

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.03.02 Биотехнологические методы утилизации отходов

Направление подготовки: 05.04.06 Экология и природопользование

Профиль образовательной программы: Экологический мониторинг и безопасность окружающей среды

Форма обучения: заочная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций	3
1.1 Лекция № 1 Экологические аспекты утилизации целлюлозосодержащих отходов.....	3
1.2 Лекция № 2 Утилизация отходов пищевой промышленности	4
1.3 Лекция № 3 Отходы животноводства, используемые в биотехнологических процессах.....	6
1.4 Лекция № 4 Традиционное компостирование.....	8
1.5 Лекция № 5 Вермокультивирование и вермокомпостирование.....	9
1.6 Лекция № 6 Утилизация навоза	10
1.7 Лекция № 7 Переработка помета птиц.....	10
1.8 Лекция № 8 Проблема образования и накопления нефтесодержащих отходов.....	11
1.9 Лекция № 9 Современные технологии обезвреживания отходов и загрязнений нефтехимической промышленности.....	12
1.10 Лекция № 10 Удаление тяжелых металлов и утилизация радиоактивных отходов и материалов.....	15
1.11 Лекция № 11 Анаэробное сбраживание отходов и активного ила очистных сооружений в метантенках.....	15
1.12 Лекция №12 Обезвреживание твердых бытовых отходов. Предварительная сепарация и сортировка	17
2. Методические указания по проведению лабораторных занятий	19
2.1 Лабораторная работа № 1, 2 Экологические аспекты утилизации целлюлозосодержащих отходов	19
2.2 Лабораторная работа № 3, 4, 5 Утилизация отходов пищевой промышленности.....	19
2.3 Лабораторная работа № 6, 7, 8 Отходы животноводства, используемые в биотехнологических процессах	19
2.4 Лабораторная работа № 9, 10, 11 Традиционное компостирование.....	19
2.5 Лабораторная работа № 12, 13, 14 Вермокультивирование и вермокомпостирование.....	20
2.6 Лабораторная работа № 15, 16, 17 Утилизация навоза.....	20
2.7 Лабораторная работа № 18, 19, 20 Переработка помета птиц.....	20
2.8 Лабораторная работа № 21, 22, 23, 24, 25 Проблема образования и накопления нефтесодержащих отходов. Современные технологии обезвреживания отходов и загрязнений нефтехимической промышленности	21
2.9 Лабораторная работа № 26, 27 Удаление тяжелых металлов и утилизация радиоактивных отходов и материалов.....	21
2.10 Лабораторная работа № 28, 29, 30, 31 Анаэробное сбраживание отходов и активного ила очистных сооружений в метантенках. Обезвреживание твердых бытовых отходов. Предварительная сепарация и сортировка.....	21
2. Методические указания по проведению практических занятий не предусмотрено РУП.....	21
3. Методические указания по проведению семинарских занятий не предусмотрено РУП.....	21

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1. 1 Лекция № 1 (2 часа).

Тема: «Экологические аспекты утилизации целлюлозосодержащих отходов».

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Биоконверсия и биотрансформация под воздействием ферментов микроорганизмов
2. Гумификация почв целлюлозосодержащими отходами

1.1.2 Краткое содержание вопросов

1. Биоконверсия и биотрансформация под воздействием ферментов микроорганизмов

Растительное сырье - древесные отходы лесного хозяйства и побочные продукты земледелия, составляют традиционную углеводную базу для биотехнологических процессов.

Ежегодная фотосинтезирующая производительность зеленых растений и микроорганизмов составляет $11,5 \times 10^9$ т сухой биомассы.

Составными частями растительной массы являются углеводы в виде целлюлозы, гемицеллюлозы, пентозанов, крахмала, Сахаров, пектина, а также масла, жиры, воски, нуклеиновые кислоты, лигнин, хитин, смолы, белковые вещества, витамины, соли и т.д. Древесное сырье. Представляет собой многолетние растительные ткани, содержащие целлюлозу, лигнин, пентозаны, гемицеллюлозы и др. вещества, образующие клеточный матрикс.

