A., Baziar M., Alidadi H., Zhou J.L., Altaee A., Asghar Najafpoor A., Jafarpour S. Application of artificial neural network and multiple linear regression in modeling nutrient recovery in vermicompost under different conditions. Bioresource Technology. Volume 303. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122926>.
2. Meena M., Shubham Sh., Paritosh K., Pareek N., Vivekanand V. Production of biofuels from biomass: Predicting the energy employing artificial intelligence modeling. Bioresource Technology. Volume 340, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125642>.
3. Zhang L., Loh K.-Ch., Jingxin Zhang J. Enhanced biogas production from anaerobic digestion of solid organic wastes: Current status and prospects. Bioresource Technology Reports. Volume 5. 2019. P.280-296. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2018.07.005>.
4. Zihin bin Mohd Zain M., Kanesan J., Kendall G., Huang Chuah J. Optimization of fed-batch fermentation processes using the Backtracking Search Algorithm. Expert Systems with Applications. Volume 91. 2018. P. 286-297. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.07.034>.