



Всероссийская олимпиада студентов «Я – профессионал»

Задания заключительного (очного) этапа
по направлению «Биотехнологии»

Категория участия: «Магистратура/Специалитет»

Вариант состоит из двух блоков. В первом блоке представлено пять заданий и Вам необходимо ответить **на каждое** из них. Максимальное количество баллов за первый блок – 60. Во втором блоке Вам необходимо выбрать только **одно** из предложенных заданий. Максимальное количество баллов за второй блок – 40.

Желаем удачи!

БЛОК 1.

Блок 1. Задание 1 – «Красная» биотехнология

Ферменты и каталитические явления занимают ключевое место в жизни и развитии организмов. Более 99% реакций в биологических системах катализируются ферментами, являющимися специфичными для определённых видов субстратов. Однако, действие ферментов зависит от различных факторов (рН, температура среды, наличие активаторов и ингибиторов и т.д.) и строго контролируется на протяжении всего жизненного цикла.

Задание:

1. Наибольшую активность данный фермент проявляет при рН 5,0-7,0 в зависимости от источника выделения фермента. Одним из субстратов данного фермента являются низкомолекулярные соединения, дающие яркое окрашивание при взаимодействии с трёхвалентным хлоридом железа и белый осадок при реакции с бромной водой. Активный центр этого фермента содержит ион трёхвалентного металла.

- Напишите, о каком ферменте речь.
- К какому классу он относится?
- Какой ион входит в состав фермента?
- Назовите не менее двух субстратов, катализируемых данным ферментом.
- Напишите основную функцию данного фермента.
- Каким образом добывают данный фермент?
- Изобразите общую схему и опишите механизм действия данного фермента;

2. Дайте характеристику ферментному препарату Проторизин Пх. Какая культура является продуцентом данного препарата?



Блок 1. Задание 2 – «Зелёная» биотехнология

Животноводческий комплекс «Заря» специализируется на выращивании КРС молочного направления. В последнее время поголовье данного комплекса дает все меньше молока, а пищевая ценность последнего по БЖУ снижается. Известно, что использование специальных кормовых белков может помочь в решении сложившейся проблемы.

Задание:

1. Укажите пять основных биотехнологических источников кормовых белков для КРС. Укажите их достоинства и недостатки. Какие еще меры с точки зрения биотехнологии можно предпринять, чтобы повысить надои и улучшить качество молока? Предложите биотехнологический способ переработки отходов животноводческого комплекса.
2. Ферменты – одни из самых распространенных и полезных инструментов в биотехнологии и генной инженерии, который также используется и при производстве кормовых белков. Однако сами химические процессы протекают лишь в небольшом участке фермента, который называется активный центр. Объясните, каким образом устроен активный центр молекулы фермента? Как кислотность среды (рН) оказывает влияние на каталитическую способность фермента?
3. Трансляция – конечный матричный синтез, который обеспечивает передачу генетической информации от ДНК к белку. Именно в процессе трансляции синтезируется большинство белков клетки. Данный процесс протекает с участием рибосом и имеет свои «контрольные точки». Что является сигналом к завершению рибосомального синтеза белка? Могут ли эти сигналы иметь другую трактовку?
4. В середине двадцатого века были разработаны химические методы определения аминокислотной последовательности в белках и пептидах. В настоящее время их применяют не так часто, но все же они сохранили свою актуальность и по сей день. Из молока трансгендерных животных выделили неизвестный пептид.
 - При обработке неизвестного пептида по методу Сэнгера выявлен ДНФ-глицин.
 - При обработке бромцианом обнаружено два пептида: первый состоит из Met и Gly; второй – из Ile, His, Lys, Val, Phe и Asn.
 - При обработке пептида карбоксипептидазой – валин.
 - В триптическом гидролизате обнаружено два пептида: первый состоит из Met, Lys, Gly и Asn; второй – из Phe, His, Val и Ile.
 - В химотриптическом гидролизате найдено два пептида: первый содержит Lys, Asn, Met, Phe, Gly и Ile; второй – His и Val.Выведите на основании всей совокупности данных первичную структуру исходного пептида. Для решения задачи используйте данные, представленные в таблице 1 и 2:



