



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
Ю.В. Сомова

03.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

БИОТЕХНОЛОГИЯ

Направление подготовки
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) программы
Химия и биология

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Химии
Курс	5
Семестр	10

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (приказ Минобрнауки России от 22.02.2018 г. № 125)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии
15.01.2025, протокол № 4

Зав. кафедрой



Н.Л. Медяник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
03.02.2025 г. протокол № 3

Председатель



Ю.В. Сомова

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры Химии, канд. с.-х. наук



М.А. Зяблицева

Рецензент:

Директор

Проектной школы ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»,

к.п.н., доцент



Ю.С. Лактионова

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.Л. Медяник

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.Л. Медяник

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.Л. Медяник

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.Л. Медяник

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.Л. Медяник

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью преподавания дисциплины «Биотехнология» является изучение современного состояния и перспектив развития биотехнологии при использовании биообъектов и биомолекул в промышленном производстве, сельском хозяйстве и окружающей среде.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Биотехнология входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Безопасность жизнедеятельности

Общая биология

Микробиология с основами вирусологии

Прикладная химия

Биохимия

Органическая химия

Органический синтез

Цитология с основами эмбриологии

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная – преддипломная практика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Биотехнология» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1 Способен осваивать и использовать базовые теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности	
ПК-1.1	Планирует и проводит учебные занятия
ПК-1.2	Разрабатывает программно-методическое обеспечение учебных предметов, курсов, дисциплин
ПК-1.3	Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, использует базовые биологические и химические знания и практические навыки для организации учебных занятий в процессе подготовки и преподавания химии и биологии

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 87,7 акад. часов;
- аудиторная – 84 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,7 акад. часов;
- самостоятельная работа – 20,6 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Общие представления о биотехнологии								
1.1 Предмет, цель и задачи биотехнологии.	10	2	2			Подготовка к проверочной работе Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	Проверочная работа №1	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.2 Возникновение и этапы развития биотехнологической промышленности.			6			Подготовка и выполнение лабораторной работы Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	Отчет по лабораторной работе. Домашняя работа №1	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		2	8					
2. Основные объекты биотехнологии и их народнохозяйственное значение								
2.1 Основные объекты биотехнологии	10	4	10		4	Подготовка и выполнение лабораторной работы. Подготовка и выполнение проверочной работы №2	Отчет по лабораторной работе. Проверочная работа №2	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

2.2 Основы промышленной биотехнологии и получение первичных и вторичных метаболитов	10	4	10		4	Подготовка и выполнение лабораторных работ. Подготовка к контрольной работе. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	Отчет по лабораторным работам. Контрольная работа №1	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		8	20		8			
3. Основные разделы современной биотехнологии								
3.1 Клеточная и тканевая инженерия растений	10	4	6		4	Подготовка и выполнение лабораторной работы; Подготовка и выступление с докладом. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	Отчет по лабораторной работе. Доклад.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
3.2 Генетическая инженерия		4	6		2,6	Подготовка и выступление с докладом. Подготовка к контрольной работе. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	Контрольная работа. Доклад.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
3.3 Энзиматическая инженерия		4	6		4	Подготовка и выполнение лабораторной работы: -«Получение ферментных препаратов»; Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными	Отчет по лабораторной работе Контрольная работа №2	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

						библиотеками.		
3.4 Экологическая биотехнология	10	2	6		2	Подготовка к лабораторной работе. Подготовка и выполнение домашней работы. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	Отчет по лабораторной работе. Домашняя работа №2	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		14	24		12,6			
4. Биобезопасность и государственный контроль								
4.1 Международная законодательная база по биобезопасности и ее реализация	10	2	2			Подготовка к лабораторной работе. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	Отчет по лабораторной работе	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4.2 Законодательная база России по биобезопасности и ее реализация		2	2			Подготовка к лабораторной работе. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	Отчет по лабораторной работе	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		4	4					
5. Экзамен								
5.1 Подготовка к экзамену	10					Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	Экзамен	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу								
Итого за семестр		28	56		20,6		экзамен	
Итого по дисциплине		28	56		20,6		экзамен	

5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Биотехнология» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проходят как в традиционной форме, так и в формах вводной лекции и проблемных лекций. На вводных лекциях происходит знакомство обучающихся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки бакалавра. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые и индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении лабораторных работ используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Самостоятельная работа стимулирует обучающихся в процессе решения задач на лабораторных занятиях, при подготовке к контрольным и проверочным работам, выполнении домашнего задания и итоговой аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 384 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16026-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — с. 313 — URL: <https://urait.ru/viewer/biotehnologiya-567470#page/1> (дата обращения: 30.03.2025).

2. Чечина, О. Н. Общая биотехнология : учебник для вузов / О. Н. Чечина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 266 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13660-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — с. 1 — URL: <https://urait.ru/viewer/obschaya-biotehnologiya-565063#page/1> (дата обращения: 30.03.2025).

б) Дополнительная литература:

1. Биотехнология. Практикум по культивированию клеточных культур : учебное пособие / М. Ш. Азаев, Т. Н. Ильичева, Л. Ф. Бакулина [и др.]. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 142 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/993530. - ISBN 978-5-16-019841-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/read?id=442390> (дата обращения: 30.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

2. Загоскина, Н. В. Экологическая биотехнология : учебник и практикум для вузов / Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 99 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16030-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/viewer/ekologicheskaya-biotekhnologiya-544771#page/1> (дата обращения: 30.03.2025).

3. Ксенофонов, Б. С. Основы микробиологии и экологической биотехнологии : учебное пособие / Б. С. Ксенофонов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 221 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0615-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/read?id=390010> (дата обращения: 30.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

4. Горленко, В. А. Научные основы биотехнологий. Часть I: Учебное пособие. Нанотехнологии в биологии/Горленко В.А., Соавт. Кутузова Н.М., Пятунина С.К. - Москва : Прометей, 2013. - 262 с. ISBN 978-5-7042-2445-7. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/read?id=214418> (дата обращения: 30.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

5. Зяблицева, М. А. Биотехнология с основами биохимии : учебное пособие [для вузов] / М. А. Зяблицева ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2023. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/21197> (дата обращения: 25.03.2025). - ISBN 978-5-9967-2617-2. - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

7. Аграрный вестник Северного Кавказа. - ISSN: 2222-9345. – URL: https://e.lanbook.com/journal/2181#journal_name (дата обращения: 30.03.2025). – Текст : электронный.

8. Foods and Raw Materials. - ISSN: 2949-4796. – URL: https://e.lanbook.com/journal/2942#journal_name (дата обращения: 30.03.2025). – Текст : электронный.

в) Методические указания:

1. Зяблицева, М.А., Коляда Л.Г. Основы биотехнологии: методические указания к практическим работам по дисциплине «Основы биотехнологии» для обучающихся по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья всех форм обучения. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2022. – 20 с.

2. Методические указания по выполнению лабораторных работ представлены в приложении 3 к рабочей программе дисциплины.

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный	Д-1534-24 от 18.12.2024 г.	18.12.2026

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ:

1. Вытяжной шкаф
2. Холодильник
3. Водяные бани
4. Муфельная печь
5. Электроплитки
6. Весы различной точности
7. Лабораторная посуда
8. Реактивы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся; читальные залы библиотеки, персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Биотехнология» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся предполагает выполнение лабораторных работ и сдачу контрольных и проверочных работ.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала и выполнения домашних заданий, подготовки доклада.

Примерные задания для выполнения проверочной работы №1

1. Что такое биотехнология?
2. Какие вопросы изучает промышленная микробиология?
3. Каковы области применения биотехнологии в пищевой промышленности?
4. Какие отрасли биотехнологии выделяют и что они изучают?
5. Какие выделяют периоды в развитии биотехнологии и в чем их особенность?

Примерные задания для выполнения проверочной работы №2

1. Перечислите основные виды объектов, используемые в биотехнологии.
2. Расскажите о вирусах, их классификации и значении.
3. Какие клеточные структуры являются обязательными для бактерий?
4. Образование каких биотехнологических продуктов происходит с использованием бактерий?
5. Расскажите о классификации водорослей.
6. В чем отличие красных и зеленых водорослей?
7. Расскажите о планктонных и бентосных водорослях?
8. Какие виды водорослей используются в пищу?
9. Какие живые организмы относятся к лишайникам?
10. В чем выражаются особенности строения лишайников?
11. Какие продукты можно получать на основе лишайников?
12. На чем основана классификация основных отделов царства грибов? Перечислите их группы.
13. Приведите примеры продуктов грибного происхождения, получаемых методами биотехнологии.
14. Расскажите о водных растениях.

Примеры заданий для выполнения контрольной работы №1

1 вариант

Перечислите требования, предъявляемые к микроорганизмам при их культивировании.