Целлюлоза - наиболее важный субстрат для получения белка. Растительные, особенно древесные отходы содержат около 5 % целлюлозы, что в мировом масштабе превышает 2 млн. т. в год. Это весьма перспективное сырье, но микробная клетка способна утилизировать только продукт деградации целлюлозы - глюкозу или пентозы и органические кислоты, образующиеся при гидролизе гемицеллюлозных субстратов и пентозанов. Поэтому древесное сырье подвергают предварительной обработке: измельчают и гидролизуют. Полисахариды древесины при высоких температурах в присутствии кислот или щелочей переходят в низкомолекулярные усвояемые микроорганизмами соединения, но процесс требует значительных энергетических затрат и ведет к образованию нежелательных побочных продуктов. Кроме того, древесина - продукт дефицитный, так как в мире ее больше используется, чем воссоздается.

Традиционные химические методы, используемые в промышленности для получения целлюлозы, основаны на удалении из древесной биомассы лигнина (делигнификация) путем деструкции биополимеров (целлюлозы, гемицеллюлозы) под действием кислот или щелочей до мономеров (моносахаров), которые затем превращают в этанол (уравнения (1), (2). Гемицеллюлозы подвергаются кислотному гидролизу легче, чем целлюлоза.



целлюлоза глюкоза



Недостатком химического способа конверсии отходов является повышенное содержание токсичного лигнина в отходах (горячие терриконы).

Преимущество биоконверсии обусловлено простотой генома, легкой его адаптацией и лабильностью в среде обитания, высокой скоростью протекания ферментативных реакций при низких температурах (20–60 °C) и наращивания клеточной массы.

Недостатком этого метода является подготовка сырья для деструкции лигнина, низкая рентабельность ферментативного гидролиза. При одинаковой степени деструкции (25–48 %) целлюлозосодержащего сырья производительность гидролизных аппаратов при химической конверсии в 5–10 раз превосходит производительность ферментеров при биоконверсии. Использование комбинированных методов конверсии целлюлозосодержащих отходов природного или антропогенного происхождения.

2. Гумификация почв целлюлозосодержащими отходами

Для оптимизации утилизации целлюлозосодержащих отходов необходимо разработать методологию получения возобновляемых энергетических ресурсов, в основе которой должны лежать принципы энергоемкости, рациональности, доступности, стабильности показателей качества, стандартизации.

В природных экосистемах целлюлозосодержащие биополимеры под действием ферментов живых организмов (грибов базидиомицетов) разрушают химические связи лигнина с полисахаридами (сложноэфирные, гликозидные или простые бензилэфирные) с образованием промежуточных продуктов (целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина и др.). При этом лигнин переходит из связанного состояния (протолигнин) в свободное активное состояние и является источником накопления углерода в органическом веществе почвы и участвует в процессе гумификации почв. Гумификация почв – биохимический процесс превращения продуктов распада органических веществ в гумусовые вещества, который влияет на плодородие почв. При биоконверсии биомассы в почве биополимеры подвергаются деструкции с образованием промежуточных мономеров, которые в свободном активном состоянии вовлекаются в геохимический круговорот веществ и при этом частично расходуются на гумификацию (биосинтез) или на минерализацию (соли, кислоты, газы) (рис. 2). Соотношение органических и минеральных веществ в биомассе различных живых организмов определяется генетическими, биохимическими или экологическими факторами. Они обеспечивают саморегуляцию и самовоспроизведение за счет ферментативных реакций внутри живой клетки.

1. 2 Лекция № 2 (2 часа).

Тема: «Отходы животноводства, используемые в биотехнологических процессах»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Химический состав навоза и навозных стоков
2. Обработка навоза с получением практически ценных продуктов

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Химический состав навоза и навозных стоков

К отходам животноводства относят навоз и стоки животноводческих ферм. Различают подстилочный, твердый навоз (влажность 75-80 %); бесподстилочный, который делится на полужидкий (смесь экскрементов с мочой, влажность до 90 %) и жидкий - навоз с примесью воды (влажность 90-93 %); навозные стоки - навоз, разбавленный водой (влажность более 93 %). С выделениями крупного рогатого скота, свиней, кур, при богатейшем содержании выводится до 30-40 % питательных веществ, получаемых животными с кормами. В основном органическое вещество экскрементов представлено структурными веществами с высоким содержанием углерода (целлюлоза, лигнин, пентозаны) (табл. 2.1):