Таблица 1

Аминокислоты	Трехбуквенный код	Однобуквенный код
Аланин	Ala	A
Аргинин	Arg	R
Аспарагин	Asn	N
Аспартат	Asp	D
Цистеин	Cys	C
Глутамин	Gln	Q
Глутамат	Glu	E
Глицин	Gly	G
Гистидин	His	H
Изолейцин	Ile	I
Лейцин	Leu	L
Лизин	Lys	K
Метионин	Met	M
Фенилаланин	Phe	F
Пролин	Pro	P
Серин	Ser	S
Треонин	Thr	T
Триптофан	Trp	W
Тирозин	Tyr	Y
Валин	Val	V

Таблица 2

Химический реагент/ Гидролитический фермент	Специфичность действия/ Сайт гидролиза
Кислотный гидролиз	Расщепление всех пептидных связей (Gln и Asn превращаются в соответствующие кислоты)
Динитрофторбензол (ДНФ), реактив Сэнгера	Отщепление концевой аминокислоты с N-конца в виде ДНФ-производного
Бромциан	Расщепление пептидной связи после карбоксильной группы метионина (Met)
Трипсин	Lys-X, Arg-X, где X – любая аминокислота, кроме Pro
Химотрипсин	Tyr-X, Phe-X, Trp-X, где X – любая аминокислота, кроме Pro
Карбоксипептидаза	Отщепление концевой аминокислоты с C-конца

5. Основная догма молекулярной биологии выглядит как ДНК→РНК→белок. Однако для решения ряда задач можно двигаться и в противоположную сторону. Предложите несколько вариантов структур мРНК и кДНК, кодирующих участок казеина молока: -Ala-Phe-Leu-. Для решения данной задачи воспользуйтесь таблицей 3.



Таблица 3

Первый нуклеотид	Второй нуклеотид				Третий нуклеотид
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	Стоп	Стоп	А
	Лей	Сер	Стоп	Трп	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

Блок 1. Задание 3 – «Белая» биотехнология

Чай – древнейший напиток, представляющий собой уникальный продукт, обладающий пищевой и биологической ценностью и тонизирующими свойствами. В зависимости от степени ферментированности все многообразие чаев делят на четыре основных типа: черный, зеленый, красный и желтый. Биохимические процессы обработки чайного листа определяют химический состав и основные вкусовые и ароматические свойства каждого типа чая.

Задание:

1. Охарактеризуйте биохимический состав чая.
2. Перечислите стадии классической технологии получения черного чая и охарактеризуйте происходящие процессы.
3. В чем отличие технологии производства зеленого чая от технологии получения черного чая.
4. Как в промышленных условиях осуществляется процесс пропаривания чайного листа?
5. Какие факторы определяют качество получаемого зеленого чая.
6. Какая степень ферментированности характерна для красного и желтого чаев?

Блок 1. Задание 4 – «Серая» биотехнология

Сотрудники Исследовательского института солнечной энергии (SERI) в Австрии обнаружили анаэробную бактерию *Thermobacteroides saccharolyticum*, которая при температуре выше 40 С вызывает деградацию гемицеллюлоз, содержащихся в фураже или древесных отходах. Среди полученных конечных продуктов были этанол и молочная кислота. Сейчас проводится полногеномный анализ бактерии с попыткой определить ключевые ферменты пути превращения гемицеллюлоз.



Задание:

1. Дайте характеристику, что такое гемицеллюлозы и где они встречаются? Какие компоненты гемицеллюлоз Вам известны? Приведите химические формулы.
2. Для чего необходимо знать пути расщепления гемицеллюлоз, с точки зрения экологических биотехнологий? Предположите, какие ферменты, участвуют в расщеплении гемицеллюлоз? Какие связи они будут расщеплять и к какому классу ферментов, по международной классификации ферментов (КФ Х.Х.Х.ХХ) они могут быть отнесены?
3. В ходе протекания каких биохимических превращений может образовываться этанол и молочная кислота. Напишите уравнения реакций.
4. Какие микроорганизмы, помимо бактерий, могут участвовать в расщеплении гемицеллюлоз? Какие факторы, могут оказывать влияние на распад гемицеллюлоз?