Перечислите фазы роста микроорганизмов.

Что такое периодическое культивирование?

Что такое ферментер? Перечислите типы ферментеров.

Что такое первичные метаболиты? Приведите примеры. В какой фазе роста они синтезируются?

2 вариант

Перечислите основные направления в биотехнологии.

Что такое фермент? Классификация ферментов, приведите примеры.

Каков состав питательных сред для биотехнологического производства.

Что такое непрерывное культивирование?

Что такое вторичные метаболиты? Приведите примеры. В какой фазе роста они синтезируются?

Примеры заданий для выполнения контрольной работы №2

1. Какие соединения являются основой энзиматической инженерии?
2. Расскажите о ферментах. Перечислите области их применения.
3. Приведите примеры использования ферментов для лечения и диагностики заболеваний.
4. В чем заключаются недостатки препаратов чистых ферментов?
5. Что такое иммобилизованные ферменты?
6. Как получают иммобилизованные ферменты?
7. В чем состоят преимущества иммобилизованных ферментов по сравнению со свободными ферментативными препаратами?
8. Кто впервые открыл способ сохранения активности выделенного из клетки фермента?
9. Какими свойствами должны обладать носители, используемые для иммобилизации ферментов?
10. В чем сущность физических методов иммобилизации?
11. Дайте краткую характеристику химических методов иммобилизации.

Домашняя работа №1

Выберите и расскажите о продуктах, получаемых методами биотехнологии и в каких отраслях народного хозяйства они находят применение?

Что вы знаете о биотехнологиях высокого уровня?

Что такое интенсивные технологии? Приведите примеры.

Домашняя работа №2

1. Какие ценные энергетические носители получают при переработке твердых отходов?
2. От чего зависит биокаталитический потенциал микробного сообщества свалок бытовых отходов?
3. Типы классификации сточных вод.
4. Перечислите этапы очистки сточных вод и расскажите о них.
5. Виды микроорганизмов встречающиеся в сточных водах.
6. Что такое биофильтр и для чего он предназначен?
7. Расскажите об аэротенке.
8. Что представляют собой окситенки и в каких случаях они используются?
9. Какие преимущества характерны для анаэробных процессов очистки сточных вод?
10. Какие методы используются при биоочистке газовоздушных выбросов?
11. Перечислите типы установок для биологической очистки воздуха.
12. Какие методы необходимо соблюдать для обеспечения стабильной работы биофильтров?
13. Почему биоскрubber более эффективны для биологической очистки воздуха, чем биофильтры?
14. Какие задачи стоят перед биогеотехнологией?

Примерные темы докладов

1. Клеточная инженерия растений и ее цели.
2. Вклад Х. Фёхтинга, К. Рехингера и Г. Хаберландта в развитие биотехнологии.
3. Методы культивирования клеток растений в условиях *in vitro*?
4. Цитокинины.
5. Метод клонального микроразмножения растений.
6. Основные направления использования культур изолированных клеток и тканей растений в биотехнологии.
7. Гипотезы о возникновении эукариотической клетки.
8. Процесс формирования каллусной ткани растений

9. Роль ауксинов и цитокининов при каллусогенезе.
10. Гормоннезависимость клеточных культур растений

1. Двунитиевая структура ДНК
2. Строение нуклеиновых кислот.
3. Трансгеноз и трансгенные организмы?
4. Рекомбинантная ДНК
5. Плазмидный вектор.

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за определенный период обучения.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1: Способен осваивать и использовать базовые теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности		
ПК-1.1:	Планирует и проводит учебные занятия	Перечень теоретических вопросов к экзамену: 1. Предмет «Основы биотехнологии», его значение для специалистов в области товароведения и экспертизы продовольственных товаров. 2. Этапы развития биотехнологии. 3. Основные направления в биотехнологии. 4. Требования, предъявляемые к микроорганизмам – продуцентам. Способы создания высокоэффективных штаммов-продуцентов. 5. Стадии и кинетика роста микроорганизмов. 6. Сырье и состав питательных сред для биотехнологического производства. 7. Способы культивирования микроорганизмов. 8. Культивирование животных и растительных клеток. 9. Общая биотехнологическая схема производства продуктов микробного синтеза. 10. Получение посевного материала. Микроорганизмы, используемые в биотехнологии. 11. Сырье для питательных сред. Принципы составления питательных сред. 12. Состав питательной среды для биотехнологического производства (источники углерода и других питательных веществ). 13. Приготовление питательной среды, инокуляция и культивирование. 14. Способы ферментации: аэробная и анаэробная, глубинная и поверхностная, периодическая и непрерывная, с иммобилизованным продуцентом. 15. Особенности стадии выделения и очистки в зависимости от целевого продукта. Продукты микробного брожения и метаболизма. 16. Направленный синтез лимонной кислоты. 17. Получение молочной кислоты биотехнологическим способом. 18. Получение уксусной кислоты биотехнологическим способом. 19. Получение и использование аминокислот. 20. Получение липидов с помощью микроорганизмов. 21. Производство и применение витаминов. 22. Получение ферментных препаратов из сырья растительного и животного происхождения, 1. Общая схема биотехнологического производства и ее особенности.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Экономический и метаболический 23.коэффициенты биотехнологического производства. 24.Получение моноклональных антител. Применение в различных методах анализа. 25.Имобилизованные ферменты и клетки и их преимущества перед исходными препаратами. 26.Клеточная инженерия животных. Возможности использования клеточных культур человека и животных в 27.биотехнологии. 28.Производство антибиотиков. 29.Клеточная инженерия растений. Перспективы использования культивируемых, растительных клеток в 30.биотехнологии. Оздоровление растений. 31.Условия необходимые для повышения выхода биомассы микроорганизмов. 32.Искусственные хромосомы. Перспективность их использования. 33.Генная инженерия растений. Методы получения трансгенных растений. 34.Генная инженерия. Характеристика векторных молекул микроорганизмов, растений и животных. 35.Биологические агенты и питательные среды. Процесс масштабирования. 36.Генная инженерия микроорганизмов. Основные этапы конструирования рекомбинантных ДНК и получение на 37.их основе высокоактивных продуцентов. 38.Производство аминокислот. Основные пути регуляции биосинтеза и его интенсификация. 39.Производство вакцин. 40.Соматическая гибридизация растений. Выведение новых и улучшение существующих сортов растений для 41.продукции препаратов лекарственного назначения. 42.Основные этапы получения ферментных препаратов на примере протеаз и возможности их применения в лечебных целях. 43.Клонирование. Возможности его использования в народном хозяйстве. 44.Методы и условия культивирования биологических агентов. Понятие удельная скорость роста (?), коэффициент разбавления (D) и другие показатели.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		45.Использование генной инженерии для получения новых медицинских препаратов. 46.Получение лекарственных препаратов на основе нормофлоры. 47.Очистка сточных вод. Аэротенки. Активный ил. Биофильтры. 48.Использование наноматериалов в биологии и медицине. Наночастицы, наноткани, наносенсоры, наноанализаторы. 49.Структура ферментов. Классификация по методу подвода энергии 50. Нанотехнологические сенсоры и анализаторов в биологии и медицине. 51.Выделение, концентрирование и очистка биотехнологических продуктов.
ПК-1.2:	Разрабатывает программно-методическое обеспечение учебных предметов, курсов, дисциплин	Задания 1. Организовать дискуссию на тему «Значение и место культуры тканей в биотехнологии растений». 2. Разработать методическое обеспечение к учебному занятию по теме «Особенности и необходимость производства биопластиков». 3. Разработать методическое обеспечение к учебному занятию по теме «Методы выделения и очистки клеточных макромолекул для получения целевого биотехнологического продукта». 4. Разработать методическое обеспечение к учебному занятию по теме «Проблемы биобезопасности». 5. Разработать методическое обеспечение к учебному занятию по теме «Параметры сертификация ГМО продукции».
ПК-1.3:	Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, использует базовые биологические и химические знания и практические навыки для организации учебных занятий в процессе подготовки и преподавания химии и биологии	Задачи: 1. Опишите форму колоний, изображенных на рисунке 2. Для получения чистой культуры бактерий осуществляют посев материала на чашку Петри с питательным агаром. С целью получения изолированных колоний на поверхности агара посев осуществляют: методом истощающего штриха, методом «решетки» /«площадки» или методом последовательных разведений. Зарисуйте в каком направлении распределяется посевной материал по поверхности чашки Петри при данном способе посева культуры. 3. Для оптимизации процесса биосинтеза пенициллина в питательную среду добавляют

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		аминокислоты. Как это может отразиться на количественном выходе целевого продукта, если добавить лизин в значительных концентрациях?

