

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

С. В. Агафонова

БИОКОНВЕРСИЯ И БИОКАТАЛИЗ В ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в магистратуре по направлению подготовки
19.04.01 Биотехнология
(профиль «Пищевая биотехнология»)

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 663/664

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания
ФГБОУ ВО «КГТУ» О. В. Анистратова

Агафонова, С. В.

Биоконверсия и биокатализ в пищевой биотехнологии: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студ. магистратуры по напр. подгот. 19.04.01 Биотехнология / С. В. Агафонова – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 32 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Биоконверсия и биокатализ в пищевой биотехнологии» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля для направления подготовки 19.04.01 Биотехнология, форма обучения очная.

Табл. 4, список лит. – 10 наименований

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой пищевой биотехнологии 17 мая 2022 г., протокол № 9

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 26 мая 2022 г., протокол № 6

УДК 663/664

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2022 г.
© Агафонова С. В., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ	17
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА.....	22
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	24
ПРИЛОЖЕНИЯ	26

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины «Биоконверсия и биокатализ в пищевой биотехнологии» является формирование знаний и навыков по биоконверсии и биокатализу растительного и животного сырья, создание необходимой базы для изучения дисциплин профессионального цикла и для повышения общей культуры.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение общих принципов и отдельных стадий биоконверсии пищевого сырья; фундаментальных разделов технологии биоконверсии пищевого сырья для понимания основных закономерностей различных процессов, происходящих при биоконверсии; основных групп ферментов, используемых в процессе биоконверсии;

- приобретение навыков использования и применения ферментов в технологии биоконверсии пищевого сырья;

- формирование базовых знаний, умений и навыков в области биоконверсии пищевого сырья для управления процессом производства продуктов биотехнологии на основе превращений основных структурных компонентов.

При реализации дисциплины «Биоконверсия и биокатализ в пищевой биотехнологии» организуется практическая подготовка путем проведения лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- общие принципы и отдельные стадии биоконверсии и биокатализа в пищевой биотехнологии;

- фундаментальные разделы технологии биоконверсии и биокатализа в пищевой биотехнологии для понимания основных закономерностей физических, химических, биохимических,

биотехнологических процессов происходящих при биоконверсии и биокатализа с целью освоения технологии продуктов питания из растительного и животного сырья;

- основные группы ферментов, используемые в процессах биоконверсии и биокатализа;

уметь:

- использовать базовые знания в области технологии биоконверсии и биокатализа растительного и животного сырья для управления процессом

производства продуктов питания на основе превращений основных структурных компонентов;

- подбирать условия проведения технологических процессов биоконверсии и биокатализа.

владеть:

- навыками использования и применения ферментов в технологии биоконверсии и биокатализа растительного и животного сырья;

- приемами биотрансформации свойств сырья и пищевых систем на основе использования фундаментальных знаний в области биохимии и биотехнологии растительного и животного сырья;

- навыками проведения теоретических и экспериментальных исследований с использованием информационных технологий.

Результатами освоения дисциплины «Биоконверсия и биокатализ в пищевой биотехнологии» являются следующие компетенции:

- готовность к планированию, организации и проведению научно-исследовательских работ в области биотехнологии, способность проводить корректную обработку результатов экспериментов и делать обоснованные заключения и выводы;

- способность проводить анализ научной и технической информации в области биотехнологии и смежных дисциплин с целью научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок.

Для успешного освоения дисциплины «Биоконверсия и биокатализ в пищевой биотехнологии», студент должен активно работать на лекционных и лабораторных занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые задания по отдельным темам, задания и контрольные вопросы по лабораторным занятиям. Тестирование обучающихся проводится на лекционных занятиях после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед проведением тестирования преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после проведения тестирования проводит анализ его работы. Перечень примерных тестовых заданий представлен в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета, к которому допускаются студенты, освоившие темы курса и имеющие положительные оценки.

К зачету допускаются студенты:

- положительно аттестованные по результатам промежуточной аттестации (получившие при этой аттестации оценку «зачтено»);
- получившие положительную оценку по результатам лабораторного практикума;
- получившие оценку «зачтено» по результатам выполнения индивидуального задания.

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

Для успешного освоения дисциплины «Биоконверсия и биокатализ в пищевой биотехнологии» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия.

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Биоконверсия и биокатализ в пищевой биотехнологии», студент должен научиться работать на лекциях, лабораторных занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее материалом, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливая их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

Тематический план лекционных занятий представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объем (трудоемкость освоения) и структура лекционных занятий

Номер темы	Содержание лекционного курса	Кол-во часов лекционных занятий
1	Ферменты. Основные понятия.	2
2	Биоконверсия белков в пищевой биотехнологии.	3
3	Биоконверсия крахмала в пищевой биотехнологии.	1
4	Биоконверсия некрахмалистых углеводов в пищевой биотехнологии.	2
5	Биоконверсия липидов в пищевой биотехнологии.	1
6	Другие ферменты в пищевой биотехнологии.	1
Итого		10

Если лектор приглашает студентов к дискуссии, то необходимо принять в ней активное участие. Если на лекции студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, он может в конце лекции задать эти вопросы лектору курса дисциплины.

Тема 1. Ферменты. Основные понятия

Ключевые вопросы темы:

1. Введение. Ферменты. Определение. Номенклатура ферментов. Оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы.
2. Специфичность ферментов. Абсолютная специфичность. Групповая специфичность. Специфичность к связи. Стереохимическая специфичность. Модель «ключ-замок». Модель индуцированного соответствия.
3. Механизм действия ферментов. Фермент-субстратный комплекс. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментена.
4. Активность фермента. Факторы, влияющие на активность ферментов. Аллостеризм, кофакторы, коферменты, ингибиторы.
5. Промышленные ферментные препараты для пищевой промышленности: источники, применение.