Блок 1. Задание 5 – Контроль биотехнологического производства

В лабораторию контроля качества поступили 3 образца. Для каждого образца необходимо установить содержание примесей методом ВЭЖХ и подтвердить подлинность основного вещества методами ЯМР.

1. Для определения количественного состава компонентов в полученных препаратах воспользовались методом ВЭЖХ.

По требованиям нормативной документации содержание каждой примеси не должно превышать 1,5 % от основного вещества, а сумма всех примесей — не более 5 % от действующего вещества. Содержание основного вещества должно быть не менее 7 мг/мл и не более 9 мг/мл.

После анализа получили первичные данные, которые представлены в Таблице 1. Проведите необходимые заключения и сделайте вывод, заполнив Таблицу 2, какой (или какие) из представленных образцов соответствуют всем параметрам.

Таблица 1

Первичные данные

Объект	Вещество	Средняя площадь под пиком
1	Примесь 1	213
	Примесь 2	55
	Примесь 3	314
	Основное вещество	13675
	Стандартный раствор основного вещества (8 мг/мл)	14878
2	Примесь 1	325
	Примесь 2	0
	Примесь 3	468
	Основное вещество	16752
	Стандартный раствор основного вещества (8 мг/мл)	14878
3	Примесь 1	0
	Примесь 2	55
	Примесь 3	314
	Основное вещество	14055
	Стандартный раствор основного вещества (8 мг/мл)	14878



Стандартный раствор основного вещества (8 мг/мл)	14878
--	-------

Таблица 2

Фрагмент протокола испытаний

Образец	Параметр	Требуемое значение	Полученное значение	Вывод (+ или -)
1	Содержание единичной примеси	Не более 1,5 % от основного вещества	Примесь 1 — Примесь 2 — Примесь 3 —	
	Сумма всех примесей	Не более 5 %		
	Содержание основного вещества	Не менее 7 мг/мл и не более 9 мг/мл		
Общий вывод для образца				
2	Содержание единичной примеси	Не более 1,5 % от основного вещества	Примесь 1 — Примесь 2 — Примесь 3 —	
	Сумма всех примесей	Не более 5 %		
	Содержание основного вещества	Не менее 7 мг/мл и не более 9 мг/мл		
Общий вывод для образца				
3	Содержание единичной примеси	Не более 1,5 % от основного вещества	Примесь 1 — Примесь 2 — Примесь 3 —	
	Сумма всех примесей	Не более 5 %		
	Содержание основного вещества	Не менее 7 мг/мл и не более 9 мг/мл		
Общий вывод для образца				

2. Каждый образец проанализировали по параметру «Подлинность» методом ЯМР. Структура действующего вещества представлена на рисунке 1. На рисунках 2—4 приведены ЯМР-хроматограммы каждого образца. Сделайте вывод, какой (или какие) образцы содержат вещество со структурой на рисунке 1 как действующее вещество. Поясните свои вывод.

