

**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

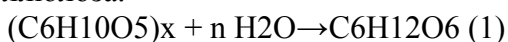
Растительное сырье - древесные отходы лесного хозяйства и побочные продукты земледелия, составляют традиционную углеводную базу для биотехнологических процессов.

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

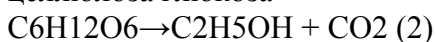
Составными частями растительной массы являются углеводы в виде целлюлозы, гемицеллюлозы, пентозанов, крахмала, Сахаров, пектина, а также масла, жиры, воски, нуклеиновые кислоты, лигнин, хитин, смолы, белковые вещества, витамины, соли и т.д. Древесное сырье. Представляет собой многолетние растительные 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 (горящие 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_2O_5	0,44	0,28	0,47
Калий K_2O	0,76	0,50	0,21
Отношение P:K при N=1	0,6:1	0,7:1,2	0,7:0,3

В связи с этим отношение C: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, участившимися 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 нефтеструктора на нефтешламе.

2.5.2 Задачи: научиться определять активность нефтеструкторов 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 нефтеструкторов 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