Методические рекомендации

Первая тема курса «Биоконверсия и биокатализ в пищевой биотехнологии» позволит обучающимся получить представление о базовых понятиях дисциплины, в ней также определяется место изучаемого материала в системе научного знания и его взаимосвязь с другими дисциплинами.

При изучении первого вопроса необходимо уяснить понятие ферментов как важнейших биологических катализаторов, усвоить понятие специфичности ферментов. Особое внимание уделяется номенклатуре ферментов, согласно которой выделяются шесть классов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы. Необходимо рассмотреть реакции, катализируемые ферментами каждого класса.

При изучении второго вопроса необходимо рассмотреть понятие специфичности ферментов, изучить четыре типа ферментов: обладающих абсолютной специфичностью, групповой специфичностью, специфичных к связи и обладающих стереохимической специфичностью. Нужно ознакомиться с двумя моделями, описывающими взаимодействие фермента с субстратом: моделью «ключ-замок» и моделью индуцированного соответствия.

При изучении третьего вопроса необходимо усвоить различные механизмы действия ферментов, позволяющие ускорять биологические реакции. Рассматривают основы кинетики ферментативных процессов в соответствии с моделью Михаэлиса-Ментена.

При изучении четвертого вопроса рассматривают факторы, оказывающие влияние на активность ферментов, среди которых концентрация фермента,

концентрация субстрата, аллостеризм, присутствие кофакторов, коферментов, ингибиторов. Важным является уяснение понятия активности ферментов.

При изучении пятого вопроса необходимо рассмотреть понятие ферментных препаратов. Важным является изучение источников получения промышленных ферментных препаратов: микробиологических, растительного и животного происхождения. Нужно уделить внимание применению различных ферментных препаратов в современных пищевых биотехнологиях.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определения понятию «фермент». В чем различие понятий «фермент» и «ферментный препарат»?
2. Какие шесть классов ферментов вы можете назвать? Какие реакции катализируют ферменты каждого класса?
3. Какие типы специфичности ферментов вы знаете?
4. За счет чего ферменты способны ускорять протекание биологических реакций?
5. Каким образом определяется константа Михаэлиса-Ментена?
6. Каким образом на активность ферментного препарата оказывают влияние концентрация фермента и концентрация субстрата?
7. Что такое аллостерическое регулирование?
8. Что такое кофакторы? Приведите примеры.
9. Какие типы ингибиторов ферментов вы можете назвать?
10. Дайте определение понятию активности фермента? В каких единицах она измеряется?
11. Из какого микробиологического сырья могут быть получены ферментные препараты для пищевой промышленности? Приведите примеры. Каковы сферы их применения?
12. Из какого растительного и животного сырья могут быть получены ферментные препараты для пищевой промышленности? Приведите примеры.
13. Каковы цели применения ферментных препаратов в современной пищевой биотехнологии?

Тема 2. Биоконверсия белков в пищевой биотехнологии

Ключевые вопросы темы:

1. Реакция гидролиза белка. Ферменты, катализирующие гидролиз белка. Экзо- и эндопептидазы. Кислотные, сериновые, тиольные и металлопротеиназы. Растительные и микробные протеазы. Продуценты. Представители, источники получения, торговые формы ферментных препаратов, оптимальные условия действия.

2. Активность протеолитических ферментов. Контроль реакции гидролиза белка.

3. Гидролиз белка в пищевой промышленности. Применение протеаз в хлебопечении, рыбо- и мясопереработке, производстве молочных продуктов. Тендеризация мяса. Получение белковых гидролизатов. Свойства гидролизованных белков.

4. Трансглутаминаза. Реакция сшивки белковых молекул. Торговые формы, продуценты, оптимальные условия действия. Применение трансглутаминазы в пищевой промышленности. Производство сурими и рыбных фаршей, формирование структуры мясных продуктов.

Методические рекомендации

Целью изучения второй темы курса является формирование у обучающихся знаний о способах ферментативной модификации белков пищевого сырья. Необходимо рассмотреть две катализируемые ферментами реакции: реакцию гидролиза протеолитическими ферментами и реакцию «сшивки» белков за счет переноса ацильной группы между остатками глутамина и аминами (трансглутаминаза).

При изучении первого вопроса необходимо подробно разобрать механизм гидролитического расщепления белка. Рассмотреть классификацию ферментов, катализирующих гидролитический распад белков, уяснить понятия экзо- и эндопептидаз. Необходимо ознакомиться с наиболее распространенными ферментными препаратами протеаз, рассмотреть источники их получения, оптимальные условия действия, выделить особенности, обуславливающие их применение в технологии тех или иных пищевых продуктов.

При изучении второго вопроса необходимо уяснить принцип определения активности протеолитических ферментов по методу Ансона. Рассмотреть различные методы, позволяющие вести контроль реакции гидролиза белка: нингидриновый метод, метод формольного титрования, контроль pH.

Необходимо изучить принципы применения ферментных препаратов протеолитического действия в технологии производства пищевых продуктов (хлебобулочных изделий, рыбной и мясной продукции, сыров и т.д.). Особое внимание нужно уделить рассмотрению стадий технологических процессов, на которых осуществляется внесение ферментных препаратов, требуемых дозировок, продолжительности ферментативного воздействия для достижения технологических целей. Требуется разобрать технологическую схему получения белковых гидролизатов, подробно изучив каждую стадию. Рассмотреть свойства гидролизованных белков, особое внимание при этом уделяется таким свойствам как пенообразующая, эмульгирующая, водо- и жиросвязывающая способности.