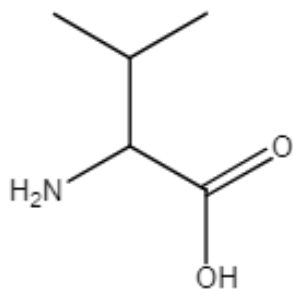
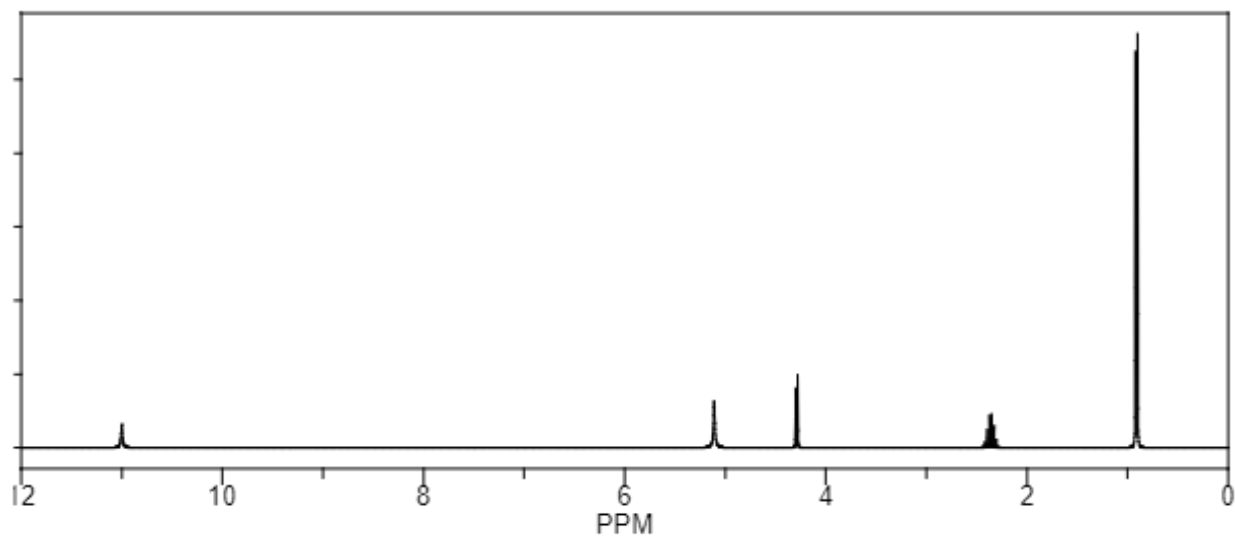


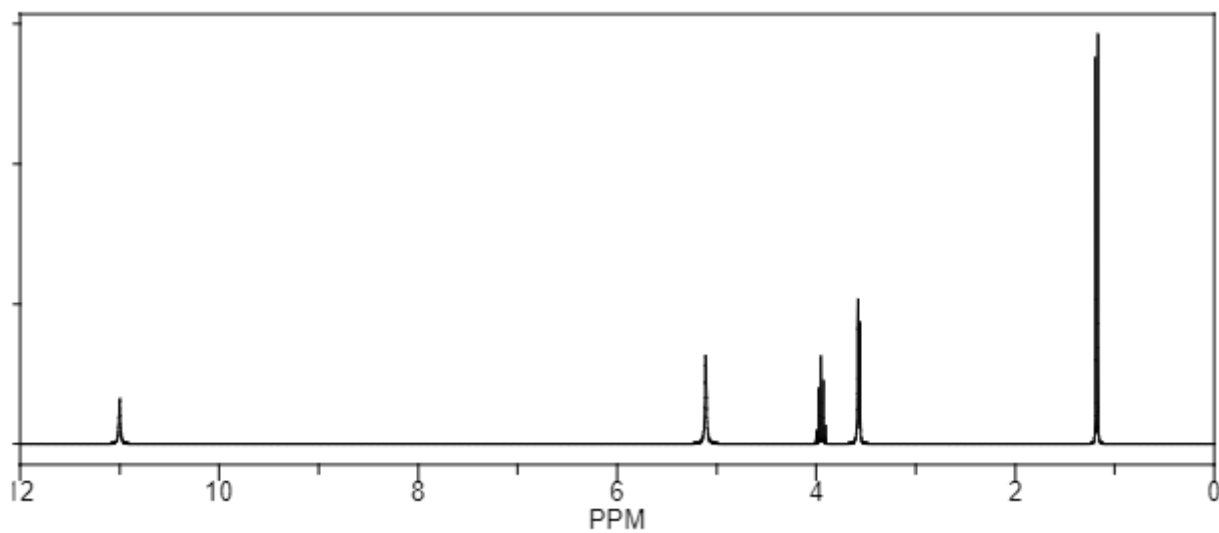
Рисунок 1 — Структура действующего вещества