Таблица 2.1 - Химический состав не разбавленного водой бесподстилочного навоза

Химический	Эксперименты
------------	--------------

состав, %	комплекс на 10 тыс. бычков	комплекс на 2 тыс. коров	комплекс на 108 тыс. голов свиней
Сухое вещество	14,5	10,0	9,8
Азот общий	0,77	0,43	0,72
Фосфор P ₂ O ₅	0,44	0,28	0,47
Калий K ₂ O	0,76	0,50	0,21
Отношение Р:К при N=1	0,6:1	0,7:1,2	0,7:0,3

В связи с этим отношение С:N в кале довольно велико (18-20:1). Однако в смеси кала и мочи оно уменьшается за счет азота мочи до 5-9,1. В стоках свиноферм велико содержание взвешенного осадка (до 21 г/л), повышена концентрация растворимых веществ (до 5,3 г/л). Эти стоки слабощелочные, они представлены в основном солями калия, азота и кальция. В них мало хлоридов и сульфатов. Состав питательных веществ навоза и стоков зависит от их свежести: с увеличением сроков хранения, например, резко падает содержание азота.

Объем питательных элементов во всех стоках животноводческих ферм нашей страны в год эквивалентен 2,2 млн. т. азота, 1 млн. т. фосфора и 1 млн. т. калия. Это в 4 раза превышает количество загрязнений от сточных вод пищевой промышленности и хозяйственно-бытовых стоков объемом 11,8 млн. м³ в год. В настоящее время одним из перспективных способов утилизации стоков животноводческих ферм является культивирование микроорганизмов на питательных средах из этих отходов с получением кормовой и технической биомассы.

2. Обработка навоза с получением практически ценных продуктов

При использовании для приготовления питательных сред большинства перечисленных источников сырья, сульфитных щелоков, различных видов углеводородного сырья необходимо вносить в среду дополнительно микроэлементы, азотное и фосфорное питание, витамины. Для этого используют кукурузный экстракт, дрожжевые автолизаты и гидролизаты, отходы производства витаминов, лимонной кислоты и др. В состав сред вводят минеральные соли, содержащие азот, фосфор, калий, магний и другие элементы. Источником азота в среде может быть аммиак, который поддерживает pH на определенном уровне.

Решающее значение для проведения биотехнологических процессов имеет химический и биологический состав воды. Вода не должна содержать токсических загрязнений, вирусов и спор.

В процессе подготовки питательных сред важное значение имеет смешивание и стабилизация готовой реакционной среды. Подготовка питательных сред сопряжена с использованием различных методов ее обработки: физико-механических (измельчение компонентов, гомогенизация, перемешивание, растворение, фильтрация, тепловая обработка); химических (регулирование окислительно-восстановительного потенциала, pH среды, ионной силы, осмотического давления, гидролиз, нейтрализация); биологических (оценка среды на стерильность, предварительное культивирование на среде, ферментативный гидролиз, изомеризация).

Готовые среды могут не требовать стерилизации, и после приготовления на них можно культивировать микроорганизмы. В некоторых случаях питательные среды необходимо стерилизовать, что можно осуществить путем нагрева, озонирования, стерилизующей фильтрации, хлорирования, обработки формалином или облучения.

1.3 Лекция № 3 (2 часа)

Тема: «Вермокультивирование и вермокомпостирование»

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Вермокультивирование
2. Цели вермокомпостирования

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Вермокультивирование.

Процессы переработки твердых органических отходов и субстратов с помощью культуры дождевых (в англоязычной и немецкоязычной литературе – земляных) червей, использующих органические вещества в качестве источника питания (и одновременно среды обитания), называются вермикультивирование и вермикомпостирование (от латинского *vermis* – червь). При переработке отходов этими методами конечными продуктами являются биогумус (органическое удобрение) и биомасса дождевых червей.

Вермикультивирование в большей степени ориентировано на получение массы дождевых червей с целью их последующего использования в качестве кормовой добавки в рационах питания птиц и свиней, в фармацевтике, а также в технологиях обезвреживания почвенных загрязнений, восстановления почв и повышения их плодородия.

2. Цели вермокомпостирования.