Необходимо кратко ознакомиться со свойствами, определяющими биологическую активность белковых гидролизатов.

При изучении четвертого вопроса важным является уяснение механизма действия фермента транsgлутаминазы, позволяющего применять этот фермент в производстве мясной и рыбной продукции. Нужно ознакомиться с представленными на рынке препаратами транsgлутаминазы, изучить их продуцентов, оптимальные условия действия.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как называются ферменты, катализирующие реакцию гидролиза белка? Какая связь разрушается при этом?
2. Каковы различия в механизме действия экзо- и эндопептидаз?
3. Чем различаются гидролизаты белка, полученные с применением экзо- и эндопептидаз?
4. Какое растительное сырье может являться источником получения протеолитических ферментов?
5. Приведите примеры торговых форм растительных протеаз.
6. Какие микроорганизмы используются для промышленного получения протеаз?
7. Приведите примеры торговых форм протеаз микробного происхождения.
8. В каких единицах измеряется активность протеолитических ферментов?
9. В чем суть метода определения активности фермента по методу Ансона?
10. Какими способами можно определить степень гидролиза белка?
11. Для чего применяются протеолитические ферменты в хлебопечении?
12. Для чего применяются протеолитические ферменты в мясной промышленности?
13. Что такое тендеризация мяса?
14. Протеазы какого происхождения чаще всего применяют для тендеризации мяса?
15. Назовите основные этапы технологии получения белковых гидролизатов из рыбного сырья.
16. Чем обусловлены проявляемые белковыми гидролизатами эмульгирующая и пенообразующая способности?
17. За счет чего происходит так называемая сшивка белковых молекул при действии фермента транsgлутаминазы?
18. Какова роль транsgлутаминазы при производстве рыбных фаршей?

19. Какова роль трансглутаминазы при производстве мясных продуктов?
20. Назовите продуцентов трансглутаминазы.

Тема 3. Биоконверсия крахмала в пищевой биотехнологии

Ключевые вопросы темы:

1. Крахмал. Строение. Амилоза и амилопектин.
2. Ферменты, гидролизующие крахмал. Амилазы. α -Амилаза, β -амилаза, амилоглюкозидаза, пуллуланаза, изоамилаза: механизм действия, продукты гидролиза. Контроль реакции гидролиза крахмала. Основные продуценты, торговые формы, оптимальные условия действия.
3. Принципы применения амилолитических ферментов при биоконверсии крахмала в пищевой биотехнологии. Клейстеризация крахмала. Применение ферментных препаратов при производстве крахмальной патоки, в хлебопечении, при производстве алкогольной продукции.
4. Получение фруктозы с помощью глюкозоизомеразы. Производство глюкозо-фруктозного сиропа.

Методические рекомендации

Прежде чем приступать к изучению процесса биоконверсии крахмала, необходимо вспомнить строение данного полисахарида. Необходимо изобразить в тетради структурные формулы глюкозы, мальтозы, амилозы, амилопектина, обозначить гликозидные связи. Этому посвящен первый вопрос темы.

При изучении второго вопроса рассматривают ферменты, катализирующие гидролиз крахмала (α -амилаза, β -амилаза, амилоглюкозидаза, пуллуланаза, изоамилаза). Важным при этом является уяснение соответствия между ферментом и атакуемой связью в молекуле крахмала, образующимися продуктами реакции. Необходимо изучить лабораторные способы контроля реакции гидролиза крахмала. Нужно ознакомиться с представленными на рынке амилолитическими ферментными препаратами, изучить их продуцентов, оптимальные условия действия.

При изучении третьего вопроса следует уделить внимание принципам применения ферментных препаратов при биоконверсии крахмала. Необходимо рассмотреть процесс клейстеризации крахмала как подготовительный процесс перед осуществлением осахаривания ферментными препаратами. Рассмотреть технологии применения амилолитических ферментных препаратов в производстве крахмальной патоки, хлебобулочных изделий, алкогольной продукции.

При изучении четвертого вопроса рассматривают механизм действия глюкоизомеразы. Необходимо ознакомиться с торговыми формами фермента, основными продуцентами. Рассмотреть использование глюкоизомеразы при производстве глюкозо-фруктозного сиропа.

Вопросы для самоконтроля:

1. Из каких единиц состоит молекула крахмала?
2. Какими связями соединены остатки глюкозы в молекуле крахмала?
3. Какие амилолитические ферменты вы знаете?
4. В чем различие действия на крахмал α - и β -амилаз?
5. Какие продукты образуются при гидролизе крахмала различными амилазами?
6. Какие микроорганизмы являются продуцентами при промышленном получении амилаз?
7. Приведите примеры торговых форм амилаз? Каковы их оптимальные условия действия?
8. Что такое клейстеризация крахмала? Для чего она осуществляется?
9. Для каких целей амилазы применяются в производстве хлебобулочных изделий?
10. В чем заключается механизм действия глюкоизомеразы?