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Биотехнология» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, лабораторные и контрольные занятия, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Лабораторная работа 1**«Области применения биотехнологии»**

Цель занятия: изучить области применения биотехнологии

Биотехнология – это наука, которая изучает методы получения полезных для человека веществ и продуктов в управляемых условиях, используя микроорганизмы, клетки животных и растений или изолированные из клеток биологические структуры.

Человек использовал биотехнологические процессы еще многие тысячи лет назад: люди занимались пивоварением, пекли хлеб; они придумали способы хранения и переработки продуктов путем ферментации (производство сыра, уксуса, соевого соуса), научились делать мыло из жиров, изготавливать простейшие лекарства и перерабатывать отходы.

Однако только разработка новых методов, являющихся основой биотехнологических процессов, позволила улучшить уже имеющиеся процессы и продукты, а также создавать оригинальные способы получения новых, ранее недоступных веществ и осуществлять новые процессы.

С помощью современной биотехнологии в настоящее время получают такие пищевые продукты, как пиво, вино, спирт, хлеб, уксус, кисломолочные продукты, сырокопченые и сыровяленые мясные продукты и многие другие. Кроме того, пищевая биотехнология используется для получения веществ и соединений, используемых в пищевой промышленности: это лимонная, молочная и другие органические кислоты; ферментные препараты различного действия – протеолитические, амилалитические, целлюлолитические; аминокислоты и другие пищевые и биологически активные добавки.

Современные специалисты, работающие в сельском хозяйстве, в сфере АПК и других отраслях народного хозяйства должны в совершенстве владеть методами биотехнологии и биоинженерии, уметь использовать их для увеличения производства сельскохозяйственной продукции, улучшения ее качества, защиты природы от загрязнения и повышения устойчивости всего агропромышленного производства.

1. Понятие биотехнологии, области ее применения

Название науки «Биотехнология» происходит от греческих слов «*bios*» - жизнь, «*teken*» - искусство, «*logos*» - слово, учение, наука.

Биотехнология - это наука, которая на основе применения знаний в области микробиологии, биохимии, генетики, генной инженерии, иммунологии, химической технологии, приборо- и машиностроения использует биологические объекты (микроорганизмы, клетки тканей животных и растений) или молекулы (нуклеиновые кислоты, белки, ферменты, углеводы и др.) для промышленного производства полезных для человека и животных веществ и продуктов.

Области применения биотехнологии

1. Медицина, здравоохранение, фармакология. Антибиотики, ферменты, аминокислоты, кровезаменители, нуклеотиды, противораковые и противовирусные препараты, новые вакцины, гормональные препараты (инсулин, гормон роста), антитела для диагностики и лечения, исследования природы рака и процессов старения организма, продукты диетического питания.

2. Получение химических веществ. Этилен, пропилен, бутилен, окисленные углеводороды, органические кислоты, терпены, фенолы, полимеры, ферменты, продукты тонкого органического синтеза, полисахариды.

3. Животноводство. Усовершенствование кормовых рационов (производство белка, аминокислот, витаминов, кормовых антибиотиков, ферментов, заквасок для силосования), ветеринарных препаратов (антибиотики, вакцины и т.д.), гормонов роста, создание высокопродуктивных пород, пересадка оплодотворенных яйцеклеток и эмбрионов, манипуляции с эмбрионами.

4. Растениеводство. Биорациональные пестициды, бактериальные удобрения, производство безвирусного посадочного материала, создание высокопродуктивных сортов и гибридов, устойчивых к болезням, засухе, заморозкам, засоленности почв.

5. Рыбное хозяйство. Кормовой белок, ферменты, антибиотики.

6. Пищевая промышленность. Белок, аминокислоты, заменители сахара (аспартам, глюкозофруктовый сироп), полисахариды, органические кислоты, нуклеотиды, липиды, переработка пищевых продуктов

7. Экология. Утилизация сельскохозяйственных, промышленных и бытовых отходов, создание замкнутых технологических циклов, производство безвредных пестицидов, легко разрушаемых полимеров.

8. Научные исследования. Генно-инженерные и молекулярно-биологические исследования (нуклеиновые кислоты ДНК, РНК, нуклеотиды и др.), медицинские исследования (средства диагностики, реактивы и т.д.)

9. Легкая промышленность. Улучшение технологий переработки кож, производство текстильного сырья, шерсти, бумаги, парфюмерно-косметических изделий, получение биополимеров, искусственных кожи и шерсти и т.д.

Задания

1. Как вы понимаете термин «биотехнология»? Дайте свое определение этому понятию.

2. Заполните таблицу 1

Таблица 1- Области применения биотехнологии

Область применения	Конкретные примеры применения

3. Как вы думаете, в чем преимущество биотехнологических методов в каждой отрасли, по сравнению с традиционными способами получения продуктов?

4. Существуют ли недостатки в биотехнологическом способе производства?

5. Дайте определение термину «микроорганизмы-продуценты».

6. Дайте определение термину «штаммы» микроорганизмов.

7. Какие три вида штаммов выделяют. Опишите преимущества и недостатки каждого вида.

8. Что такое «мутагенные факторы»? Перечислите их разновидности и дайте краткую характеристику.

9. Какие выделяют периоды в развитии биотехнологии и в чем их особенность?

Лабораторная работа №2

«Влияние разных режимов стерилизации на гибель микроорганизмов»

Цель занятия

Ознакомить студентов с требованиями к режимам стерилизации и условиям контроля сырья для микробиологических процессов.

Оборудование и материалы

Мультимедийное оборудование, презентации MS Office Power Point по теме занятия.

1 Основы асептики процессов микробиологического синтеза

Большинство процессов микробиологического синтеза проводят с чистыми культурами микроорганизмов. В микробиологическом производстве проводят комплекс разнообразных мероприятий, обеспечивающих сохранение чистоты культуры на всех этапах технологического цикла – от хранения пробирки с эталонным штаммом в лаборатории до промышленного выращивания в ферментаторе. К таким мероприятиям относятся: стерилизация оборудования и коммуникаций, обеспечение их герметичности,

стерилизация питательных сред и аэрирующего воздуха, специальные методы отбора проб, внесения в аппарат питательных веществ, пеногасителей и посевного материала и др. Необходимость обеспечения асептических условий в биотехнологических процессах обусловлена рядом соображений. Во-первых, посторонние микроорганизмы-контаминанты потребляют питательные вещества и выделяют метаболиты, тормозящие рост основной культуры. Это тем более существенно, что такие наиболее распространенные контаминанты, как *Bac. subtilis*, *Bac. megaterium*, *Bac. stearothermophilus* и др., характеризуются очень высокими скоростями роста (до 2-3 ч⁻¹) по сравнению с основной культурой. Во-вторых, развитие контаминантов неконтролируемо изменяет оптимальный режим роста и развития основной культуры. В-третьих, наличие в культуральной жидкости посторонней микрофлоры и продуктов ее жизнедеятельности нередко сильно затрудняет выделение целевого продукта и снижает его качество. Имеются и другие причины, обуславливающие необходимость соблюдения асептических условий культивирования.

Посторонняя микрофлора может попасть в ферментатор с водой, воздухом или с любым из видов сырья. Для характеристики загрязненности воды и воздуха микроорганизмами приведем следующие данные. Содержание микроорганизмов в 1 мл воды из артезианских скважин около 104, из городского водопровода – 103-104, из рек или водохранилищ – 104-108, в сточных водах – 108-1012. Среди них аэробные сапрофитные микроорганизмы, наиболее опасные с точки зрения загрязнения биотехнологических процессов, составляют 0,1-1 %. Содержание микроорганизмов в воздухе сильно колеблется в зависимости от района, в котором берут пробу, и составляет от 100 до 10 000 в 1 м³. В непосредственной близости от микробиологических производств обсемененность воздуха резко возрастает. Практически все виды используемого сырья в той или иной степени обсеменены микроорганизмами.

2 Основные методы обеспечения асептических условий

Методы, применяемые для исключения возможности попадания в культуру посторонней микрофлоры, основаны либо на задержке, либо на уничтожении микроорганизмов. К методам, основанным на первом принципе, можно отнести стерилизующую фильтрацию воздуха и жидкостей (растворов питательных веществ), а также герметизацию технологического оборудования и коммуникаций. К методам, основанным на уничтожении микроорганизмов, относятся термическая, химическая и радиационная стерилизации (ионизирующее излучение). В биотехнологии наиболее распространена термическая стерилизация. Она применяется для стерилизации оборудования и коммуникаций, питательных сред и технологических растворов, для создания тепловых барьеров, препятствующих прониканию микроорганизмов в аппарат во время отбора проб, внесения посевного материала и добавок. В качестве стерилизующего агента при термической стерилизации обычно используют насыщенный водяной пар различного давления и температуры. Химическую стерилизацию применяют обычно для тех элементов оборудования, которые не выдерживают нагревания до температуры 110-130 °С, необходимой для тепловой стерилизации (некоторые датчики и другие средства КИПиА, фильтры для воздуха и жидкостей). В качестве агентов химической стерилизации используют формальдегид, оксид этилена, β-пропионолактон и др. Радиационная стерилизация основана на губительном воздействии ионизирующего излучения на клетки микроорганизмов. Она пока не нашла широкого применения в микробиологической промышленности.

