Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 24.05.2024 10:13:05
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
/ А.С. Соколов /
«15» февраля 2024 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Биоконверсия в биотехнологических процессах»

Направление подготовки
**19.04.01 Биотехнология**

Профиль
**«Промышленная биотехнология и биоинженерия»**

Квалификация
**Магистр**

Формы обучения
**Очная**

Москва, 2024 г.

**Разработчики:**

доцент, к.б.н.  /Е.С. Горшина /

**Согласовано:**

заведующий кафедрой,

к.б.н., доцент  /Л.И. Салитринник/

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Биоконверсия (биотрансформация) – это раздел биотехнологии, в котором осуществляются превращения одних органических соединений биологического сырья в другие под действием ферментов, а такие сложные процессы, как переработка и трансформация сырья в корма и пищевые продукты, сырье для микробиологической промышленности, в некоторых случаях детоксикация сырья и биологическая очистка сточных вод и объектов природы (почв, водоемов).

Наиболее важной областью применения биоконверсии являются пищевая и микробиологическая промышленность. В пищевой биотехнологии биоконверсионные процессы используются на всех этапах производства пищевых продуктов. В микробиологическом производстве подготовка сырья является необходимой стадией производства.

Биоконверсия в биотехнологических процессах - это традиционное и в то же время очень актуальное и перспективное научно-техническое направление биотехнологии, в котором удачно сочетаются самые современные достижения биохимии, молекулярной биологии, энзимологии и химической технологии и промышленной биотехнологии.

Целями освоения дисциплины «Биоконверсия в биотехнологических процессах» являются:

освоение студентами основных принципов и теоретических положений биоконверсии растительного, животного и микробного сырья;

формирование у студентов понимания особенностей биотехнологических процессов с участием ферментов, связанных с преобразованием природных материалов в полезные продукты для дальнейшего использования непосредственно потребителем или промышленностью.

Задачами курса являются:

- познакомить студентов с предметом,
- определить место в ряду приоритетных направлений биотехнологии;
- углубить понимание физико-химических и биохимических закономерностей биокатализа сырья, особенностей его использования в биотехнологии;
- развить видение перспектив практического использования достижений биоконверсии;
- подготовить студента к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению.

Обучение по дисциплине «Биоконверсия в биотехнологических процессах» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| ПК-4. Способен проводить подготовительные работы для осуществления биотехнологических процессов получения БАВ | ИПК-4.1. Знает технологию получения БАВ; правила работы с культурами микроорганизмов, клетками растений и животных, вирусами; методы приготовления питательных сред; требования производственной санитарии, асептики, пожарной безопасности и охраны труда; методы поддержания чистой культуры штамма микроорганизма-продуцента; правила работы с автоклавом; требования к стерилизации питательных сред; правила эксплуатации биотехнологического оборудования<br>ИПК-4.2. Умеет производить работы по стерилизации лабораторной посуды и инструментов; отбирать образцы микроорганизмов, клеток растений и животных, вирусов из природной среды; производить посев биологического материала с целью получения накопительной культуры для проведения биотехнологического процесса; производить предварительную обработку сырья, используемого для приготовления питательных сред; производить пересев |

| | |
|---|---|
| | инокулянта с целью выделения чистой культуры штамма микроорганизма-продуцента для проведения биотехнологического процесса; проверять однородность чистой культуры штамма микроорганизма-продуцента по морфологическим и физиологическим признакам; производить работы по восстановлению лиофилизированной эталонной культуры и поддерживать ее жизнеспособность<br>ИПК-4.3. Владеет методами подготовки биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса; биологических объектов и материалов для биотехнологического процесса; приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений, вирусов заданного состава; выделение и поддержание чистых культур микроорганизмов – продуцентов БАВ; оживления культур микроорганизмов, проведения посевов микроорганизмов-продуцентов на твердые и жидкие питательные среды |
| ПК-7. Способен разрабатывать и модифицировать существующие биотехнологические процессы получения БАВ, разрабатывать предложения по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции | ИПК-7.1. Знает методы генной инженерии клеток для получения продуцентов, технологию получения БАВ; экономику и управление в организации; нормативные правовые акты в области биотехнологического производства; нормы расхода сырья и материалов в области биотехнологического производства<br>ИПК-7.2. Умеет проводить скрининг штаммов микроорганизмов - продуцентов БАВ; использовать методы генной инженерии при получении новых микроорганизмов; разрабатывать предложения по оптимизации наиболее значимых параметров биотехнологических процессов<br>ИПК-7.3. Владеет навыками проведения комплекса мероприятий по внедрению в производство биотехнологических продуктов новых штаммов микроорганизмов-продуцентов; методами оптимизации параметров биотехнологического процесса получения БАВ; проведения опытно-промышленной отработки технологии и масштабирования процессов биотехнологического производства; разработки предложений по оптимизации расхода сырья, материалов при изготовлении БАВ |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 Дисциплины (модули).