Тема 4. Биоконверсия некрахмалистых углеводов в пищевой биотехнологии

Ключевые вопросы темы:

1. Некрахмалистые углеводы растительного сырья. Целлюлоза, пектиновые вещества, гемицеллюлозы. Строение.
2. Ферменты, катализирующие гидролиз целлюлозы. Эндоцеллюлаза, экзоцеллюлаза, целлобиаза. Механизм действия, продукты гидролиза.
3. Ферменты, катализирующие гидролиз пектиновых веществ. Пектинэстераза, полигалактуроназа. Механизм действия, продукты гидролиза.
4. Ферменты, катализирующие гидролиз гемицеллюлоз. β -Глюканаза, β -глюкозидаза, β -ксиланаза. Механизм действия, продукты гидролиза.
5. Основные продуценты ферментов, гидролизующих некрахмалистые углеводы растительного сырья. Торговые формы, оптимальные условия действия.
6. Применение ферментов, гидролизующих некрахмалистые углеводы, в технологии пищевых продуктов. Обработка зернового, овощного и плодово-ягодного сырья. Получение белковых изолятов из растительного сырья, получение и осветление соков.

Методические рекомендации

Прежде чем приступать к изучению процессов биоконверсии углеводов растительного сырья, необходимо вспомнить их строение. Необходимо изобразить в тетради структурную формулу целлюлозы, выделив в ее составе целлобиозу и глюкозу, обозначить связи, которыми соединены остатки глюкозы в составе целлюлозы. По такому же принципу представляют строение других некрахмалистых углеводов – пектиновых веществ и гемицеллюлоз. В качестве представителей гемицеллюлоз рассматривают строение β -глюкана и ксилана. Этому посвящен первый вопрос четвертой темы курса.

При изучении второго вопроса знакомятся с ферментами, осуществляющими гидролиз целлюлозы. Рассматривают механизм действия эндоцеллюлазы, экзоцеллюлазы, целлобиазы, продукты реакции гидролиза целлюлозы этими ферментами.

При изучении третьего вопроса знакомятся с ферментами, катализирующими гидролиз пектиновых веществ. Нужно рассмотреть механизм гидролиза пектина пектинэстеразой и полигалактуроназой, образующиеся при этом продукты.

При изучении четвертого вопроса темы необходимо рассмотреть ферменты, катализирующие гидролиз гемицеллюлоз – β -глюкана и ксилана. Нужно изучить механизм гидролиза этих представителей гемицеллюлоз β -глюканазой, β -глюкозидазой, β -ксиланазой, образующиеся при этом продукты.

Пятый вопрос темы посвящен изучению торговых форм ферментных препаратов, осуществляющих гидролиз углеводов растительного сырья. Необходимо изучить продуцентов комплексных ферментных препаратов, оптимальные условия действия.

При изучении шестого вопроса темы рассматривают принципы применения ферментов, гидролизующих растительные углеводы, в технологии пищевых продуктов. Уделяют внимание применению препаратов пектиназ для увеличения выхода сока и его осветления, а также гемицеллюлаз и целлюлаз для гидролиза углеводов зернового и бобового сырья при выделении из него белка.

Вопросы для самоконтроля:

1. Опишите строение целлюлозы и приведите ее структурную формулу. Что представляет собой целлобиоза?
2. Приведите структурную формулу пектиновых веществ.
3. Какие вещества относятся к группе гемицеллюлоз? Представьте структурные формулы некоторых из них.
4. Назовите ферменты, катализирующие гидролиз целлюлозы. Какие продукты образуются при этом?
5. Назовите ферменты, катализирующие гидролиз пектиновых веществ.

Какие продукты образуются при этом?

6. Назовите ферменты, катализирующие гидролиз гемицеллюлоз? Какие продукты образуются при этом?

7. Какие микроорганизмы продуцируют пектиназы, целлюлазы и гемицеллюлазы?

8. Приведите примеры торговых форм ферментных препаратов пектиназ. Каковы оптимальные условия их действия?

9. Приведите примеры торговых форм целлюлаз и гемицеллюлаз. Каковы оптимальные условия их действия?

10. В технологии каких пищевых продуктов применяются препараты пектиназ?

11. В технологии каких пищевых продуктов применяются препараты целлюлаз и гемицеллюлаз?

12. Какую роль играют целлюлазы и гемицеллюлазы при получении белковых продуктов из зернового и бобового сырья?

Тема 5. Биоконверсия липидов в пищевой биотехнологии

Ключевые вопросы темы:

1. Основные реакции биоконверсии липидов. Реакции гидролиза и синтеза. Этерификация, переэтерификация, алкоголиз, ацидолиз. Механизм реакций.

2. Липаза. Фосфолипаза. Продуценты, торговые формы ферментных препаратов. Оптимальные условия действия.

3. Биоконверсия в технологическом процессе рафинации жиров.

4. Биоконверсия при производстве жиров специального назначения. Препараты омега-3 полиненасыщенных жирных кислот.

5. Липолизированный молочный жир. Применение препаратов липаз в хлебопечении.

Методические рекомендации

При изучении первого вопроса необходимо рассмотреть механизмы реакций гидролиза, переэтерификации, алкоголиза и ацидолиза липидов, катализируемых липазами.

Второй вопрос темы посвящен изучению торговых форм ферментных препаратов липазы. Необходимо рассмотреть основные продуценты, оптимальные условия действия.

При изучении третьего вопроса нужно рассмотреть основы процесса ферментативной рафинации жиров. Изучить механизм гидролиза фосфолипидов

(холин, этаноламин, серин) фосфолипазами с образованием лизофосфолипидов и технологию их последующего удаления их жирового продукта.

При изучении четвертого вопроса необходимо уделить внимание технологиям производства жиров специализированного назначения, в основе которых лежат катализируемые липазами реакции переэтерификации.

В пятом вопросе темы рассматривают две области применения процесса биоконверсии липидов: производство липолизованного молочного жира и хлебобулочной продукции. Необходимо изучить используемые в обоих случаях липолитические ферментные препараты.

Вопросы для самоконтроля:

1. Приведите строение триацилглицерида и обозначьте продукты, образующиеся при его гидролизе липазой.