Увеличенный фрагмент



Рисунок 2 — ¹H-ЯМР спектр образца 1 и увеличенный фрагмент





Увеличенный фрагмент

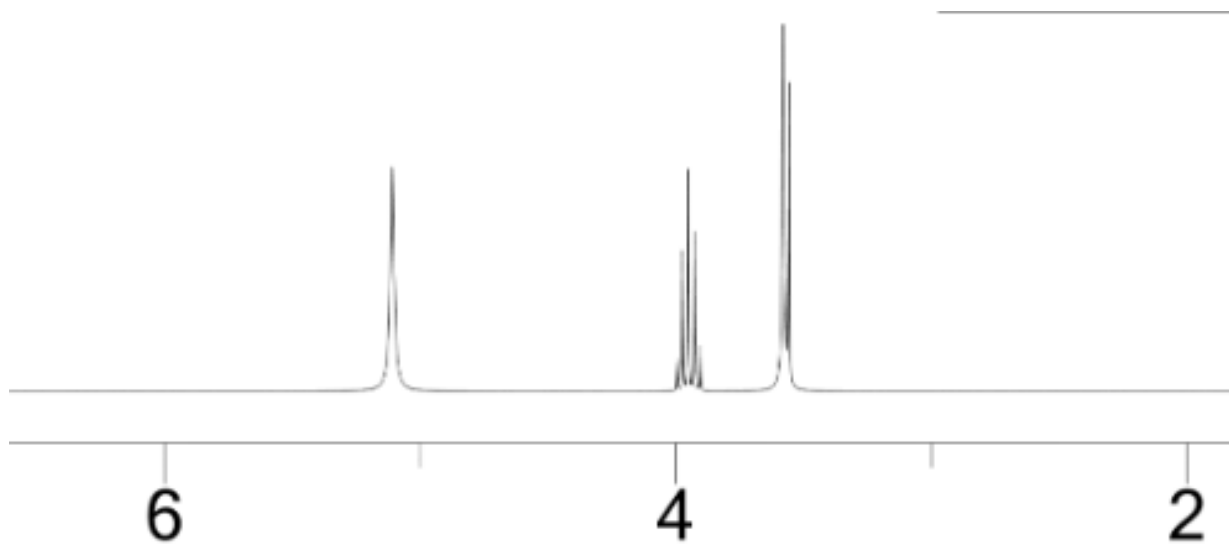
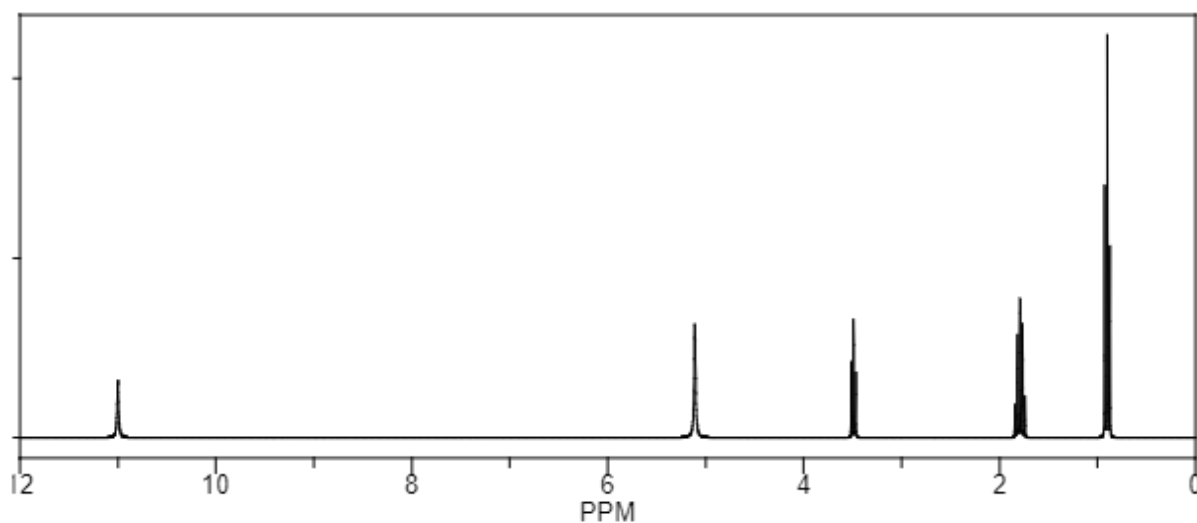


Рисунок 3 — ¹H-ЯМР спектр образца 2 и увеличенный фрагмент.



