

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бакин Игорь Алексеевич

Должность: и.о. директора технологического института

Дата подписания: 01.04.2025 16:22:20

Уникальный идентификатор документа:

f2f55155d930705e649181206093e1db26bb603c



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Технологический институт
Кафедра технологии хранения и переработки плодовоовощной и
растениеводческой продукции

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора технологического института

И.А.Бакин

2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.02 Процессы ферментации и промышленного биокатализа

для подготовки магистров

ФГОСВО

Направление 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья
Направленность (профиль) Биоэкономика производства продуктов из
растительного сырья
Курс 1
Семестр 1

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчики: Мустафина А.С., к.т.н., доцент
Нугманов А.Х.-Х., д.т.н., профессор



«27» 08 2025г.

Рецензент: Гиро Т.М., профессор кафедры технологии хранения и переработки
продуктов животноводства, д.т.н., профессор


«27» 08 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО,
профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки
Направление 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья

Программа обсуждена на заседании кафедры технологии хранения и переработки
плодоовощной и растениеводческой продукции
протокол № 1 от «27» 08 2025 г.

И.о.зав. кафедрой

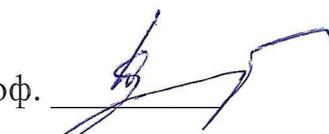


«27» 08 2025г.

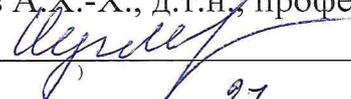
Согласовано:

Зам. директора по методической работе
технологического института Дунченко Н.И., д.т.н., проф.

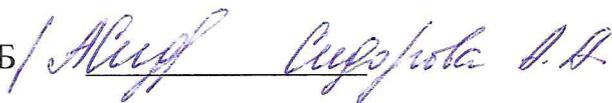
Протокол № 2


«28» 08 2025г.

И.о. зав. выпускающей кафедрой технологии хранения и переработки плодоовощной
и растениеводческой продукции, Нугманов А.Х.-Х., д.т.н., профессор


«27» 08 2025г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ



СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация	5
1. Цель освоения дисциплины	5
2. Место дисциплины в учебном процессе	6
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	6
4. Структура и содержание дисциплины	6
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам	17
4.2. Содержание дисциплины Б1.В.04 Процессы ферментации и промышленного биокатализа	17
4.3. Лекции/ лабораторные/практические занятия	18
4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины	21
5. Образовательные технологии	22
Применение активных и интерактивных образовательных технологий	22
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины	22
6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	22
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкала оценивания	24
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	25
7.1. Основная литература	25
7.2. Дополнительная литература	25
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)	26
9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	26
10. Описание материально-технической базы, необходимой для	27
осуществления образовательного процесса по дисциплине	27
Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями	27
11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины	27
Виды и формы отработки пропущенных занятий	28
12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине	28

Аннотация
рабочей программы учебной дисциплины «Процессы ферментации и
промышленного биокатализа»
19.04.02 Продукты питания из растительного сырья
Направленность (профиль) Биоэкономика производства продуктов из
растительного сырья

Целью освоения дисциплины «Процессы ферментации и промышленного биокатализа» является формирование у обучающихся знаний об основных процессах, где используется биокатализ, а также базовые методы получения биокатализаторов и принципы их использования.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть по направлению подготовки **19.04.02 Продукты питания из растительного сырья**.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-3.4; ПКос-4.3.

Краткое содержание дисциплины: Кинетика ферментативных реакций. Иммуобилизация ферментов. Коферменты. Регуляция активности ферментов. Реакции препаративного органического синтеза. Окисление. Восстановление. Разделение рацематов. Перспективные виды химических аппаратов для проведения биокаталитических реакций. Биокатализ в приложении к производству продуктов питания.

Общая трудоемкость дисциплины: 108 ч/3 зач.ед.

Промежуточный контроль: экзамен

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Процессы ферментации и промышленного биокатализа» является формирование у обучающихся знаний об основных процессах, где используется биокатализ, а также базовые методы получения биокатализаторов и принципы их использования.

Задачи дисциплины:

- получение студентами знаний о ферментах и методах биохимии, особенностях функционирования ферментных систем в клетках организмов и применении ферментов в технологиях производства продуктов питания из растительного сырья;

- развитие практических умений организации и проведения биотехнологического процесса при производстве продуктов питания из растительного сырья, умения правильно выбрать метод контроля производства, учитывая точность метода и эффективность его применения;

- формирование навыков обработки и грамотного оформления результатов эксперимента.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «**Процессы ферментации и промышленного биокатализа**» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению **19.04.02 Продукты питания из растительного сырья**.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «**Процессы ферментации и промышленного биокатализа**» являются: «Биохимия».