2. В чем суть реакции переэтерификации триацилглицеридов? Приведите пример такой реакции.

3. Какие реакции с участием липидных компонентов катализируют липазы?

4. Приведите строение фосфолипида и механизм гидролиза его фосфолипазой.

5. В чем суть процесса ферментативной рафинации жиров?

6. В технологии каких пищевых продуктов применяется реакция переэтерификации?

7. Назовите основных продуцентов липаз и приведите примеры ферментных препаратов.

8. Что представляет собой липолизованный молочный жир? Где он применяется?

9. Какова роль липаз в хлебопечении?

Тема 6. Другие ферменты в пищевой биотехнологии

Ключевые вопросы темы:

1. Фермент, снижающий содержание акриламида в пищевой продукции. Аспарагиназа. Механизм действия, продуценты, торговые формы, оптимальные условия действия. Применение аспарагиназы в технологии зерновых, картофельных продуктов и кофе.

2. Фермент, гидролизующий лактозу. Лактаза (β -галактозидаза). Механизм действия, продуценты, торговые формы, оптимальные условия действия. Применение лактазы для производства гидролизованных сывороточных сиропов.

Методические рекомендации

При изучении первого вопроса нужно вначале рассмотреть механизмы образования акриламида в пищевых продуктах. Необходимо уяснить вредное воздействие акриламида на организм человека. В рамках данного вопроса рассматривают реакцию превращения аспарагина в аспарагиновую кислоту, катализируемую ферментом аспарагиназой. Нужно ознакомиться с существующими на рынке препаратами аспарагиназы, продуцентами, оптимальными условиями действия. Необходимо рассмотреть принципы применения аспарагиназы для снижения уровня акриламида в продуктах переработки зерна, картофеля, кофейных зерен.

При изучении второго вопроса необходимо рассмотреть механизм гидролитического разрушения лактозы при участии фермента лактазы (β -галактозидазы). Нужно ознакомиться с существующими на рынке препаратами лактазы, продуцентами, оптимальными условиями действия. Необходимо рассмотреть технологический процесс производства сывороточных сиропов при гидролизе побочных продуктов молокоперерабатывающей промышленности лактазой.

Вопросы для самоконтроля:

1. Приведите реакцию превращения аспарагина в аспарагиновую кислоту в присутствии аспарагиназы.
2. Что с химической точки зрения представляет собой акриламид? Каковы пути его образования в пищевых продуктах?
3. Какие микроорганизмы синтезируют аспарагиназу? Приведите примеры ферментных препаратов, содержащих аспарагиназу.
4. Каковы оптимальные условия действия аспарагиназы?
5. Приведите реакцию гидролиза лактозы при участии фермента β -галактозидазы. Какие продукты при этом образуются?
6. Какие продуценты используются для промышленного получения препаратов лактазы? Приведите примеры ферментных препаратов.
7. Каковы оптимальные условия действия β -галактозидазы?
8. Опишите технологию получения сывороточных сиропов при использовании препаратов лактазы.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Лабораторные работы являются важным звеном профессиональной подготовки биотехнологов пищевой промышленности. Цель лабораторных работ

заключается в формировании у студентов систематизированных знаний в области современных методов исследований функциональных пищевых добавок, а также воспитании навыков самостоятельной научно-исследовательской работы.

Лабораторные работы способствуют закреплению и углублению теоретических знаний студентов по изучаемой дисциплине, развивают практические умения в работе с лабораторным оборудованием и прививают навыки анализа качества пищевых добавок и продуктов их содержащих.

В процессе подготовки и выполнения лабораторных работ студент закрепляет знания по общим принципам анализа и подготовки проб; современным методам химического, физического, физико-химического и биохимического анализа качества и безопасности функциональных пищевых добавок и продуктов их содержащих.

Общие методические рекомендации по подготовке и выполнению лабораторных работ

Со структурой и последовательностью занятий студент знакомится на первом занятии, там же проводится инструктаж обучающихся по охране труда, технике безопасности и правилам работы в лаборатории по инструкциям утвержденного образца с фиксацией результатов в журнале инструктажа.

Обучающиеся также знакомятся с основными требованиями преподавателя по выполнению учебного плана, с графиком прохождения лабораторных занятий и основными формами отчетности по выполненным работам.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с методическими указаниями: *Агафонова, С. В. Биоконверсия и биокатализ в пищевой биотехнологии Учебно-методическое пособие / С. В. Агафонова, Е. С. Землякова. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», 2022. – 74 с.*

При подготовке к лабораторной работе обучающийся предварительно должен повторить теоретические знания, полученные на лекции по данной теме, а также самостоятельно изучить специальную литературу, рекомендованную преподавателем.

При оформлении лабораторной работы в тетради обучающийся должен обязательно указать номер и тему занятия, её цель и задачи, при необходимости – перечень материалов и оборудования. Далее необходимо оформить ход лабораторной работы, оставив место в каждом опыте для экспериментальных данных, полученных непосредственно во время проведения исследований, а также расчетов. В конце каждого опыта должен делаться анализ полученных данных. В конце лабораторной работы обучающийся должен подвести итоги работы.

Для допуска студента к лабораторной работе преподаватель проверяет тео-

ретическую подготовку обучающегося к каждому лабораторному занятию по вопросам, приведенным в конце каждой работы.

В ходе выполнения заданий у обучающихся должны сформироваться практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения: наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, оформлять результаты. Обучающемуся необходимо обратить внимание, что полученные экспериментальные данные должны сравниваться с нормативными документами и делаться анализ о соответствии / несоответствии продукта/пищевой добавки требованиям качества и безопасности.