Дисциплина «Биоконверсия в биотехнологических процессах» взаимосвязана логически и содержательно-методически с дисциплинами:

- «Методология разработки промышленных биотехнологий»;
- «Методы исследований в биотехнологии»;
- «Информационные технологии в биотехнологии и биоинженерии»;
- «Технология ферментных препаратов»;

- «Фармацевтическая биотехнология»;
- «Экстремофильные формы микроорганизмов в биотехнологических процессах».

Сведения, излагаемые в курсе «Биоконверсия в биотехнологических процессах» являются завершающими и необходимы в практической деятельности выпускника после окончания ВУЗа.

Для усвоения курса студенты должны быть знакомы с основами микробиологии, биотехнологии, основными промышленными биотехнологиями, основами проектирования технологических линий и разработки технической документации.

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы (180 часов).

### 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 3 | - |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **54** | **54** | - |
| | В том числе: | | | |
| 1.1 | Лекции | 18 | 18 | - |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 18 | 18 | - |
| 1.3 | Лабораторные занятия | 18 | 18 | - |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **18** | **18** | - |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | | - |
| | зачет | | | - |
| | **Итого** | **72** | **72** | - |

### 3.2. Тематический план изучения дисциплины

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| 1. | Тема 1. Понятие биоконверсии (биотрансформации) | 6 | 2 | 2 | - | - | 2 |
| 2. | Тема 2. Биоконверсия сырья растительного происхождения | 8 | 2 | 2 | 2 | - | 2 |
| 3. | Тема 3. Биоконверсия сырья животного происхождения | 6 | 2 | 2 | - | - | 2 |
| 4. | Тема 4. Биоконверсия сырья микробиологического происхождения | 7 | 1 | 1 | 4 | - | 1 |
| 5. | Тема 5. Биоконверсия в пищевой промышленности | 7 | 1 | 1 | 4 | - | 1 |
| 6. | Тема 6. Биоконверсия в микробиологической промышленности | 10 | 2 | 2 | 4 | - | 2 |
| 7. | Тема 7. Биоконверсия в энергетике | 6 | 2 | 2 | - | - | 2 |
| 8. | Тема 8. Биоконверсия в | 8 | 2 | 2 | 2 | - | 2 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | сельскохозяйственных биотехнологиях | | | | | | |
| 9. | Тема 9. Биоконверсия в лесном хозяйстве | 6 | 2 | 2 | - | - | 2 |
| 10. | Тема 10. Биоконверсия в решении экологических задач | 8 | 2 | 2 | 2 | - | 2 |
| | **Итого** | **72** | **18** | **18** | **18** | **-** | **18** |

## 3.3. Содержание дисциплины

**Введение**

Биоконверсия в биотехнологии. Современное состояние и перспективы.

**1. Понятие биоконверсии (биотрансформации).**

Цель и задачи дисциплины. Виды биоконверсии. Особенности биоконверсии. Основные элементы биоконверсии. Преимущества биоконверсионных превращений в сравнении с химическими. Микробиологический синтез. Микроорганизмы-продуценты ферментов, используемых для биоконверсии. Ферменты, применяемые в биоконверсии (амилазы, протеазы, пектолазы, целлюлазы, липазы).

**2. Биоконверсия сырья растительного происхождения**.

Подготовка растительного сырья к биоконверсии. Биоконверсия углеводсодержащего сырья растительного происхождения. Осахаривание крахмала. Амилолитические ферменты. тБиоконверсия белка растительного сырья. Биоконверсия липидов растительного сырья. Продукты, получаемые путем микробной биоконверсии растительного сырья.