Особенностью дисциплины является формирование теоретических знаний и практических навыков, необходимых для изучения дисциплин: «Прогрессивные технологии продуктов питания и биологически активных веществ из растительного сырья», «Научные и практические основы технологии переработки растительной продукции», «Биоконверсия растительного сырья при производстве продуктов питания функциональной направленности», «Биоэкономика растительных ресурсов».

Рабочая программа дисциплины «**Процессы ферментации и промышленного биокатализа**» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины
ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-3.3; ПКос-3.4

		В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:				
№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции(или её части)	Индикаторы компетенций	знать	уметь	владеть
2	ОПК-2	Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции различного назначения	ОПК-2.1 Разрабатывает мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции на основе плодовоощного сырья, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	Методы и способы по совершенствованию технологических процессов производства плодовоощного сырья, в том числе с использованием цифровых средств и технологий для процессов ферментации и промышленного биокатализа	разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции на основе плодовоощного сырья, в том числе с использованием цифровых средств и технологий для процессов ферментации и промышленного биокатализа	Методами и способами разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции на основе плодовоощного сырья, в том числе с использованием цифровых средств и технологий для процессов ферментации и промышленного биокатализа
				ОПК-2.2 Разрабатывает мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции на основе растительного сырья, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	Методы и способы по совершенствованию технологических процессов производства продукции на основе растительного сырья, в том числе с использованием цифровых средств и технологий для процессов ферментации	Разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции на основе растительного сырья, в том числе с использованием цифровых средств и технологий для процессов ферментации и

				и промышленного биокатализа	промышленного биокатализа	ферментации и промышленного биокатализа	
3	Способен управлять производством пищевых продуктов из растительного сырья, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	ПКос-2.1 Способен анализировать влияние применяемой технологии, свойств используемого сырья и возможностей оборудования на экологическую чистоту технологических процессов, потребительские качества и показатели конкурентоспособности пищевых продуктов и биологически активных веществ из растительного сырья, в том числе с использованием цифровых средств и технологий для процессов ферментации и промышленного биокатализа	ПКос-2.1 Способен анализировать влияние применяемой технологии, свойств используемого сырья и возможностей оборудования на экологическую чистоту технологических процессов, потребительские качества и показатели конкурентоспособности пищевых продуктов и биологически активных веществ из растительного сырья, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	потребительские качества и показатели конкурентоспособности пищевых продуктов и биологически активных веществ из растительного сырья, в том числе с использованием цифровых средств и технологий для процессов ферментации и промышленного биокатализа	анализировать влияние применяемой технологии, свойств используемого сырья и возможностей оборудования на экологическую чистоту технологических процессов, потребительские качества и показатели конкурентоспособности пищевых продуктов и биологически активных веществ из растительного сырья, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	Навыками управлять развитием производства пищевых продуктов из растительного сырья, в том числе с использованием цифровых средств и технологий для процессов ферментации и промышленного биокатализа	
3	Способен осуществлять и исследовать и контролировать технологический процесс производства, разрабатывать и внедрять новые технологические решения при производстве пищевых продуктов и биологически активных веществ из растительного сырья	ПКос-3.4 Способен использовать принципы проведения технологических расчетов в производственной деятельности, корректировать рецептурно-компонентные и технологические решения при производстве пищевых продуктов и биологически активных веществ из растительного сырья	ПКос-3.4 Способен использовать принципы проведения технологических расчетов в производственной деятельности, корректировать рецептурно-компонентные и технологические решения при производстве пищевых продуктов и биологически активных веществ из растительного сырья	принципы проведения технологических расчетов в производственной деятельности, корректировать рецептурно-компонентные и технологические решения при производстве пищевых продуктов и биологически активных веществ из растительного сырья	использовать принципы проведения технологических расчетов в производственной деятельности, корректировать рецептурно-компонентные и технологические решения при производстве пищевых продуктов и биологически активных веществ из растительного сырья	использовать принципы проведения технологических расчетов в производственной деятельности, корректировать рецептурно-компонентные и технологические решения при производстве пищевых продуктов и биологически активных веществ из растительного сырья	Навыками проведения технологических расчетов в производственной деятельности, корректировать рецептурно-компонентные и технологические решения при производстве пищевых продуктов и биологически активных веществ из растительного сырья для процессов ферментации и промышленного биокатализа