По результатам выполнения лабораторной работы студент должен защитить свои теоретические и практические знания. *Критерии оценки устного ответа на контрольные вопросы* следующие.

«5» (отлично): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Обучающийся на высоком уровне способен:

- организовать свою работу ради достижения поставленных целей;
- работать самостоятельно;
- к познавательной деятельности;
- применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;
- проводить оценку качества пищевых продуктов и функциональных пищевых добавок, обрабатывать полученные результаты;
- ориентироваться в основных проблемах пищевой биотехнологии.

«4» (хорошо): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Обучающийся на базовом уровне способен:

- организовать свою работу ради достижения поставленных целей;
- работать самостоятельно;
- к познавательной деятельности;
- применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;

- проводить оценку качества пищевых продуктов и функциональных пищевых добавок, обрабатывать полученные результаты;

- ориентироваться в основных проблемах пищевой биотехнологии.

«3» (удовлетворительно): обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает недостаточно свободное владение монологической речью, терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Обучающийся на пороговом уровне способен:

- организовать свою работу ради достижения поставленных целей;

- работать самостоятельно;

- к познавательной деятельности;

- применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;

- проводить оценку качества пищевых продуктов и функциональных пищевых добавок, обрабатывать полученные результаты.

- ориентироваться в основных проблемах пищевой биотехнологии.

«2» (неудовлетворительно): обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем. Отказывается отвечать на поставленные вопросы.

Обучающийся на низком уровне способен:

- организовать свою работу ради достижения поставленных целей;

- работать самостоятельно;

- к познавательной деятельности;

- применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;

- проводить оценку качества пищевых продуктов и функциональных пищевых добавок, обрабатывать полученные результаты;

- ориентироваться в основных проблемах пищевой биотехнологии.

Время защиты – 10–15 мин. При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных особенностей.

Тематический план лабораторных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоёмкость освоения) и структура лабораторных занятий

Номер темы	Содержание практического занятия	Кол-во часов лабораторных занятий
1	Выделение ферментов из солода, определение их активности, факторов активации и ингибирования	4
2	Биоконверсия крахмала. Получение крахмальной патоки	4
3	Биоконверсия крахмалсодержащего сырья. Получение этилового спирта	4
4	Биоконверсия белков рыбного сырья. Получение белковых гидролизатов	4
5	Биоконверсия некрахмалистых углеводов растительного сырья	4
Итого		20

Для успешного овладения курсом необходимо обязательно посещать все лабораторные занятия. В случаях пропуска занятия студенту необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме, отработать лабораторную работу и защитить преподавателю отчет во время его индивидуальных консультаций.

Важно своевременно осваивать лекционные материалы и выполнять предусмотренные к лабораторным работам задания. Систематическое освоение теоретического материала (лекций) и другого необходимого учебного материала позволит быть готовым для тестирования, качественному выполнению лабораторных работ, аттестации по дисциплине.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Согласно учебному плану дисциплины «Биоконверсия и биокатализ в пищевой биотехнологии» направления подготовки 19.04.01 Биотехнология, студенты очной формы обучения закрепляют изучаемый материал при выполнении самостоятельной работы.

Очень важно на достойном уровне выполнить индивидуальное задание. Тема индивидуального задания выбирается из перечня, представленного в *приложении Б* к настоящему учебно-методическому пособию. Студент может выбрать любую другую тему, согласовав ее с преподавателем.

Для выполнения индивидуального задания необходимо представить реферат. В реферате студент должен:

- проанализировать классическую литературу по теме реферата;
- подобрать, изучить и проанализировать современную и техническую литературу;
- выразить собственное мнение по теме реферата.

Работа должна быть выполнена на листах формата А4 с одной стороны листа, в печатном варианте. Шрифт текстовой части размер 12 (для заголовков – 14), Times New Roman, интервал 1,5. Поля страницы: левое 3 см, правое 1,5 см, верхнее и нижнее 2 см. Выравнивание текста по ширине. Нумерация страниц внизу справа.

Структура индивидуальной работы:

- титульный лист (*приложение В*)
- содержание
- текстовая часть (каждый вопрос начинается с нового листа)
- список используемой литературы.

Объем выполненной работы не должен превышать 15 листов формата А4.

Стиль и язык изложения материала индивидуальной работы должны быть четкими, ясными и грамотными. Грамматические и синтаксические ошибки недопустимы.

Текстовая часть работы может быть иллюстрирована рисунками, схемами, таблицами. В конце приводится список использованных источников (не менее 10 источников).

Защита индивидуального задания проходит в виде его устного сообщения с представлением электронной презентации в течение 7–10 мин и ответов на вопросы. При положительной защите студент получает промежуточную оценку «зачтено».

Положительная оценка («зачтено») выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в индивидуальной работе, а также степени его усвоения, которая выявляется при ее защите (умение использовать при ответе на вопросы научную терминологию, лингвистически и логически правильно отвечать на вопросы по проработанному материалу). Студент, получивший индивидуальную работу с оценкой «зачтено», знакомится с рецензией и с учетом замечаний преподавателя дорабатывает отдельные вопросы с целью углубления своих знаний.

Индивидуальная работа с оценкой «не зачтено» возвращается студенту с рецензией, выполняется студентом вновь и сдается вместе с не зачтенной работой на проверку преподавателю. Индивидуальная работа, выполненная не по своему варианту, возвращается без проверки и зачета.

Результат работы учитываются при промежуточной и заключительной аттестации по дисциплине.