Увеличенный фрагмент

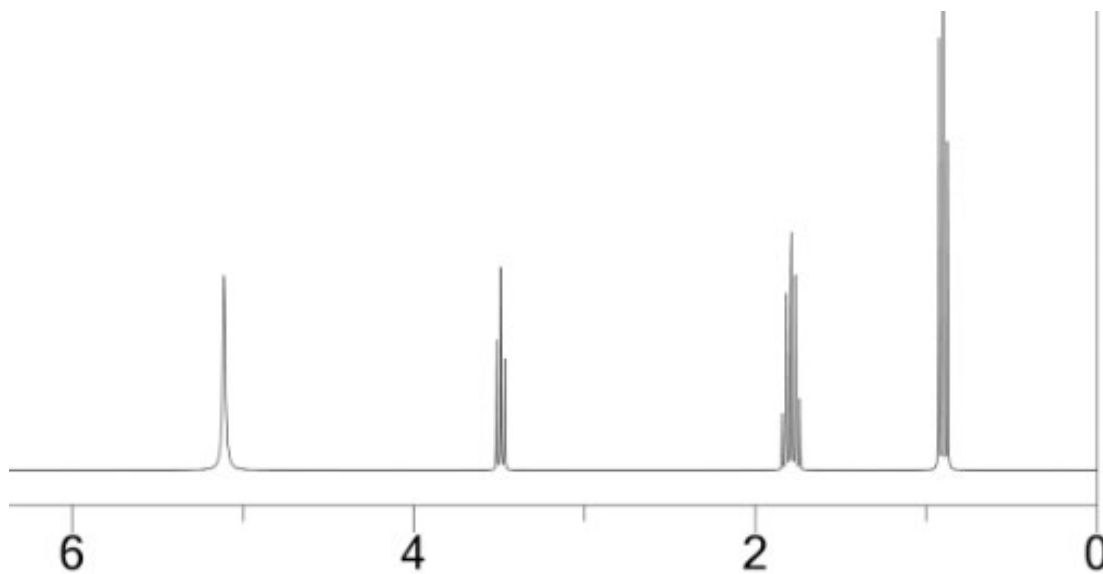




Рисунок 4 — ¹H-ЯМР спектр образца 3 и увеличенный фрагмент.

БЛОК 2

Блок 2. Задание 1 — «Красная» биотехнология

Разработка биотехнологических процессов культивирования продуцента, выделения и очистки белка, удовлетворяющего требованиям EUR. Ph. и ВОЗ к белкам-носителям конъюгированных вакцин

Бактериальные вакцины могут быть представлены в виде аттенуированных или инактивированных микроорганизмов, рекомбинантных белков или полисахаридных антигенов. Использование полисахаридных антигенов, как правило, не приводит к развитию стойкого иммунного ответа. В связи с этим основным направлением получения бактериальных вакцин, содержащих полисахаридные антигены, является конъюгирование с белками носителями.

Задание:

1. Приведите перечень разрешённых в мировой практике белков носителей для производства бактериальных вакцин и укажите основные требования к их качеству.
2. На основании перечня выберите один белок и составьте процесс получения одного из разрешённых белков носителей, соответствующих требованиям ВОЗ и Eur. Ph. по полному циклу.
3. В рамках ответа уделите внимание условиям культивирования, выделения и очистки целевого белка (с указанием оборудования и необходимых особенностей).

Блок 2. Задание 2 — «Зеленая» биотехнология

БАД на основе природных каротиноидов

Природные вещества класса терпенов успешно используются в качестве биологически активных компонентов при создании современных биологически активных добавок (БАД). В частности особую важность имеют тетратерпеновые соединения и их производные. Для получения каротиноидов (например β -каротина) из природного сырья можно эффективно применять процессы адсорбции и соответствующие адсорбционные технологии.

Задание:

Предложите адсорбент, технологию, принципиальную схему установки, которая позволит не только выделять β -каротин, но и регулировать его концентрацию при производстве БАД в пределах рекомендуемой суточной дозы.