Получение биологически активных добавок (БАД) и субстанций биоконверсией растительного сырья. Биоконверсия низкомолекулярных биологически активных веществ, входящих в состав растительного сырья.

**3. Биоконверсия сырья животного происхождения**.

Микроорганизмы и основные ферменты, участвующие в процессах биоконверсии животного сырья. Переработка отходов животного происхождения с помощью процессов биоконверсии.

Получение БАД и субстанций биоконверсией животного сырья. Способы получения БАД из животного сырья путем биоконверсии. Особенности технологии выделения биологически активных веществ из животного сырья ферментативным методом. Целевые продукты процесса биоконверсии животного сырья, методы оценки их качества.

**4. Биоконверсия сырья микробиологического происхождения**.

Подготовка микробной биомассы к биоконверсии. Биоконверсия биомассы одноклеточных и мицелиальных продуцентов. Биоконверсия липидсодержащей микробной биомассы. Биоконверсия белоксодержащей микробной биомассы. Продукты, получаемые путем микробной биоконверсии микробного сырья.

**5. Биоконверсия в пищевой промышленности.**

Получение солода и пивного сусла. Амилазы солода. Комплексная переработка зерна. Получение глюкозо-фруктозных сиропов. Комплексная переработка винограда и фруктов. Биоконверсия сырья в спиртовой промышленности. Получение уксуса. Комплексная переработка бобовых. Комплексная переработка масличных культур. Комплексная переработка продуктов животного происхождения. Получение плодовых тел базидиомицетов для пищевой промышленности.

**6. Биоконверсия в микробиологической промышленности**.

Получение сырья для производства аминокислот, ферментов, биологически активных веществ, и других ценных продуктов. Биоконверсия парафинов, метана, метанола в белоксодкржащую биомассы одноклеточных для кормовых целей. Биоконверсия углеводсодержащего сельскохозяйственного растительного сырья и растительных отходов в пищевую белковую биомассу, органические кислоты и растворители (ацетон, бутанол) Получение сырья для биотехнологического производства лекарственных препаратов.

**7. Биоконверсия в энергетике**

Получение биотоплива биоконверсией растительного и микробного сырья. Получение биогаза. Получение биоэтанола биоконверсией растительных отходов смешанной культурой микроорганизмов. Получение водорода биоконверсией растительных отходов накопительной культурой микроорганизмов путем маслянокислого брожения..

**8. Биоконверсия в сельскохозяйственных биотехнологиях**

Силосование кормов. Закваски для силосования. Компостирование растительных отходов. Получение биоудобрений и средств защиты растений. Производство кормовых дрожжей. Получение биопестицидов твердофазной ферментацией растительного сырья.

**9. Биоконверсия в лесном хозяйстве.**

Переработка отходов девевообрабатывающей промышленности. Получение плодовых тел грибов-базидиомицетов экстенсивной биотехнологий на отработанных лесорубочных площадках.

**10. Биоконверсия в решении экологических задач.**

Утилизация и переработка промышленных отходов и сточных вод. Использование биошротов. Переработка послеспиртовой барды. Использование отходов свеклосахарного производства и других углеводсодержащих отходов. Использование целлюлозосодержащих отходов. Использование жиросодержащих сточных вод. Безотходные технологии использования растительного сырья. Биотехнологическая переработка отходов. Биоконверсия металлов в отвалах горнообогатительных комбинатов

## 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские занятия

Тема 2. Биоконверсия сырья растительного происхождения
Тема 3. Биоконверсия сырья животного происхождения
Тема 4. Биоконверсия сырья микробиологического происхождения
Тема 6. Биоконверсия в микробиологической промышленности
Тема 7. Биоконверсия в энергетике
Тема 8. Биоконверсия в сельскохозяйственных биотехнологиях
Тема 10. Биоконверсия в решении экологических задач

3.4.2. Лабораторные занятия

Тема 2. Гидролиз сырья растительного происхождения с использованием целлюлолитических ферментов.

Тема 4. Гидролиз сырья растительного происхождения с использованием амилолитических ферментов.