Стерилизующая фильтрация

Этот метод обеспечивает полное или частичное задержание микроорганизмов. Он широко применяется для очистки газов (аэрирующего воздуха) и жидкостей (главным образом, на конечных стадиях производства фармацевтических препаратов).

Термическая стерилизация

Термическая стерилизация оборудования, коммуникаций, питательных сред и других технологических жидкостей основана на том, что при высоких температурах погибают как

вегетативные клетки, так и споры микроорганизмов. Степень воздействия повышенной температуры зависит от вида микроорганизмов, их концентрации, физического состояния и других факторов. Наиболее устойчивы к высоким температурам термофильные микроорганизмы, способные не только выживать, но и размножаться при температуре, губительной для большинства микроорганизмов. Термофилы (точнее, их споры) следует рассматривать при расчете режимов термической стерилизации, гарантирующих уничтожение посторонней микрофлоры.

Практическая реализация термической стерилизации зависит, прежде всего, от стерилизуемого объекта. Так, пустые аппараты и коммуникации чаще всего стерилизуют насыщенным водяным паром, питательные среды и другие жидкости – путем нагревания под давлением, в ряде случаев стерилизуют горячим воздухом (сухой жар).

Наибольшим бактерицидным эффектом обладает насыщенный водяной пар под давлением. Гибель микроорганизмов под действием высоких температур происходит в результате коагуляции белков.

Важное значение при этом имеет содержание воды в клетке – чем больше воды, тем ниже температура коагуляции белков.

3 Стерилизация оборудования и коммуникаций

Для обеспечения асептических условий необходимо осуществлять стерилизацию всех аппаратов, коммуникаций, а также элементов запорно-регулирующей арматуры и средств КИП, контактирующих с культурой микроорганизмов или со стерильными материальными потоками. Промышленный ферментатор представляет собой сложную техническую систему, оснащенную множеством трубопроводов, штуцеров, датчиков, поэтому при составлении монтажной схемы необходимо предусмотреть возможность термической стерилизации аппарата и всех штуцеров и элементов его «обвязки».

4 Режимы стерилизации

Применяют самые разнообразные режимы стерилизации оборудования и коммуникаций. На практике пустые аппараты большого объема обычно стерилизуют в течение 1 ч при температуре 120-130 °С, а коммуникации – от 1 до 4 ч при 120-126 °С. Результаты специальных исследований показали, что для стерилизации ферментаторов вместимостью 63 м³ желательно подавать пар в верхнюю часть аппарата, а удалять паровоздушную смесь и конденсат снизу. В этом случае требуемая температура стерилизации достигается в 2-3 раза быстрее, чем при удалении паровоздушной смеси через верхний штуцер. Во время стерилизации необходимо полностью открывать вентиль на линии нижнего спуска для отвода конденсата из нижней части аппарата, иначе при скоплении конденсата температура в зоне снижается до 110 °С.

Задания

- 1 Изучить основные контаминанты биотехнологических производств.
- 2 Изучить режимы стерилизации основного оборудования.

Контрольные вопросы

- 1 Какие вы можете назвать основные методы обеспечения асептических условий?
- 2 Что такое критерий стерилизации, как он определяется?
- 3 Какие зоны аппарата и связанных с ним коммуникаций труднее всего поддаются термической стерилизации?
- 4 Может ли фильтр с порами диаметром 20 мкм задерживать частицы размером от 1 до 10 мкм при фильтрации воздуха? Как это происходит?
- 5 Как осуществляется подготовка воздуха для аэрации в биотехнологических производствах?
- 6 Какие существуют методы проверки герметичности аппаратов?

Лабораторная работа №3

«Приготовление питательных основ, сред и дополнительных растворов»

Цель занятия

Изучить методы приготовления питательных основ сред и дополнительных растворов для культивирования биотехнологических объектов.

Оборудование и материалы

Мультимедийное оборудование, презентации MS Office Power Point.

Для роста и развития микроорганизмов, а также для синтеза целевых продуктов метаболизма необходимо обеспечить их питательными веществами – источниками углерода, азота, кислорода, фосфора, серы, микроэлементов, ростовых факторов. Виды и количества применяемых субстратов определяют в каждом конкретном случае с учетом физиологических особенностей выращиваемой культуры и цели культивирования. Причем, если в лабораторных условиях нередко выращивают микроорганизмы на синтетических питательных средах строго определенного состава, то в промышленности часто используют более дешевые натуральные виды сырья, имеющие сложный и нестабильный химический состав, в том числе отходы различных производств. Источник сырья для биотехнологического производства (а иногда, наоборот, культуру для переработки сырья, которое нужно утилизировать) выбирают и с учетом технико-экономических показателей.

1 Потребности микроорганизмов в питательных и других веществах. Лимитирование и ингибирование

Для роста и размножения микроорганизмам необходимы питательные вещества, удовлетворяющие их потребности в структурных элементах и энергии. Основные химические элементы, необходимые для всех без исключения микроорганизмов и потребляемые в относительно больших количествах, – углерод, азот, кислород и водород.

Кроме того, микроорганизмы нуждаются в фосфоре, калии, сере, натрии, магнии и других элементах.

Для нормального роста культуры необходимо присутствие в питательной среде всех перечисленных в таблице элементов. Однако этим требованием обычно не ограничиваются. Важно также, в какой форме присутствуют в среде химические элементы. Например, автотрофы способны использовать в качестве единственного источника углерода такое простое соединение, как диоксид углерода, тогда как гетеротрофы не могут расти без органических источников углерода.

2 Принципы составления питательных сред

Для нормального роста микроорганизмов и биосинтеза целевых продуктов метаболизма недостаточно только присутствия в питательной среде всех необходимых компонентов. Необходимо также, чтобы эти компоненты содержались в определенных соотношениях. Кроме того, из большого числа, скажем, источников углерода и энергии нужно выбрать тот, который наиболее соответствует физиологическим потребностям данной культуры.

Для предварительного подбора количества компонентов питательной среды обычно пользуются данными химического состава биомассы. Если культура синтезирует и выделяет в среду значительные количества какого-либо продукта метаболизма, дополнительно требуется учитывать химическую формулу этого продукта. Например, при составлении питательной среды для дрожжей, на которой предполагается вырастить 30 г/л биомассы, следует внести около 3,7 г/л азота ($18 \text{ г/л } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$). При этом возникает значительный избыток серы, и если для культуры это нежелательно, то следует подобрать другой источник азота, не содержащий серы. При определении количества глюкозы или другого углеродсодержащего субстрата следует учитывать, что гетеротрофы используют

этот субстрат на конструктивные и энергетические нужды. Расход глюкозы на эти цели определяют по выходу АТФ. Если один из компонентов среды должен быть лимитирующим (часто безразлично, какой элемент исчерпывается в первую очередь), то его количество определяют так, как описано выше, а остальные компоненты вносят в избытке. Среда, составленная по описанным выше принципам, называют минимальными; они содержат минимум веществ, необходимый для синтеза заданного количества биомассы. На практике обычно используют более сложные среды, содержащие аминокислоты, белки, витамины и многие другие вещества, способствующие интенсивному росту микроорганизмов и синтезу целевых продуктов. Для ауксотрофных мутантов определенная аминокислота или витамин должны входить и в состав минимальной среды, так как без них рост невозможен. Разумеется, питательная среда, составленная на основе примерного материального баланса компонентов, вряд ли обеспечит оптимальные условия для роста культуры. Она является лишь исходной точкой для подбора оптимального состава среды, который проводят экспериментально, варьируя в определенных пределах концентрации всех компонентов среды. Затем определяют значения выходных показателей процесса (концентрации биомассы, целевого продукта метаболизма, содержания белка в биомассе и т. п.) на различных вариантах сред. При подборе состава питательных сред часто используют математические методы планирования и обработки экспериментов, что резко сокращает трудоемкость и длительность работы.

Задания

- 1 Изучить потребности микроорганизмов в питательных и других веществах.
- 2 Изучить биосинтез ферментов.

Контрольные вопросы

- 1 Какие вы можете назвать основные виды сырья, используемого в биотехнологии в качестве источника углерода?
- 2 Какие вещества, входящие в состав кукурузного экстракта, обуславливают его питательную ценность для микроорганизмов?
- 3 Что такое предшественники, как они используются?
- 4 Можно ли использовать углеводородное сырье для биосинтеза ферментов или антибиотиков культурами грибов?