		<p>ПКос-3.3 Способен использовать различные виды технологического и лабораторного оборудования и осуществлять технологические компоновки для линий и участков производства пищевых продуктов и биологически активных веществ из растительного сырья</p>	<p>различные виды технологического и лабораторного оборудования и осуществлять технологические компоновки для линий и участков производства пищевых продуктов и биологически активных веществ из растительного сырья для процессов ферментации и промышленного биокатализа</p>	<p>использовать различные виды технологического и лабораторного оборудования и осуществлять технологические компоновки для линий и участков производства пищевых продуктов и биологически активных веществ из растительного сырья для процессов ферментации и промышленного биокатализа</p>	<p>биокатализа</p> <p>различными видами технологического и лабораторного оборудования и осуществлять технологические компоновки для линий и участков производства пищевых продуктов и биологически активных веществ из растительного сырья для процессов ферментации и промышленного биокатализа</p>
--	--	---	--	---	--

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Виду учебной работы	Трудоемкость	
	час.	в т.ч. по семестрам
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	84,35	84,35
Аудиторная работа		
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	14	14
Лабораторные работы	14	14
практические занятия (ПЗ)	16/4*	16/4*
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
консультации	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	34,6	34,6
Контрольная работа		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным, практическим и контрольным занятиям и т.д.)	34,6	34,6
Подготовка к экзамену	27	27
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

* в том числе практическая подготовка

4.2. Содержание дисциплины Б1.В.04 Процессы ферментации и промышленного биокатализа

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов дисциплины (укрупненно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПЗ	КРА	
Введения.	1	1		-	-	-
Раздел 1. Основные понятия и определения. Кинетика ферментативных реакций.	14,6	2	3	3	-	6,6
Раздел 2. Имобилизация ферментов. Коферменты.	16	3	3	3	-	7

Раздел 3. Регуляция активности ферментов.	17	3	3	4	-	7
Раздел 4. Перспективные виды аппаратов для проведения биокаталитических реакций	14	2	2	3		7
Раздел 5. Биокатализ в приложении к производству продуктов питания	14	3	3	3		7
<i>Подготовка к экзамену</i>	27	-		-	-	27
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-		-	0,4	-
Итого за семестр	108	14	14	16	0,4	61,6

Раздел 1. Основные понятия и определения. Кинетика ферментативных реакций.

Термины и определения. Ферменты – биологические катализаторы. Сходство и отличия ферментов и химических катализаторов. Строение ферментов. Классы ферментов. Типы ферментативных реакций. Единицы активности ферментов.

Уравнение Михаэлиса-Ментен. Уравнение Бриггса Холдейна. Уравнение Лайнуивера Бэрка. Уравнение Хилла.

Раздел 2. Иммобилизация ферментов. Коферменты.

Предпосылки использования иммобилизованных ферментов и микроорганизмов. Методы иммобилизации ферментов. Носители для иммобилизации. Методы иммобилизации микроорганизмов. Специфический для живых микроорганизмов метод иммобилизации. Перспективные способы иммобилизации.

Окислительно – восстановительные коферменты. НАД, НАДФ. Флавиновые коферменты. ФАД. Кобамидные и кобаламинные коферменты. Коферменты, не обладающие окислительно – восстановительными свойствами. Кофермент А.

Раздел 3. Регуляция активности ферментов.

Активация фермента предшественником. Ингибирование по принципу обратной связи. Сочетание активации и ингибирования при синтезе двух различных конечных продуктов и при одном промежуточном метаболите. Индукция ферментов у микроорганизмов. Катаболитная репрессия. Регулирующая функция фосфатов. Регуляция азотсодержащими соединениями микробных клеток. Использование слабых физических полей. Частные примеры регуляции

Раздел 4. Перспективные виды аппаратов для проведения биокаталитических реакций.

Классическое аппаратное обеспечение процессов с участием иммобилизованных микроорганизмов и ферментов. Насадочные реакторы. Газлифтные реакторы. Роторно- дисковые реакторы. Мембранные реакторы. Реакторы кипящего слоя. Современные тенденции в развитии аппаратного обеспечения биокаталитических процессов. Микрореакторы.

Раздел 5. Биокатализ в приложении к производству продуктов питания.

Пивоварение. Виноделие. Получение сидра. Спиртопродукты. Микроорганизмы, используемые при получении этанола. Хлебопечение. Применение ферментов при выработке фруктовых соков. Консервированные овощи и другие продукты. Продукты из сои. Микромицеты в производстве продуктов растительного происхождения. Продукты гидролиза крахмала.