Тема 4. Методы биоконверсии микробной биомассы мицелиальных и дрожжевых грибов происхождения для получения ферментных препаратов.

Тема 5. Биоконверсия сырья животного происхождения с использованием протеолитических ферментов.

Тема 6. Получение вторичных метаболитов актиномицетов на растительных субстратах.

Тема 8. Методы получения плодовых тел базидиомицетов биоконверсией растительных сельскохозяйственных отходов.

Тема 10. Твердофазная ферментация сырья растительного происхождения для получения биопестицидов на основе микромицетов рода *Trichoderma*.

## 11.Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1. Основная литература


1. Никифорова, Т.А. Биоконверсия растительного сырья [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Никифорова, Е.В. Волошин ; Министерство образования и науки Россий ской Федерации, Оренбургский государственный университет. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2017. - 130 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»)
2. Иванова, Л.А. Пищевая биотехнология: учеб. пособие / Л. А. Иванова, Л. И. Войно, И. С. Иванова ; ред. И. М. Грачева. - Москва : КолосС, 2008 - . Кн. 2 : Переработка растительного сырья. - 472 с.
3. Бирюков, В.В. Основы промышленной биотехнологии: учеб. пособие / В. В. Бирюков. - Москва : КолосС, 2004. - 295 с.
4. Серба Е.М., Римарева Л.В., Соколова Е.Н., Борщева Ю.А., Курбатова Е.И., Волкова Г.С., Погоржельская Н.С., Мартыненко Н.Н. Биотехнологические основы направленной конверсии сельскохозяйственного сырья и вторичных биоресурсов для получения пищевых ингредиентов, функциональных продуктов питания и кормов. – 2017. – 180 с.
5. Плакунов, В.К. Основы энзимологии / В.К. Плакунов. – Москва : Логос, 2002. – 127 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84687
6. Воробьева Л.И. Техническая микробиология: Учебн. Пособие. Изд-во Моск ун-та, 1987. – 168 с.
7. Бутова С.Н. Биотехнологическая деградация отходов растительного сырья. Москва: Россельхозакадемия, 2014, 320 с.


### 4.2. Дополнительная литература


1. Неверова, О.А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения [Электронный ресурс] : учебник / О.А. Неверова, Г.А. Гореликова, В.М. Позня ковский. - Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. - 416 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
2. Пищевая химия : учеб. / С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова, В. В. Колпакова ; ред. : А. П. Нечаев. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург : ГИОРД, 2004. - 633 с.
3. Рогов, И.А. Химия пищи: учеб. / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко. - Москва : КолосС, 2007. - 853 с.
4. Качмазов, Г.С. Дрожжи бродильных производств. Практическое руководство : учеб. пособие / Г. С. Качмазов. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012. - 221 с.
5. Кислухина, О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов / О. В. Кислухина. - Москва : ДеЛи принт, 2002. - 335 с.

6. Румянцева, Г.Н. Биокатализ : концепция и практ. использование : учеб. пособие / Г. Н. Румянцева, Н. И. Дунченко. - Москва : ДеЛи принт, 2010. - 117 с.

8. Чернышева, Н.Л. Основы пищевой биотехнологии : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. 240902.65 - Пищ. биотехнология / Н. Л. Чернышева ; рец. : М. П. Андреев ; ФГБОУ ВПО "КГТУ". - Калининград : КГТУ, 2012. - 91 с

8. Пищевая химия : учеб. / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2001. - 588 с.

9. Химия пищи [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.В. Никитина, С.Н. Киямова, С.В. Китаевская, О.А. Решетник; Министерство образования Российской Федерации, Казанский государственный технологический университет. - Казань : Издательство КГТУ, 2011. - 146 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

10. Жарикова, Г. Г. Микробиология продовольственных товаров. Санитария и гигиена: учеб. / Г. Г. Жарикова. - 3-е изд., стер. - Москва: Академия, 2008. - 300 с.

### 4.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Программы пакета Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint).

### 4.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Pubmed - База научных данных в области биомедицинских наук.
4. http://isir.ras.ru/ - Интегрированная Система Информационных Ресурсов РоссийскойАкадемии Наук.