Лабораторная работа №4

«Основы биотехнологии производства и контроля антибиотиков»

Цель занятия

Ознакомление с основами биотехнологии производства и контроля антибиотиков.

Оборудование и материалы

Мультимедийное оборудование, презентации MS Office Power Point по теме занятия.

Методика проведения занятия и методические указания по теме.

Объяснение преподавателя

13.1 Технология биосинтеза препаратов антибиотиков для сельского хозяйства

Традиционные представления об антибиотиках, или антибиотических веществах, связаны с их широким применением в современной медицине и ветеринарии. Некоторые антибиотические препараты применяют как стимуляторы роста животных, в борьбе с болезнями растений, при консервировании пищевых продуктов и в научных исследованиях (в области биохимии, молекулярной биологии, генетике, онкологии).

Современное определение термина «антибиотик» принадлежит М. М. Шемякину и А. С. Хохлову (1961), которые предложили считать антибиотическими веществами все продукты обмена любых организмов, способные избирательно убивать или подавлять рост и развитие микроорганизмов (бактерии, грибы, вирусы и др.), а также некоторых злокачественных новообразований.

В соответствии с классификацией, в основе которой лежит химическое строение, все описанные антибиотики можно разделить на следующие группы:

- 1) ациклические соединения (исключая жирные кислоты и терпены);
- 2) алициклические соединения (в том числе тетрациклины);
- 3) ароматические соединения;
- 4) хиноны;
- 5) кислородсодержащие гетероциклы;
- 6) азотсодержащие гетероциклические соединения;
- 7) пептиды.

Полностью химическая структура установлена для одной трети известных антибиотиков и только половина из них может быть получена химическим путем. Поэтому микробиологический способ получения антибиотических средств очень актуален. Синтез микроорганизмами антибиотиков – одна из форм проявления антагонизма; связан с определенным характером обмена веществ, возникшим и закрепленным в ходе его эволюции, т. е. это наследственная особенность, выражающаяся в образовании одного и более определенных, строго специфичных для каждого вида антибиотических веществ. Воздействуя на постороннюю микробную клетку, антибиотик вызывает значительные нарушения в ее развитии. Некоторые из антибиотиков способны подавлять синтез оболочки бактериальной клетки в период размножения, другие воздействуют на ее цитоплазматическую мембрану, изменяя проницаемость, часть из них является ингибиторами реакций обмена веществ.

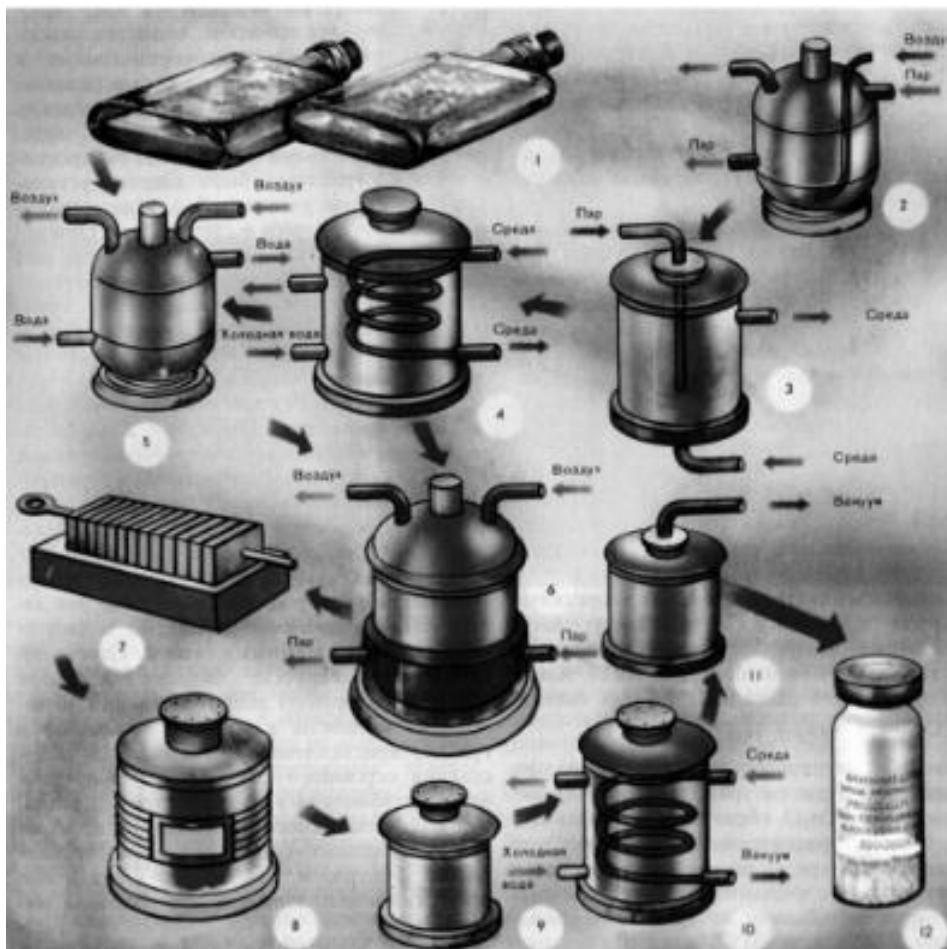


Рисунок 10 – Схема получения антибиотиков:

1 – выращивают чистую культуру грибка; 2 – одновременно готовят питательную среду; 3 – стерилизуют; 4 – охлаждают; 5 – выращивают посевной материал; 6 – посевной материал вносят в чаны с питательной средой; 7 – фильтр; 8 – чан; 9 – цикл выделения пенициллина методом «замены растворителя»; 10 – заморозка; 11 – удаление льда; 12 – упаковка

Несмотря на интенсивное изучение механизма действия различных антибиотиков, далеко не полностью выявлено их влияние на обмен веществ даже в клетках бактерий, которые являются основными объектами исследования.

В настоящее время описано более 3000 антибиотиков, но только 150 из них нашли практическое применение. Ниже будет рассмотрена технология производства тех из них, которые относятся к продуктам метаболизма микроорганизмов, и нашли применение в сельском хозяйстве в виде соответствующих добавок к кормам (кормовые антибиотики) и в качестве средств защиты растений. В течение многих лет антибиотики используют как стимуляторы роста сельскохозяйственных животных и птицы, как средства борьбы с заболеваниями растений и посторонней микрофлорой в ряде бродильных производств, как консерванты пищевых продуктов. Их применение в сельском хозяйстве приводит к снижению заболеваемости и смертности, прежде всего молодняка, и к ускорению роста и

развитию животных и птицы, способствует сокращению количества потребляемых кормов в среднем на 5-10 %. При применении антибиотиков в свиноводстве от каждой 1000 свиней дополнительно получают 100-120 ц мяса, от 1000 кур-несушек – до 15 тыс. яиц в год.

Механизм стимулирующего действия антибиотических веществ также нельзя считать полностью выясненным. Видимо, стимулирующий эффект воздействия низких концентраций антибиотиков на организм животного связан, в основном, с двумя факторами: воздействием на микрофлору кишечника или непосредственным влиянием на организм животного. В первом случае антибиотики способствуют увеличению числа полезных микроорганизмов, синтезирующих витамины и преобладающих над патогенными формами. Они снижают число вредных для организма животного, микробов, использующих биологически активные вещества и образующих токсины, имеющие патогенные или условно патогенные формы. Антибиотики оказывают влияние на микроорганизмы, присутствующие в кишечнике, способствуя созданию устойчивых штаммов, менее вредных для животного, изменяют метаболизм присутствующих микробов. Они вызывают перемещение микроорганизмов в кишечнике животного; под их влиянием наблюдается снижение субклинических инфекций, часто замедляющих развитие молодняка, снижение рН содержимого кишечника, уменьшение поверхностного натяжения клеток организма, что способствует ускорению их деления.

Во втором случае в организме животного наблюдается синергизм действия гормонов, растет количество ростовых гормонов, ускоряется процесс потребления пищи, растет приспособляемость организма к неблагоприятным условиям. Под влиянием антибиотиков снижается потребность животного в витаминах, увеличивается синтез витаминов тканями, стимулируется синтез сахаров и витамина А из каротина, растет скорость синтеза ферментов, образуется меньше побочных продуктов. Кроме того, растет абсорбционная способность тканей, стимулируется потребление метаболитов.

Кормовые антибиотики применяют в виде неочищенных препаратов, которые представляют собой высушенную биомассу продуцента, содержащую помимо антибиотика аминокислоты, ферменты, витамины группы В и другие биологически активные вещества. Получаемые препараты стандартизуют по активности или количеству входящего в их состав основного вещества, учитывая или не учитывая присутствие в нем витамина В12.