Блок 2. Задание 3 — «Белая» биотехнология

Переработка отходов глубокой переработки зерна в биогаз и удобрение

Получение биогаза. В большинстве стран мира предпочтение по переработке органических отходов заводов глубокой переработке зерна отдается получению биогаза. Биогаз плохо растворяется в воде, по своим теплотворным свойствам он сравним с лучшими видами топлив. Его можно



трансформировать в электрическую и тепловую энергии. Наиболее распространенной является микробиологическая безотходная технология производства биогаза.

Получение высококачественных удобрений. Органические отходы пищевых предприятий являются хорошими удобрениями или кормами, однако коэффициент полезного действия этих удобрений составляет 10 – 15% от возможного. При ферментации этих отходов в биогазовой установке происходит улучшение их качеств. В связи с этим полученный в результате сбраживания переброженный субстрат может быть внесен на поля для обогащения их азотом и другими минеральными веществами, присутствующими в нем.

Полимерные системы с контролируемым высвобождением БАС для удобрений. В последнее время биоразлагаемые полимеры в качестве покрытий для удобрений с медленным / контролируемым высвобождением вызвали интерес благодаря своему потенциалу повышения эффективности использования удобрений и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Компания АО «СИБАГРО БИОТЕХ» планирует строительство комбината по глубокой переработке пшеницы в СФО мощностью 250 000 тонн/год переработки пшеницы. Производимыми продуктами предприятия будут: глютен пшеничный, аминокислоты, гранулы PLA. Актуально стоит вопрос переработки органических отходов производства, в том числе: жидкая фаза отделения выделения крахмала, концентрат фильтрации сиропа, отруби пшеничные, биомасса от производства молочной кислоты.

Задание:

1. Предложить высокоэффективную комплексную технологию переработки органических отходов глубокой переработки зерна с производством биогаза и высококачественных удобрений с применением современных решений.
2. Исследовать возможность и предложить наиболее эффективный вариант продукта с применением PLA для производства удобрения с контролируемым высвобождением БАС.

При разработке решения необходимо руководствоваться как технологическими, так и экономическими критериями. *Технологические критерии:* эффективные биокатализаторы, применение полимерных систем, оригинальная идея, которая может быть реализована в технологическом процессе, максимальная безотходность, энергоэффективность и т.д. *Экономические критерии:* себестоимость продуктов, производственные и транспортные издержки.

Блок 2. Задание 4 – «Серая» биотехнология

«Переработка пищевых отходов»

Площадь полигонов для складирования бытовых отходов в России очень велика. Отходы практически не перерабатываются, и поэтому площадь захваченных ими территорий постоянно растет. Проблема переработки пищевых отходов и поиск технологических решений, направленных на сокращение их количества в условиях розничной торговли, оптимизацию и повышение эффективности процессов по сбору, переработке и утилизации пищевых отходов являются актуальными задачами. Пряности, утратившие потребительские свойства являются отходами V класса опасности в дисперсном состоянии.

Задание:



Предложите решения, которые позволят экологично и в нужном объёме утилизировать/перерабатывать в продукт с добавленной стоимостью образующиеся отходы пряностей, при этом сократить затраты на утилизацию/вывоз отходов из магазинов. Ваше решение должно быть применимо в условиях магазинов или распределительных центров, куда свозятся отходы с нескольких магазинов.

Блок 2. Задание 5 – «Контроль биотехнологического производства»

Микрокомпоненты железа, меди, марганца и цинка являются важной составляющей при питании растений. Данные элементы способствуют росту и их развитию. Наиболее легко усваиваемой формой для растения является хелатная форма. Жидкие микроудобрения в хелатной форме можно получить при последовательном смешении лимонной кислоты и солей железа(II), цинка, марганца (II), меди(II) в виде сульфатов. Процесс проводят без нагревания. Ожидается, что конечный продукт, имеющий окраску, будет комплексным соединением.

Задание:

1. Предложить технологическую схему производства таких микроудобрений, включающую технологические и контрольные операции.
2. Установить этапы, требующие контрольных операций и параметры контроля.
3. Предложить возможные методики при проведении контрольных операций и способ подтверждающий образование комплексных (хелатных) соединений в конечном продукте.