## 5. Материально-техническое обеспечение

Аудитория для лекционных занятий № 5505 (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, мультимедийный комплекс (переносной проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Лаборатория кафедры «Химбиотех» Ав5404б (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: лабораторные столы, весы лабораторные DX-2000, весы прецизионные AND, химическая мойка, ламинарный бокс Бавп-01-«Ламинар-С»-1,2, шкаф сушильно-стерилизационный Memmert, плитка электрическая лабораторная Rommelsbacher RK 501, термостат 180твл, фотоэлектроколориметр КФК-2, холодильник для хранения культур, микроскоп Микмед 6, микроскоп, оснащенный камерой соединенной с компьютером, микроскопы учебные 15 штук, стереомикроскоп 2 шт., центрифуга, сушильный шкаф, автоклав ВК-75, автоматические пипетки, электрические насосы для пипеток, магнитные мешалки, лабораторная посуда для проведения лабораторных занятий, стеллажи с научной литературой.

Лаборатория кафедры «Химбиотех» Ав5405а,б (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: лабораторные столы, вытяжной шкаф, весы прецизионные KERN, весы аналитические Vibra, аналитические весы Sartorius ENTRIS 224-1S, 220г/0,1Sartorius Group GmbH, спектрофотометр Shimadzu UV mini 1240, автоматизированная установка для разложения по Кьельдалю LOIP LK-100, лабораторная установка: хроматографические процессы разделения: тонкослойная хроматография (ТСХ) Phywe Systeme GmbH, магнитные мешалки, спектрофотометр ПВЭ-5300, pH-метр Эконикс, дистиллятор GFL 2001/4, химическая мойка, тумба для хранения ЛВЖ, камеры хроматографические для тонкослойной хроматографии, химические реактивы, вытяжные

шкафы, холодильник, лабораторная посуда для проведения лабораторно-практических занятий

Студенты на занятиях обеспечены индивидуальными автоматическими пипетками, лабораторной посудой, реактивами.

Реализация образовательной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду и сетевым ресурсам Интернет.

# 6. Методические рекомендации

## 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Методика преподавания дисциплины «Биоконверсия в биотехнологических процессах» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование модульного и интерактивного обучения:

- защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов лабораторных работ;
- проведение контрольных работ и обсуждение ошибок.
- предусмотрена возможность использования электронного обучения, дистанционных образовательных технологий. Все материалы размещаются в СДО Московского Политеха (https://lms.mospolytech.ru/).

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое или лабораторное занятие и указания на самостоятельную работу.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившимся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

## 6.1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина «Биоконверсия в биотехнологических процессах» предусматривает лекции, практические и лабораторные занятия каждую неделю. Изучение дисциплины завершается зачетом. Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических и лабораторных занятиях, выполнения учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо:

перед очередной лекцией просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические/лабораторные занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, навыков практической работы в микробиологической и биохимической лабораториях, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому/лабораторному занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим/лабораторным занятиям студентам необходимо:

приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

до очередного практического/лабораторного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; повторить проведенные инструктажи по технике безопасности;

в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Биоконверсия в биотехнологических процессах» (прошли промежуточный контроль (контрольные работы), выполнили и защитили лабораторные работы).

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившимся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

# 7. Фонд оценочных средств

## 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (зачета).

## 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено», «не зачтено».

| ***Шкала оценивания*** | ***Описание*** |
|---|---|

| | |
|---|---|
| *Зачтено* | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| *Не зачтено* | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при *оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.* |

### 7.3. Оценочные средства

**Задания в открытой форме**

1. Дайте определение биоконверсии
2. Назовите преимущества биоконверсии по сравнению с химическими процессами
3. Какое сырье использую для биоконверсии?
4. Что является катализатором в химических реакциях биоконверсии?
5. Назовите ферменты класса гидролаз, которые используют в процессах биоконверсии?
6. Назовите источники ферментов для биоконверсии
7. Назовите основные группы микроорганизмов, осуществляющих биоконверсию в пищевой биотехнологии
8. Приведите примеры ферментов, осуществляющих биоконверсию отходов деревообрабатывающей промышленности
9. Какие превращения происходят в процессе подготовки сырья для пивоваренной промышленности?
10. Назовите ферменты и биохимические процессы, происходящие при биоконверсии крахмала в глюкозо-фруктозные сиропы
11. Какие процессы осуществляют микроорганизмы при биоконверсии растительного сырья в ацетон и бутанол?
12. Какие процессы биоконверсии происходят при компостировании органических отходов?
13. Назовите три стадии компостирования, соответствующие изменениям температуры
14. Назовите ферменты и получаемые продукты при биоконверсии крахмала