Все производимые кормовые антибиотики:

- а) не используются в терапевтических целях и не вызывают перекрестной резистенции бактерий к антибиотикам, применяемым в медицине;
- б) практически не всасываются в кровь из пищеварительного тракта;
- в) не меняют своей структуры в организме;

г) не обладают антигенной природой, способствующей возникновению аллергии.

При длительном применении одного и того же препарата существует опасность возникновения антибиотикоустойчивых микроорганизмов. Для ее предупреждения периодически меняют используемые антибиотические вещества или применяют смесь антибиотиков, позволяющую поддерживать первоначально достигнутый эффект на не-

обходимом уровне. В СССР в течение нескольких десятков лет выпускались кормовые препараты на основе хлортетрациклина – биовит, или биомицин кормовой с различным начальным содержанием антибиотика и витамина В12. В настоящее время производство кормовых антибиотиков основывается и на других препаратах немедицинского назначения, таких, как бацитрацин, гризин, гигромицин-Б и др. В течение последних 50 лет антибиотики используют как средство борьбы с различными фитопатогенами. Источники заражения растений фитопатогенными микроорганизмами различны. Не составляют исключения и семена самого растения, идущие на посев. Воздействие антибиотического вещества сводится к задержанию роста или гибели фитопатогенных микроорганизмов, находящихся в семенах и вегетативных органах растения.

Получаемые препараты должны быть высокоактивными против возбудителя заболевания в окружающей растению среде, безвредными в применяемых для растения дозах, способными сохранять антибиотическую активность в течение необходимого времени и легко проникать в соответствующие ткани растения.

К числу антибиотических веществ, нашедших наиболее широкое применение в борьбе с фитопатогенами, относятся, прежде всего, фитобактериомицин, трихотecin и полимицин.

Применение антибиотиков в пищевой промышленности позволяет в значительной степени снизить длительность термообработки различных продуктов питания при их консервировании. А это, в свою очередь, обеспечивает большую сохранность присутствующих в них биологически активных веществ, вкусовых качеств, консистенции продуктов. Используемые антибиотики воздействуют в основном на клостридиальные и термофильные бактерии, устойчивые к нагреванию. Наиболее эффективным антибиотиком при консервировании овощей общепризнан в РФ и за рубежом низин. Он не токсичен для человека и позволяет вдвое уменьшить время термообработки овощей.

Технология производства любых антибиотиков немедицинского назначения, кроме тех, что используются в пищевой и консервной промышленности, строится по единой схеме, предусматривающей все стадии асептического промышленного культивирования штамма-продуцента и биосинтез антибиотика, предварительную обработку культуральной жидкости, ее вакуум-упаривание, сушку и стандартизацию готового продукта путем смешения с необходимым количеством наполнителя. В качестве последних обычно используют отруби, жмыхи различных культур и другие вещества органической и неорганической природы.

Динамика накопления антибиотика в культуральной жидкости в подавляющем большинстве случаев имеет типичный вид зависимости, характерный для биосинтеза вторичных метаболитов, т. е. максимум образования биомассы во времени предшествует максимуму антибиотикообразования. Поэтому на первых этапах культивирования целью

производства является накопление необходимого количества биомассы (антибиотик при этом практически отсутствует). Биосинтез антибиотика происходит на второй стадии производственного культивирования в основных ферментерах, причем время биосинтеза может в 2-3 раза превышать время, затрачиваемое на культивирование штамма-продуцента.

13.2 Технология получения препаратов тетрациклина

Тетрациклины нашли широкое применение как в медицине, так и в производстве кормовых препаратов. Среди них для сельского хозяйства промышленность выпускает ряд препаратов на основе 7-хлортетрациклина (I) и 8-окситетрациклина (II). Это амфотерные

соединения, способные образовывать соли с кислотами и основаниями, плохо растворимы в водных растворах в интервале рН от 4,5 до 7,5, но хорошо растворимы при рН ниже 2,0 и выше 8,0. Неустойчивы к воздействию окислителей, в том числе и кислорода воздуха.

В качестве промышленных продуцентов хлортетрациклина используют штаммы несовершенного гриба *Actinomyces aureofaciens*, а окситетрациклина – *Actinomyces rimosus*.

Промышленность выпускает кормовые препараты хлортетрациклина в виде биовита-20, биовита-40 и биовита-80, содержащие соответственно чистого антибиотика 20, 40, 80 г в 1 кг препарата и одновременно 3, 5, 8 мкг витамина В12 в 1 г препарата. Кроме того, препараты содержат микроэлементы, белок, жиры и минеральные соли.

При введении биовита в рационы в количестве 15-20 г антибиотика на 1 т корма прирост в массе животных увеличивается до 30 %, а расход кормов в среднем снижается на 5-10 %. Препараты применяются как стимуляторы роста молодняка сельскохозяйственных животных и птицы, способствуя их лучшему развитию и увеличению продуктивности, а также для профилактики желудочно-кишечных и легочных заболеваний. Они обладают широким антибактериальным спектром действия по отношению к грамположительным и грамотрицательным микроорганизмам, по внешнему виду представляют собой однородный порошок от светло-коричневого до коричневого цвета.

Окситетрациклин для животноводства выпускается в форме терравита Р (растворимый) и терравита К (кормовой).

При введении 15-20 г антибиотика на 1 т корма привес животных увеличивается на 10-15%, одновременно в такой же степени снижаются затраты корма.

Телятам и пороссятам раннего возраста терравит-Р дается в виде водных растворов или растворенным в молоке.

Для биосинтеза окситетрациклина посевной материал используется в виде спор со сроком хранения при температуре 4-6 °С до 3 месяцев. В заводских условиях его размножают при температуре 26-28 °С в три генерации. Длительность каждой из них составляет 2-3 суток. Культуру продуцента сначала дважды, размножают в колбах на 750 мл с 200 мл питательной среды на качалке (160-180 об/мин), затем в посевном аппарате. Мицелиальной массой, полученной в колбах, засевают посевные аппараты из расчета 700 мл на 1 м³ аэрируемой жидкой фазы (1 объем воздуха на 1 объем среды в 1 мин).

На стадии основной ферментации используют питательную среду того же состава, только для повышения выхода витамина В12 в нее добавляют хлорид кобальта из расчета 1 г на 1 м³ среды.

Полученный посевной материал передают на стадию основной ферментации в количестве 10-15 % от объема среды основных ферментеров. Технологические параметры проведения процесса производственной ферментации остаются практически теми же, что и на стадии культивирования в посевном аппарате. На всех этапах культивирования поддерживаются строго асептические условия. В течение биосинтеза практически всегда наблюдается значительное пенообразование, поэтому степень заполнения ферментеров редко превышает 50 %, а в посевной и основной аппараты предусматривается периодическая подача стерильного синтетического пеногасителя.

Процесс выращивания клеток продуцента возможно проводить строго контролируемых условиях: при определенных значениях рН среды, температуре и аэрации. Полное время биосинтеза окситетрациклина при 26-28 °С составляет 100-120 часов.

В первый период наблюдается интенсивный рост мицелия, быстро потребляются источники углерода, азота и фосфора, требуется повышенная аэрация. Образование антибиотика на этой стадии практически не происходит. В культуральной жидкости в небольших количествах накапливаются пировиноградная и уксусная кислоты, которые в дальнейшем клетка использует в биосинтезе тетрациклина. Во втором периоде наблюдается резкое снижение скорости роста клеток и потребления питательных веществ, накопления пировиноградной и уксусной кислот не происходит, осуществляется активный биосинтез антибиотика.

Готовую культуральную жидкость, содержащую до 4,5 % сухих веществ, направляют на вакуум-упаривание, которое осуществляют при 50-60 °С до содержания сухого вещества 12-15 %. Сконцентрированная культуральная жидкость поступает на распылительную сушилку и высушивается при температурах входящего и выходящего теплоносителя соответственно 160-200 и 70-80 °С. В некоторых случаях сушку культуральной жидкости осуществляют совместно с наполнителем, в качестве которого берут сушеный свекловичный жом из расчета 250 кг на 1 м³ культуральной жидкости. Получаемую при этом пастообразную массу высушивают на вальцово-ленточной сушилке или на сушилке с псевдокипящим слоем.

Препараты терравит-5, -10, -50 представляют собой высушенную культуральную жидкость, полученную в результате выращивания продуцента *Actinomyces rimosus* и стандартизованную по антибиотику необходимым количеством наполнителя. Препарат терравит-Р представляет собой высушенный в распылительной сушилке фильтрат культуральной жидкости, а высушенный после фильтрования культуральной жидкости нерастворимый остаток является основой для производства препарата терравит-К.