Основные цели вермикомпостирования – переработка органических субстратов для получения удобрительных компостов (биогумуса) и восстановления плодородия почв, обезвреживание бытовых отходов, осадков сточных вод, других отходов, трудно поддающихся утилизации. Дождевые (земляные) черви стали объектом пристального научного внимания и практической деятельности в области земледелия, кормопроизводства и экологии благодаря своим уникальным свойствам: неприхотливости к условиям питания и содержания, быстрому приросту биомассы и высокому содержанию белков в их теле. Они рассматриваются в настоящее время как одно из приоритетных средств ведения «биологического земледелия» и экологически чистого сельскохозяйственного производства, переработки различных органических отходов.

Лекция № 4 (2 часа)

Тема : «Проблема образования и накопления нефтесодержащих отходов»

1.4. 1 Вопросы лекции:

1. Негативное воздействие нефти нефтесодержащих отходов на окружающую среду.
2. Проблема удаления нефти и нефтесодержащих отходов

1.4.2 Краткое содержание вопросов

1. Негативное воздействие нефти нефтесодержащих отходов на окружающую среду.

Основным источником углеводородного сырья и основным энергоносителем в России является нефть. Предприятия топливно-энергетического комплекса России, в том числе по добыче и транспортировке нефти, несмотря на снижение объемов производства, по сравнению с 1990 г. остаются крупнейшим в промышленности источником загрязнения окружающей среды. Экологические проблемы начинаются уже на стадии добычи нефтяного сырья и его транспортировки к потребителю. По статистическим данным, ежегодно происходит более 60 крупных аварий и около 20 тыс. случаев, сопровождающихся значительными разливами нефти, попаданием ее в водоемы, гибелью людей, большими материальными потерями. В связи с увеличением количества

чрезвычайных ситуаций, которое обусловлено ростом добычи нефти, износом основных производственных фондов (в частности, трубопроводного транспорта), а также диверсионными актами на объектах нефтяной отрасли, участвовавшими в последнее время, негативное воздействие разливов нефти на окружающую среду становится все более существенным. Экологические последствия при этом носят трудно учитываемый характер, поскольку нефтяное загрязнение нарушает многие естественные процессы и взаимосвязи, существенно изменяет условия обитания всех видов живых организмов и накапливается в биомассе. Предприятия топливно-энергетического комплекса (ТЭК) России остаются крупнейшим в промышленности источником загрязнения окружающей среды. На их долю приходится около 48 % выбросов вредных веществ в атмосферу, 27 % сброса загрязненных сточных вод, свыше 30 % твердых отходов и до 70 % общего объема парниковых газов]. В настоящее время особенно актуальным является вопрос об утилизации имеющихся отходов, среди которых одно из ключевых мест занимают отходы переработки нефти и горючих сланцев.

2. Проблема удаления нефти и нефтесодержащих отходов.

По объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (3113,4 тыс. т) нефтедобывающая отрасль вышла на третье место в промышленности (около 20 % выбросов от стационарных источников в промышленности). Более половины отраслевых выбросов (59 %) приходится на оксид углерода, примерно поровну — на углеводороды (16 %) и летучие органические соединения (15 %).

Нефтесодержащие отходы включают топливные, маслосодержащие отходы и смазочно-охлаждающие жидкости, нефтешламы, а также отходы нефтехимических производств (кислые гудроны, битумы и др.).

К наиболее опасным загрязнителям (с точки зрения экологии) относят нефтешламы, которые образуются на всех этапах добычи, транспортировки и переработки нефти.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часов).

Тема: «Утилизация отходов пищевой промышленности»

2.1.1 Цель работы: Получение практически ценных продуктов из вторичных отходов пищевой промышленности.

2.1.2 Задачи работы: использование отходов пищевой промышленности в качестве питательных сред для получения ценных продуктов метаболизма грибов.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Набор демонстрационного оборудования (мультимедиа проектор, экран, ноутбук, средства звуковоспроизведения) и учебно-наглядные пособия.

2.1.4 Описание (ход) работы: рассмотреть посев гриба и экстракции продуктов метаболизма. Краткий конспект.

2.2 Лабораторная работа № 2 (2 часов).

Тема: «Традиционное компостирование».

2.2.1 Цель работы: изучить основы традиционного компостирования

2.2.2 Задачи: освоить методику компостирования навоза и птичьего помета. Выделить чистые культуры аборигенных микроорганизмов.