15. Назовите ферменты и получаемые продукты при получении солода и пивного сусла
16. Назовите ферменты и получаемые продукты при биоконверсии сырья в спиртовой промышленности
17. Какие технологии биоконверсии используются при комплексной переработке винограда (включая гребни)?
18. Назовите сырье и микроорганизмы для получения уксусной кислоты
19. Перечислите углеводсодержащие отходы, используемые для биоконверсии в белоксодержащую биомассу
20. Перечислите не углеводсодержащее сырье, используемое для биоконверсии в белоксодержащую биомассу
21. Какие микроорганизмы осуществляют биоконверсию сырья с получением биогаза?
22. Перечислите основные процессы биоконверсии при силосовании кормов
23. Перечислите основные процессы биоконверсии при получении биотоплива
24. Какие микроорганизмы перспективны для биоконверсии с получением биотоплива?
25. Для каких целей используется биотрансформация в производстве антибиотиков?
26. Каким образом может использоваться биоконверсия для получения металлов из отвалов горнообогатительных комбинатов?
27. Приведите пример биоконверсии с использованием ферментов животного происхождения
28. Перечислите небиологические методы обработки сырья, используемые в биоконверсии
29. Перечислите пентозансодержащее сырье, подлежащее биоконверсии
30. Как и за счет чего биоконверсия влияет на безопасность отходов?

**Тестовые вопросы по дисциплине**

| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|---|---|---|
| 1. | Биоконверсия – это: | 1. Превращение одних органических соединений в другие вследствие воздействия неорганических веществ на исходное сырье;<br>2. Превращение одних органических соединений в другие вследствие воздействия ферментных систем микроорганизмов;<br>3. Превращение одних органических соединений в другие вследствие воздействия гормональных препаратов животного происхождения;<br>4. Превращение одних органических соединений в другие вследствие воздействия физических факторов окружающей среды.<br>5. Превращение органических материалов, таких как отходы растений или животных, в пригодные для использования продукты |

| | | |
|---|---|---|
| | | или источники энергии с помощью биологических процессов или агентов, таких как определенные микроорганизмы. |
| 2. | К биоконверсии не относится: | 1. Брожение (продуктами являются спирты и органические кислоты);<br>2. Изомеризация (превращение глюкозы во фруктозу);<br>3. Получение стероидных гормонов (из гидрокортизона получают преднизалон).<br>4. Разделение рацематной смеси<br>5. Получение кормового белка;<br>6. Получение БАВ (гормонов, антибиотиков, витаминов);<br>7. Очистка сточных вод;<br>8. Вермикультивирование (природная биоконверсия). |
| 3. | Для биотрансформации справедливы все утверждения, кроме: | 1. Процесс изменения химической структуры вещества под действием ферментативной активности микроорганизмов или ферментных препаратов.<br>2. В процессе биотрансформации обычно не происходит накопления клеток микроорганизмов, а химическая структура вещества меняется незначительно.<br>3. Вещество как бы уже в основном готово, биотрансформация осуществляет его химическую модификацию: добавляет или отнимает радикалы, гидроксильные ионы, дегидрирует и т. п.<br>4. В процессе биотрансформации происходит расщепление вещества до углекислого газа и воды<br>5. В биотрансформации обычно участвует один определенный фермент, катализирующий окисление, декарбоксилирование, метилирование и другие реакции |
| 4. | Для биокатализа справедливы все утверждения, кроме: | 1. Ускорение с помощью ферментов химических реакций, протекающих в живых организмах.<br>2. Процессы, протекающие в клетке при участии каталаз<br>3. Ускорение химических реакций с помощью ферментов, синтезируемых микроорганизмами непосредственно в процессе биокатализа<br>4. Ускорение химических реакций с помощью ферментных препаратов<br>5. Высокоэффективный процесс, специфичный и, в отличие от химического катализа, происходит в более «мягких» условиях, т.е. условиях, свойственных живому организму (температуре, давлению, реакции среды и т.д.). |
| 5. | Для биодеградации справедливы все | 1. Деструкция вредных соединений под воздействием микроорганизмов- |