До необходимой активности все препараты терравита стандартизуют свекловичным жомом или кукурузной мукой. Готовые препараты расфасовывают в бумажные мешки по 20 кг, хранят в темных помещениях при температуре не выше 20 °С и относительной влажности не более 75 %. Срок годности препаратов 6 месяцев со дня изготовления.

Контрольные вопросы

- 1 Назовите основные методы производства антибиотиков?
- 2 Какие антибиотики используют в с/х?
- 3 С какими целями антибиотики применяют в животноводстве, пищевой промышленности, медицине, растениеводстве?
4. Назовите требования к антибиотикам применяемым в животноводстве и птицеводстве.
5. Назовите основные этапы производства антибиотиков.

Лабораторная работа №6 **«Получение ферментных препаратов»**

Цель занятия

Ознакомление с методами получения ферментов.

Оборудование и материалы

Мультимедийное оборудование, презентации MS Office Power Point по теме занятия.
Методика проведения занятия и методические указания по теме.

Промышленная технология производства ферментов

Получение ферментов с помощью микроорганизмов более выгодно, чем из растительных и животных источников. Микробные клетки продуцируют более 2 тысяч ферментов, катализирующих биохимические реакции, связанные с ростом, дыханием и образованием продуктов. Многие из этих ферментов могут быть выделены и проявляют свою активность независимо от клетки. Для получения ферментных препаратов используют как микроскопические грибы, так и бактерии и дрожжи. Иногда получение технического ферментного препарата кончается проведением процесса ферментации, однако активность ферментов в культуральной жидкости быстро снижается.

Поэтому широко практикуют получение сухих технических ферментных препаратов.

В мире производится около 20 ферментов в объеме 65 тыс. тонн (а существует, как предполагают 25000 ферментов). Например, промышленным способом производят такие ферменты как амилаза, глюкоамилаза, протеаза, инвертаза, пектиназа, каталаза, стрептокиназа, целлюлаза и др.

Амилазы и протеазы используют в текстильной, хлебопекарной и кожевенной промышленности. Пектолитические ферменты могут быть использованы для мацерации тканей при переработке растительного сырья, например при получении льноволокна. Щелочные протеазы, особенно иммобилизованные, очень эффективно используются в составе моющих средств. Кроме протеолитических ферментов в состав моющих средств вводят липазу, целлюлазу, оксидазу и амилазу для удаления загрязнений крахмального происхождения.

Использование иммобилизованной глюкозоизомеразы для непрерывного получения глюкозы является наиболее крупным процессом такого рода в мире. Микробные ферменты активно используют в клинической диагностике при определении уровня холестерина в крови и мочевой кислоты. Ферменты предлагают использовать для очистки канализационных и водопроводных труб и т.д. и т.п. Ферменты для медицинских или аналитических целей должны быть высокоочищенными.

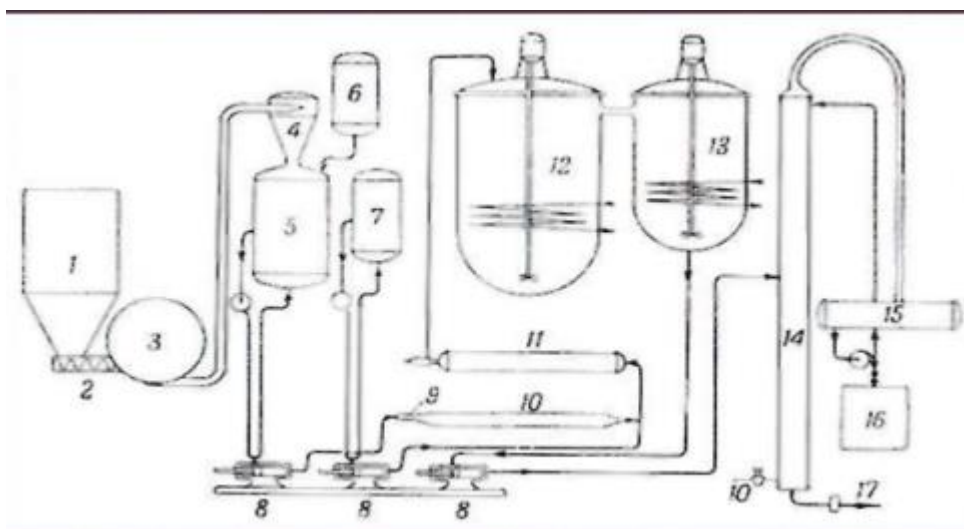


Рисунок 11 – Схема установки для непрерывного брожения:

1 – бункер для зерна; 2 – червячный транспортер; 3 – мельница; 4 – циклонный сепаратор; 5 – заторный котел; 6 – серная кислота; 7 – известковая паста; 8 – поршневые насосы; 9 – пар; 10 – запарник; 11 – охладитель затора; 12 – первичный бродильный чан; 13 – вторичный бродильный чан; 14 – перегонный аппарат; 15 – конденсатор; 16 – сборный чан; 17 – барда

В биологических объектах ферменты обычно находятся в фиксированном состоянии на поверхности различных клеточных структур - наиболее часто на мембранах. Благодаря этому ферменты сохраняют свою активность длительное время. В технологии долгое время применялись препараты свободных ферментов; в таком состоянии срок их использования был коротким - один производственный цикл. Для повышения стабильности выделенных ферментов используют технику иммобилизации, т.е. связывания ферментов на поверхности нерастворимого в воде носителя, например, органических полимеров, стекла, минеральных солей, силикатов и т.п. Иммобилизованные ферменты можно длительное время использовать в биохимических реакторах в условиях непрерывного процесса. В каждом организме (животном, растительном или микробной клетке) все время происходят сложные процессы превращения веществ. Велика роль в этих процессах ферментов – биологических катализаторов белковой природы и не только белковой. Как установлено (1981-1986) свойствами ферментов обладают также РНК. Они катализируют биологические процессы в клетке. Такие РНК названы рибэнзимами. РНК совмещают в себе функции носителей генетической информации и фермента.

Ферментативную активность бактерии и грибов широко используют в промышленности для приготовления уксусной, молочной, щавелевой, лимонной кислот; молочных продуктов (сыр, ацидофилин, кумыс); в виноделии, пивоварении и др. отраслях народного хозяйства, а также в животноводстве для приготовления кормов (дрожжевание).

Много ферментов содержится в дрожжах. Они широко распространены в природе, постоянно находятся на растениях, особенно на цветах и плодах. Много их на поверхности ягод и фруктов. Это дикие дрожжи. Для промышленных целей выведены культурные расы дрожжей, которые отличаются высокой энергией роста и размножения, а также способностью расти на искусственных средах. Культурные дрожжи делят на пивные, пекарские, винокурные, кормовые. Они различаются по активности брожения спиртообразованию, по способности превращать крахмал в сахар и т. д.

Дрожжи (сухие, прессованные и жидкие) производят на гидролизно-дрожжевых, гидролизно-спиртовых и сульфитно-спиртовых заводах.

Для выращивания дрожжей используют содержащие сахар отходы технических производств – мелассную барду, барду гидролизно-спиртовых заводов. Сырьем для производства дрожжей служат такие гидролизаты древесины, соломы, тростника, кукурузной кочерыжки, подсолнечниковой лузги, оболочек зерен гречихи, проса и т. п.

Технологические основы процесса гидролиза заключаются в следующем. Измельченное сырье – древесину, солому и т. д. загружают в гидролизатор и ведут процесс гидролиза при t 180-195 °С и давлении 15 атм. В присутствии раствора H_2SO_4 . Образующиеся при

гидролизе простые сахара переводят в раствор $NaOH$. Простые сахара по своим свойствам разделяют на сбраживаемые и несбраживаемые. При сбраживании сахаров 1-й группы получают спирт. Несбраживаемые сахара остаются в спиртовой бражке, а после отгонки спирта – в гидролизной барде, которая после обогащения сернокислым аммонием и суперфосфатом используется как сырье для производства дрожжей.

Рабочей культурой при производстве дрожжей служат виды дрожжей родов *Torulopsis* и *Candida*. Маточную культуру дрожжей приготавливают путем размножения вначале в лабораторных условиях на солодовом сусле, затем – в полу производственных условиях (в отделении для приготовления чистой культуры дрожжей) на мелассовом сусле или сахароминеральных средах, и наконец, в производственных условиях на средах, используемых на заводе. Маточные дрожжи культивируют в дрожжерастительных чанах (ферментаторах) при значительном разбавлении питательной среды водой и продуванием воздуха.

Питательная среда – мелассная барда – поступает в дрожжерастительные чаны притоком. Процесс выращивания дрожжей ведется непрерывным методом. По окончании процесса выращенную культуральную жидкость с дрожжами сепарируют. Дрожжи промывают холодной водой и доводят до состояния густой суспензии, которую реализуют.