Ответы на рассматриваемые вопросы должны излагаться по существу, быть четкими, полными, ясными и содержать элементы анализа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература:

1. Никифорова, Т. А. Биоконверсия растительного сырья: учебное пособие / Т. А. Никифорова, Е. В. Волошин; Оренбургский государственный университет. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017. – 130 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481728> (дата обращения: 16.07.2020). – ISBN 978-5-7410-1781-4. – Текст: электронный.
2. Иванова, Л. А. Пищевая биотехнология: учеб. пособие: в 2 кн. / Л. А. Иванова, Л. И. Войно, И. С. Иванова; ред. И. М. Грачева. – Москва: КолосС, 2008 – Кн. 2: Переработка растительного сырья. – 472 с.
3. Пищевая химия: учеб. / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2001. – 588 с.
4. Химия пищи: учебное пособие / Е. В. Никитина, С. Н. Киямова, С. В. Китаевская, О. А. Решетник; Министерство образования Российской Федерации, Казанский государственный технологический университет. – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2011. – 146 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259099> (дата обращения: 16.07.2020). – Текст: электронный.
5. Бирюков, В. В. Основы промышленной биотехнологии: учеб. пособие / В. В. Бирюков. – Москва: КолосС, 2004. – 295 с.

Дополнительная литература:

6. Машанов, А. И. Биоконверсия растительного сырья / А. И. Машанов, Н. А. Величко, Е. Е. Ташлыкова. – Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2014. – 223 с.
7. Неверова, О. А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения [Электронный ресурс]: учебник / О. А. Неверова, Г. А. Гореликова, В. М. Позняковский. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 416 с.
8. Уайтхерст Р. Дж. Ферменты в пищевой промышленности / Р. Дж. Уайтхерст, М. ван Оорт / пер. с англ. С. В. Макарова. – Санкт-Петербург: Профессия, 2013. – 408 с.
9. Шлейкин, А. Г. Основы биоконверсии: учеб.-метод. пособие / А. Г. Шлейкин. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015. – 57 с.

Учебно-методические издания:

10. Агафонова, С. В. Биокатализ и биоконверсия в пищевой биотехнологии: учебно-методическое пособие по лабораторным работам для студентов магистратуры по направлению подготовки 19.04.01 – Биотехнология (профиль «Пищевая биотехнология») по дисциплине «Биоконверсия и биокатализ в пищевой биотехнологии» / С. В. Агафонова, Е. С. Землякова – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», 2022. – 74 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А. Источники получения некоторых ферментов и их применение в пищевой промышленности (по Р. Дж. Уайтхерсту и др.)

Таблица П.А.1 – Ферменты из растительного и животного сырья

Фермент	Источник	Функция	Применение
1	2	3	4
α-Амилаза	Зерна злаков, пшеницы, ячменя и др.	Гидролиз крахмала до олигосахаридов	Хлебопечение, пивоварение (солодоращение)
β-Амилаза	Сладкий картофель	Гидролиз крахмала до мальтозы	Производство высокомальтозных сиропов
Папаин	Сок незрелой папайи	Гидролиз белков в пищевых продуктах	Тендеризация мяса, предотвращение образования мути в пиве
Бромелаин	Сок и стебель ананаса	Гидролиз белков мышц и соединительных тканей	Тендеризация мяса
Фицин	Сок плодов инжира	Аналогично бромелаину	Аналогично бромелаину и папаину
Трипсин	Бычья/свиная поджелудочная железа	Гидролиз пищевых белков	Производство гидролизатов для ароматизации пищевых продуктов
Химозин	Сычуг теленка	Гидролиз κ-казеина	Свертывание молока в сыроделии
Пепсин	Бычий сычуг	Аналогично химозину + более общий гидролиз казеина в сырье	Аналогично химозину
Липаза / эстераза	Пищевод козы и ягненка, сычуг теленка, свиная поджелудочная железа	Гидролиз жиров	Усиление вкуса и запаха сырных продуктов, переэтерификация жиров

Липоксигеназа	Соевые бобы	Окисление ненасыщенных жирных кислот в муке	Разрыхление хлебопекарного теста
---------------	-------------	---	----------------------------------

Окончание таблицы П.А.1

1	2	3	4
Лизоцим	Куриный яичный белок	Гидролиз полисахаридов стенок бактериальных клеток	Предотвращение позднего вспучивания сыров под действием спорообразующих бактерий
Лактопероксидаза	Подсырная сыворотка, коровье молозиво	Окисление тиоцианата до гипотиоцианита	Холодная стерилизация молока

Таблица П.А.2 – Ферменты микробиологического происхождения

Фермент	Источник	Функция	Применение
1	2	3	4
α -Амилаза	<i>Aspergillus spp.</i> <i>Bacillus spp.</i> <i>Microbacterium imperiale</i>	Гидролиз пшеничного крахмала	Разрыхление теста и увеличение объема хлеба; продуцирование сахаров для сбраживания дрожжами при производстве спирта
α -Ацетолактат-декарбоксилаза	<i>Bacillus subtilis</i>	Превращение ацетолактата в ацетоин	Сокращение времени созревания вина за счет ограничения образования диацетила при вторичном брожении; снижение содержания диацетила при производстве пива
Амило-глюкозидаза	<i>Aspergillus niger</i> <i>Rhizopus spp.</i>	Гидролиз крахмальных декстринов до глюкозы	Одна из стадий получения высокофруктозного сиропа; производство «легкого» пива

Амино-пептидаза	<i>Lactococcus lactis</i> <i>Aspergillus spp.</i> <i>Rhizopus oryzae</i>	Отщепляет свободные аминокислоты от N-концевых фрагментов белков и аминокислот	Устранение горького вкуса белковых гидролизатов, ускорение созревания сыра
-----------------	--	--	--