| | | |
|---|---|---|
| | утверждения, кроме: | биодеструкторов<br>2. Процесс обезвреживания ксенобиотиков в экобиотехнологии<br>3. Разрушение сложных веществ, материалов, продуктов в результате деятельности живых организмов<br>4. Один из основных механизмов уничтожения отходов деятельности человека в природе: как отходов, собственно, жизнедеятельности, так и промышленных отходов<br>5. Процессу разрушения отходов, попавших в окружающую среду, с помощью живых микроорганизмов<br>6. Процесс расщепления полимеров гидролитическими ферментами |
| 6. | В промышленной биотехнологии биоконверсия не осуществляется при: | 1. Подготовке сырья<br>2. Получении целевого продукта<br>3. На стадии выделения<br>4. Для утилизации отходов |
| 7. | Основными источниками сырья для биоконверсии являются: | 1. Отходы металлургической промышленности;<br>2. Отходы авиационного приборостроения;<br>3. Сырье и отходы пищевой промышленности;<br>4. Отходы химической промышленности.<br>5. Отходы деревообрабатывающей промышленности<br>6. Отходя сельскохозяйственной промышленности |
| 8. | Гидролазы – это класс ферментов, которые катализируют: | 1. реакции расщепления полимеров без участия воды;<br>2. окислительно-восстановительные реакции;<br>3. реакции расщепления полимеров с участием воды;<br>4. еакции биосинтеза органических веществ. |
| 9. | Фермент α-амилаза ускоряет реакции гидролиза: | 1. фосфолипидов;<br>2. крахмала;<br>3. миозина;<br>4. нуклеиновой кислоты<br>5. целлюлозы |
| 10. | Целлюлаза ускоряет реакции гидролиза: | 1. фосфолипидов;<br>2. белка миозина;<br>3. целлюлозы;<br>4. нуклеиновой кислоты;<br>5. крахмала |
| 11. | Фермент протеаза ускоряет реакции гидролиза: | 1. фосфолипидов;<br>2. крахмала;<br>3. нуклеиновой кислоты;<br>4. белка;<br>5. пектиновых веществ |
| 12. | Фермент пектиназа ускоряет реакции гидролиза: | 1. фосфолипидов;<br>2. миозина;<br>3. пектина;<br>4. гемицеллюлозы |

| | | |
|---|---|---|
| | | 5. нуклеиновой кислоты. |
| 13. | Биоконверсия сахаров в промышленности осуществляется в основном путем: | 1. спиртового брожения;<br>2. пропионовокислого брожения;<br>3. гниения;<br>4. молочнокислого брожения;<br>5. фотосинтеза. |
| 14. | Для производства этилового спирта в качестве исходного сырья применяется: | 1. отходы деревообрабатывающей промышленности;<br>2. отходы пищевой промышленности;<br>3. зерно злаковых культур;<br>4. отход нефтедобывающей промышленности. |
| 15. | Амилолитический ферментный комплекс применяется в процессе производства этилового спирта для: | 1. охлаждения исходного сырья;<br>2. гидролиза крахмала в исходном сырье;<br>3. синтеза белков;<br>4. расщепления жирных кислот.<br>5. для утилизации отходов |
| 16. | Для биотехнологического производства гидролитических ферментов амилаз, применяемых в спиртовой промышленности, используют следующие живые организмы: | 1. вирусы;<br>2. цианобактерии;<br>3. актиномицеты;<br>4. базидиальные грибы;<br>5. грибы рода Aspergillus<br>6. бактерии рода Bacillus |
| 17. | Для получения пивного сусла из смешанного сырья применяют биоконверсию ферментами класса: | 1. гидролаз (амилазы, протеазы);<br>2. изомераз;<br>3. лиаз;<br>4. оксидоредуктаз<br>5. трансфераз. |
| 18. | Компостирование зеленой массы растений подвергается биоконверсии с целью: | 1. Консервирования<br>2. Деструкции пестицидов<br>3. Повышения биологической ценности<br>4. Получения органических кислот |
| 19. | В промышленной биотехнологии в качестве крахмалосодержащего сырья, как правило после биоконверсии, не используют: | 1. зерно и муку пшеницы<br>2. зерно и муку ржи<br>3. зерно и мука тритикале<br>4. картофель<br>5. зерно и мука кукурузы<br>6. зеленую массу люцерны |
| 20. | Целлюлозосодержащие отходы, подвергающиеся биоконверсии, все, кроме: | 1. Подсолнечная лузга<br>2. Гребни винограда<br>3. Кукурузные кочерыжки<br>4. Опилки<br>5. Стружки<br>6. Соевый шрот |
| 21. | Биоконверсия трудноутилизируемых субстратов предполагает использование: | 1. парафина<br>2. метана<br>3. метанола<br>4. мелассы<br>5. лигнина<br>6. коричневого сока |
| 22. | Биополимеры | 1. ксантан |