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Набор демонстрационного оборудования (мультимедиа проектор, экран, ноутбук, средства звуковоспроизведения) и учебно-наглядные пособия.

2.2.4 Описание (ход) работы: рассмотреть методику компостирования навоза и птичьего помета. сделать посев в различных разведениях, изучить выросшие колонии, проверить чистоту культуры. Сделать краткий конспект. Схемы.

2.3 Лабораторная работа № 3 (2 часов).

Тема: «Утилизация навоза»

2.3.1 Цель работы: подбор условий для биосинтеза биологически активных веществ.

2.3.2 Задачи: освоить способы выявления антибиотических свойств у аборигенных микроорганизмов.

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Набор демонстрационного оборудования (мультимедиа проектор, экран, ноутбук, средства звуковоспроизведения) и учебно-наглядные пособия.

2.3.4 Описание (ход) работы: рассмотреть способы выявления антибиотических свойств у аборигенных микроорганизмов. Сделать краткий конспект. Схемы.

2.4 Лабораторная работа № 4 (2 часов).

Тема: «Переработка помета птиц»,

2.4.1 Цель работы: подбор условий для биосинтеза биологически активных веществ у микроорганизмов при росте на птичьем помете.

2.4.2 Задачи: освоить способы выявления антибиотических свойств у аборигенных микроорганизмов.

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Набор демонстрационного оборудования (мультимедиа проектор, экран, ноутбук, средства звуковоспроизведения) и учебно-наглядные пособия.

2.4.4 Описание (ход) работы: рассмотреть методики переработки птичьего помета. Сделать краткий конспект. Схемы.

2.5 Лабораторная работа № 5 (2 часов).

Тема: «Современные технологии обезвреживания отходов и загрязнений нефтехимической промышленности»

2.5.1 Цель работы: определение активности нефтедеструктора на нефтешламе.

2.5.2 Задачи: научиться определять активность нефтедеструкторов на нефтешламе

2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Набор демонстрационного оборудования (мультимедиа проектор, экран, ноутбук, средства звуковоспроизведения) и учебно-наглядные пособия.

2.5.4 Описание (ход) работы: рассмотреть современные технологии обезвреживания отходов и загрязнений нефтехимической промышленности. научиться определять активность нефтедеструкторов на нефтешламе. Сделать краткий конспект. Схемы.

2.6 Лабораторная работа № 6 (2 часа).

Тема: «Удаление тяжелых металлов и утилизация радиоактивных отходов и материалов»

2.6.1 Цель работы: определить способность к сорбции тяжелых металлов у грибов.

2.6.2 Задачи: обосновать адсорбционную способность клеточной стенки гриба.

2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Набор демонстрационного оборудования (мультимедиа проектор, экран, ноутбук, средства звуковоспроизведения) и учебно-наглядные пособия.

2.6.4 Описание (ход) работы: рассмотреть методы удаления тяжелых металлов и утилизация радиоактивных отходов и материалов. Сделать краткий конспект. Схемы.

2.7 Лабораторная работа № 7 (2 часов).

Тема: «Анаэробное сбраживание отходов и активного ила очистных сооружений в метантенках». «Обезвреживание твердых бытовых отходов. Предварительная сепарация и сортировка»

2.7.1 Цель работы: обосновать эффективность анаэробной переработки ТБО в метантенках.

2.7.2 Задачи: изучить технологию метаногенерации.

2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Набор демонстрационного оборудования (мультимедиа проектор, экран, ноутбук, средства звуковоспроизведения) и учебно-наглядные пособия.

2.8.4 Описание (ход) работы: Составить отчет по метаногенезу ТБО.

2.8 Лабораторная работа № 8 (2 часов).

Тема: «Обезвреживание твердых бытовых отходов. Предварительная сепарация и сортировка»

2.8.1 Цель работы: обосновать эффективность анаэробной переработки ТБО в метантенках.

2.8.2 Задачи: изучить технологию метаногенерации.

2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран), учебная доска, методическое пособие, схемы чашки Петри, стерильные питательные среды, сито с ячейками, встряхиватель, стерильная вода, стерильные пробирки и колбы, реактивы, индикаторы.

2.8.4 Описание (ход) работы: Составить отчет по метаногенезу ТБО.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ не предусмотрено РУП

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ не предусмотрено РУП