Продолжение таблицы П.А.2

1	2	3	4
Каталаза	<i>Aspergillus niger</i> <i>Micrococcus luteus</i>	Разлагает пероксид водорода на воду и кислород	Удаление кислорода совместно с глюкозооксидазой
Целлюлаза	<i>Aspergillus niger</i> <i>Trichoderma spp.</i>	Гидролиз целлюлозы	Разжижение фруктов при производстве соков
Химозин	<i>Aspergillus awamori</i> <i>Kluyveromyces lactis</i>	Гидролиз к-казеина	Свертывание молока в сыроделии
Циклодекстрин глюконо-трансфераза	<i>Bacillus spp.</i>	Синтез циклодекстринов из ожигенного крахмала	Получение циклодекстринов для инкапсулирования пищевых добавок
β -Галактозидаза (лактаза)	<i>Aspergillus niger</i> <i>Kluyveromyces spp.</i>	Гидролиз лактозы молока до глюкозы и галактозы	Подслащивание молока и сыворотки; производство продукции для лиц с непереносимостью лактозы; снижение кристаллизации в мороженом на основе сыворотки; улучшение технологических свойств сывороточных белков; производство лактулозы
β -Глюканаза	<i>Aspergillus spp.</i> <i>Bacillus subtilis</i>	Гидролиз глюканов	Улучшение фильтрации, устранение образования мути в производстве пива

Глюкозо-изомераза	<i>Actinoplanes missouriensis</i> <i>Bacillus coagulans</i> <i>Streptomyces linidans</i> <i>Streptomyces rubiginosus</i>	Превращение глюкозы во фруктозу	Производство высокофруктозного кукурузного сиропа
-------------------	---	---------------------------------	---

Окончание таблицы П.А.2

1	2	3	4
Глюкозо-оксидаза	<i>Aspergillus niger</i> <i>Penicillium chrysogenum</i>	Окисление глюкозы до глюконовой кислоты	Удаление кислорода из упаковки пищевых продуктов; удаление глюкозы из яичного белка для предотвращения его потемнения
Гемицеллюлаза и ксиланаза	<i>Aspergillus spp.</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Trichoderma reesei</i>	Гидролиз гемицеллюлоз	Улучшение структуры мякиша хлеба
Липаза и эстераза	<i>Aspergillus spp.</i> <i>Candida spp.</i> <i>Rhizomucor miehei</i> <i>Penicillium roqueforti</i> <i>Rhizopus spp.</i> <i>Bacillus subtilis</i>	Гидролиз триацил-глицеридов до жирных кислот и глицерина; гидролиз алкилэфиров до жирных кислот и спиртов	Усиление вкуса в сырных продуктах; модификация жиров за счет переэтерификации; синтез ароматических эфиров
Пектиназа (поли-галактуроноза)	<i>Aspergillus spp.</i> <i>Penicillium funiculosum</i>	Гидролиз пектина	Осветление фруктовых соков за счет депектинизации
Пектин-эстераза	<i>Aspergillus spp.</i>	Удаление метильных групп из галактозных фрагментов в пектине	Депектинизация
Пентозаназа	<i>Humicola insolens</i> <i>Trichoderma reesei</i>	Гидролиз пентозанов	Улучшение свойств хлебного теста
Пуллуланаза	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Klebsiella spp.</i>	Гидролиз 1,6-связей, ответственных за ветвление в	Повышение эффективности осахаривания крахмала

		структуре крахмала	
Протеаза	<i>Aspergillus spp.</i> <i>Rhizomucor miehei</i> <i>Cryphonectria patasitica</i> <i>Penicillium citrinum</i> <i>Rhizopus niveus</i> <i>Bacillus spp.</i>	Гидролиз к-казеина, животных и растительных белков, пшеничных глютен	Свертывание молока при производстве сыра; получение гидролизатов для супов и приправ; улучшение свойств хлебного теста

Приложение Б. Примерный перечень тем индивидуальных заданий

- 1) Биоконверсия в технологии производства сыров.
- 2) Циклодекстрины. Получение, свойства, применение.
- 3) Глюкозооксидаза. Катализируемая реакция, применение в пищевой промышленности.
- 4) Биоконверсия в технологии производства пива.
- 5) Технология производства глюкозо-фруктозного сиропа.
- 6) Биоконверсия в производстве хлебобулочных изделий.
- 7) Получение и применение растительных протеолитических ферментных препаратов.
- 8) Получение и применение протеолитических ферментных препаратов из сырья животного происхождения.
- 9) Безопасность пищевой продукции, изготовленной с применением ферментных препаратов.
- 10) Биоконверсия в виноделии.

Приложение В. Пример оформления титульного листа реферата

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт агроинженерии и пищевых систем
Кафедра пищевой биотехнологии

Индивидуальная работа
допущена к защите:
должность (звание), ученая степень
_____ Фамилия И.О.
«__» _____ 202__ г.

Индивидуальная работа
защищена
должность (звание), ученая степень
_____ Фамилия И.О.
«__» _____ 202__ г.

Индивидуальная работа
по дисциплине
«БИОКОНВЕРСИЯ И БИОКАТАЛИЗ В ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ»

ТЕМА

Работу выполнил:
студент гр. _____
_____ Фамилия И.О.

«__»_____202__г.

Калининград - 20__

Локальный электронный методический материал

Светлана Викторовна Агафонова

БИОКОНВЕРСИЯ И БИОКАТАЛИЗ В ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 2,4. Печ. л. 2,0

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1