| | | |
|---|---|---|
| | синтезируемые микроорганизмами, которые используются для приготовления тонкой пленки для упаковки продуктов: | 2. желатин<br>3. декстран<br>4. поллулан<br>5. коллаген |
| 23. | Отходы лесного хозяйства и деревообрабатывающей промышленности подвергаются биоконверсии с целью: | 1. Утилизации<br>2. Повышения биологической ценности для использования в кормопроизводстве<br>3. Производства биотоплива<br>4. Выращивания грибов<br>5. Получения этилового спирта<br>6. Производства витаминов |
| 24. | Биоконверсия в пищевой промышленности осуществляется при: | 1. получении солода и пивного сусла.<br>2. комплексной переработке зерна.<br>3. получении глюкозо-фруктозных сиропов.<br>4. комплексной переработке винограда и фруктов.<br>5. в спиртовой промышленности.<br>6. получении растительного масла |
| 25. | Биоконверсия в сельскохозяйственных биотехнологиях применяется при: | 1. силосовании кормов;<br>2. производстве безвирусных растений;<br>3. компостировании растительных отходов;<br>4. получении биоудобрений и средств защиты растений;<br>5. производстве кормовых дрожжей. |
| 26. | С применением биоконверсии производят утилизацию и переработку промышленных отходов, кроме: | 1. Биошроты;<br>2. Послеспиртовая барда;<br>3. Отходы свеклосахарного производства<br>4. Отходы лакокрасочного производства<br>5. Целлюлозосодержащие отходы.<br>6. Жиросодержащие сточные воды. |
| 27. | Обработка плодово-ягодного сока пектолитическим ферментным препаратом используется для: | 1. понижения интенсивности окраски;<br>2. увеличения количества полисахаридов;<br>3. осветления сусла;<br>4. понижения выхода экстрактивных веществ. |
| 28. | При температуре выше 64°С в компосте активно выделяются экзоферменты (гемицеллюлазы, лигниназы и целлюлазы) микроорганизмом: | *1. Thermomyces lanuginosus*<br>*2. Trichoderma lignorum*<br>3. *Actinobifida chromogena*<br>4. *Streptomyces thermovulgaris*<br>*5. Bacillus subtilis* |
| 29. | Увеличить скорость и интенсивность образования гумусовых кислот при компостировании осадков сточных вод можно при внесении препаратов: | 1. *Bacillus*,<br>2. *Lactobacillus*,<br>3. *Trichoderma*,<br>*4. Candida*<br>5. Все перечисленные |
| 30. | Количество микроскопических грибов в компосте при повышении | 1. Уменьшается<br>2. Увеличивается<br>3. Остается без изменений |

| | | |
|---|---|---|
| | температуры | |

**Ключ к тестовым заданиям:**

| **№ вопроса** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ответ | 2 | 4 | 4 | 2 | 6 | 3 | 3,6 | 3 | 2 | 3 |
| **№ вопроса** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| Ответ | 4 | 3 | 1,4 | 1,3 | 2 | 5,6 | 1 | 1,2,3 | 6 | 6 |
| **№ вопроса** | **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| Ответ | 1,2,3,5 | 1,4 | 1,2,4,5 | 6 | 1,3,4,5 | 4 | 3 | 1 | 5 | 1 |