Контрольные вопросы

1 Какова технология получения дрожжей?

2 Какие питательные среды используют для производства ферментов?

Лабораторная работа 7

Получение накопительных культур сенной и картофельной палочек

Накопительными называют культуры, в которых преобладает одна группа или даже один вид микроорганизма. Для получения накопительной культуры создают селективные условия, обеспечивающие преимущественное развитие лишь данной группы или данного вида микроорганизмов, и неблагоприятные — для развития сопутствующих форм микробов.

Цель работы : получить накопительные культуры сенной (*Bacillus subtilis*) и картофельной (*Bacillus subtilis* var *mesentericus*) палочек.

Оборудование и материалы : чашки Петри, конические колбы, ножницы, мел, вата, фильтровальная бумага, электроплитка.

Объект исследования : сено, клубни картофеля.

Ход работы.

Получение культуры сенной палочки (*Bacillus subtilis*)

Сено из разнотравья мелко нарезают и помещают в колбу объемом 500 мл, заполняя ее на четверть объема, добавляют 100—150 мл воды и щепотку мела. Смесь кипятят 15—20 мин, пока среда не приобретет цвет настоя крепкого чая. Сенной отвар разливают в подготовленные конические колбы слоем 1—1,5 см, закрывают ватными пробками и помещают в термостат при температуре 25 °С или вблизи радиатора центрального отопления.

Через двое суток на поверхности среды развивается беловатая пленка *Bacillus subtilis*, которая при старении на третьи-четвертые сутки становится серовато-зеленоватой.

Другие микроорганизмы при этом вырастают редко и в небольших количествах."

Получение культуры картофельной палочки

(*Bacillus subtilis* var. *mesentericus*) Промытые клубни картофеля, не очищая, нарезают кружочками. Поверхность их натирают мелом для нейтрализации среды и помещают в чашки Петри на двойной слой фильтровальной бумаги, смоченной водой. Чашки ставят в термостат с температурой 27—30 °С на трое-четыре суток. На поверхности ломтиков картофеля образуется плотная морщинистая пленка культуры картофельной палочки. Окраска пленки может быть разной — беловато-серой, розовой, желто-бурой, черной, что зависит от разновидностей культуры, получивших преимущественное развитие.

Задание. Отметить интенсивность развития культур микроорганизмов, просмотреть их под микроскопом и зарисовать."

Лабораторная работа 7

Получение каллусов из незрелых зародышей и узлов кущения пшеницы

Каллусы из различных органов пшеницы на искусственных питательных средах впервые были получены в 1968 г. Их можно использовать для изучения солеустойчивости и устойчивости к температурному стрессу, для получения суспензий и протопластов. Для индукции каллусогенеза обычно используют стерильные пробирочные растения, выращенные из зародышей на средах без гормонов. Растения для получения каллусов можно вырастить в теплице. Для этого набухшие семена помещают на пять недель в холодную камеру на яровизацию при 2 °С, проростки высаживают в вегетационные сосуды и выращивают до достижения молочной спелости. Незрелые зародыши выделяют и переносят на питательные среды.

Цель работы : получить каллусы из незрелых зародышей и узлов кущения пшеницы.

Оборудование и материалы : ламинар-бокс, пробирки с питательной средой МС, 6 %-ный раствор хлорамина, стерильная дистиллированная вода, препаровальные иглы, пинцеты, скальпели, стерильная бумага, флаконы с 96 %-ным спиртом, спиртовка.

Объект исследования : растения пшеницы в стадии молочной спелости, пробирочные растения пшеницы.

Ход работы.

Для получения каллусной ткани незрелые зародыши пшеницы изолировать на 12-е сутки от начала цветения. Незрелые зерновки поместить в дезинфицирующий раствор на 5 мин. Промыть три раза стерильной дистиллированной водой. Простерилизованные"

Ход работы. Приготовить питательные среды МС с добавлением: а) 1,0 мг/л 2,4-Д + 0,2 мг/л БАП; б) 1,0 мг/л ИУК + 0,2 мг/л БАП. Листья табака поместить в дезинфицирующий раствор на 5 мин, затем промыть стерильной дистиллированной водой три раза.

Стерильным скальпелем вырезать сегменты у основания листа ближе к центральной жилке длиной 1,5—2 см, шириной 1 см. Для лучшего каллусообразования делают насечки по всей поверхности сегмента. Поместить экспланты на питательные среды (перед каждой манипуляцией инструменты обрабатывать спиртом и обжигать на пламени спиртовки).

Чашки Петри с эксплантами перенести в термостат для индукций каллусогенеза при температуре 25 °С.

Задание. Результаты опыта рассмотреть через две — четыре недели, зарисовать, сравнить каллус, полученный на среде с ИУК, с каллусом, полученным в среде с 2,4-Д. Сделать выводы."

Лабораторная работа № 9 **Субкультивирование каллусов**

Цель работы: исследовать характер роста каллуса картофеля.

Оборудование и материалы: пробирки с питательной средой для культивирования каллусов, пинцеты, препаровальные иглы, флакон с 96% спиртом, ламинар-бокс, спиртовка.

Объект исследования: каллусная культура клеток картофеля.

Ход работы: в асептических условиях извлечь каллусы из пробирок и поместить на стерильную поверхность. Стерильной препаровальной иглой выделить зоны меристематической активности (белые мелкие клетки). Транспланты величиной 2—3 мм поместить на поверхность питательной среды (среда МС + 30 г/л сахароза + 1 мг/л НУК + 0.8 мг/л БАП). Культивируют в светлой культуральной комнате при 25°С или в термостате. Обычно цикл выращивания составляет 4 недели. За это время для построения кривой роста каллус взвешивают 4 раза, через каждые 7 дней.

Задание: по результатам взвешиваний через 1, 2, 3 и 4 недели построить кривую роста каллуса. Кроме снятия ростовых показателей отмечать цвет и консистенцию каллусной ткани. Результаты культивирования зарисовать через 2—4 недели. Рассчитать интенсивность роста каллусной ткани в % по формуле:

$$\text{ИР} = (m_2 - m_1) : m \cdot 100\%,$$

где ИР — интенсивность роста; m_1 — масса каллусной ткани в начале пассажа; m_2 — масса каллусной ткани в конце пассажа.

Лабораторная работа № 10. **Выделение изолированных протопластов**

Цель работы: изолированные протопласты механическим методом.

Оборудование и материалы: пробирки, пипетки на 10 мл, штативы для пробирок, лезвия, препаровальные иглы, стеклянные палочки, предметные и покровные стекла, фильтровальная бумага, 1 М раствор сахарозы, дистиллированная вода.

Объект исследования: кусочки растительных тканей (окрашенная эпидерма чешуи лука, листьев бегонии или традесканции).

Ход работы: приготовить в пробирках растворы сахарозы в концентрациях 0,3; 0,35; 0,4; 0,45; 0,5; 0,55 0,6; 0,7 М. Опустить в пробирки с растворами кусочки растительных тканей (окрашенная эпидерма чешуи лука, листьев бегонии или традесканции), что приводит к плазмолизу, позволяющему видеть протопласт в целой клетке. Через 10—15 мин извлечь растительную ткань из пробирок и положить на предметные стекла в каплю соответствующего раствора. Придерживая стеклянной палочкой, разрезать ее на тонкие полоски, оставляя неразрезанным общий конец. Осторожно провести препаровальной иглой по ткани, выдавливая в раствор содержимое разрушенных клеток. Убрать ткань, каплю раствора накрыть покровным стеклом, рассмотреть препарат в микроскоп с целью обнаружения изолированных протопластов.

Задание: отметить раствор, в котором обнаружены изолированные протопласты и зарисовать их. Сделать выводы.

Примечание: механический метод извлечения изолированных протопластов дает очень небольшой выход целых протопластов. Он требует большой аккуратности и высокой точности исполнения. Растворы сахарозы разной концентрации позволяют выбрать один раствор, водный потенциал которого будет близок к водному потенциалу клеток растительной ткани. В этом растворе с наибольшей вероятностью будут сохраняться целые протопласты.

Список использованной литературы:

1. Акимова, С. А. Биотехнология: Практикум / Акимова С.А., - 2-е изд., перераб. и доп. - Волгоград:Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. - 144 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniy.com/read?id=335799> (дата обращения: 30.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

2. Биотехнология. В 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для академического бакалавриата / под общей редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 170 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07410-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/viewer/biotehnologiya-v-2-ch-chast-1-437436#page/1> (дата обращения: 30.03.2025).

3. Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 384 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16026-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. с. 323 — URL: <https://urait.ru/bcode/567470/p.323> (дата обращения: 30.03.2025).