4.3. Лекции/ лабораторные/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/ лабораторных/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ и название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
Раздел 1. Основные понятия и определения. Кинетика ферментативных реакций.					
1.	Тема 1. Термины и определения. Ферменты – биологические катализаторы. Сходство и отличия ферментов и химических катализаторов.	Лекция. Введение. Термины и определения. Ферменты – биологические катализаторы. Сходство и отличия ферментов и химических катализаторов. Строение ферментов. Классы ферментов. Типы ферментативных реакций. Единицы активности ферментов.	УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-3.4; ПКос-4.3	-	2
	. Строение ферментов. Классы ферментов. Типы ферментативных реакций. Единицы активности ферментов.	Лабораторные работы. Растительное сырье, используемое в биотехнологических процессах	УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-3.4; ПКос-4.3	Устный опрос	3
	ферментативных реакций. Единицы активности ферментов.	Практическое занятие. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Уравнение Бриггса Холдейна. Уравнение Лайнуивера Бэрка. Уравнение Хилла.	УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-3.4; ПКос-4.3	Устный опрос	3
Раздел 2. Иммобилизация ферментов. Коферменты.					
3.	Тема 3. Предпосылки и использования иммобилизованных	Лекция. Методы иммобилизации ферментов. Носители для иммобилизации микроорганизмов. Специфический для живых	УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-3.4; ПКос-4.3		3

	ферментов и микроорганизмов.	микроорганизмов метод иммобилизации. Перспективные способы иммобилизации.			
		Лабораторные работы. Микроорганизмы продуценты липидов и жирных кислот.	УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-3.4; ПКос-4.3	Устный опрос	3
		Практическое занятие. Окислительно – восстановительные коферменты. НАД. НАДФ. Флавиновые коферменты. ФАД. Кобамидные и кобаламинные коферменты. Коферменты, не обладающие окислительно – восстановительными свойствами. Кофермент А.	УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-3.4; ПКос-4.3	Устный опрос	3

Раздел 3. Регуляция активности ферментов.

6.	Тема 6. Активация фермента.	Лекция. Активация фермента предшественником. Ингибирование по принципу обратной связи. Сочетание активации и ингибирования при синтезе двух различных конечных продуктов и при одном промежуточном метаболите. Индукция ферментов у микроорганизмов.	УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-3.4; ПКос-4.3	-	3
		Лабораторные работы. Получение и выделение фермента амилазы	УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-3.4; ПКос-4.3	Устный опрос	3
		Практическое занятие Катаболитная репрессия. Регулирующая функция фосфатов. Регуляция азотсодержащими соединениями микробных клеток. Использование слабых физических полей. Частные примеры регуляции	УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-3.4; ПКос-4.3	Устный опрос	4

Раздел 4. Перспективные виды аппаратов для проведения биокаталитических реакций.

6.	Тема 6.	Лекция. Насадочные	УК-1.2; УК-1.3;	-	2
----	---------	--------------------	-----------------	---	---

	Классическое аппаратное обеспечение процессов с участием иммобилизованных микроорганизмов и ферментов.	реакторы. Газлифтные реакторы. Роторно-дисковые реакторы. Мембранные реакторы. Реакторы кипящего слоя. Современные тенденции в развитии аппаратного обеспечения биокаталитических процессов. Микрореакторы.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-3.4; ПКос-4.3		
		Лабораторные работы. Получение и выделение фермента фосфатазы	УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-3.4; ПКос-4.3	Устный опрос	2
		Практическое занятие Биотехнологические компании, производящие биокатализаторы	УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-3.4; ПКос-4.3	Устный опрос	3
Раздел 5. Биокатализ в приложении к производству продуктов питания.					
6.	Тема 6. Активация фермента.	Лекция. Пивоварение. Виноделие. Получение сидра. Спиртопродукты. Микроорганизмы, используемые при получении этанола. Хлебопечение. Применение ферментов при выработке фруктовых соков. Консервированные овощи и другие продукты. Продукты из сои. Микромицеты в производстве продуктов растительного происхождения. Продукты гидролиза крахмала.	УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-3.4; ПКос-4.3	-	3
		Лабораторные работы. Подготовка и контроль за ростом и развитием дрожжевых культур, применяемых для брожения	УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-3.4; ПКос-4.3	Устный опрос	3
		Практическое занятие Контроль процесса брожения при производстве продуктов питания из растительного сырья	УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-3.4; ПКос-4.3	Устный опрос	3

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ и название раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 2. Иммобилизация ферментов. Коферменты.		
1.	Тема Иммобилизация ферментов. Коферменты.	Ключевые продуценты ферментов, используемые в пищевой промышленности
Раздел 5. Биокатализ в приложении к производству продуктов питания.		
2.	Тема Биокатализ в приложении к производству продуктов питания.	Потенциальные технологические ниши использования биокаталитических технологий

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Раздел 1. Основные понятия и определения. Кинетика ферментативных реакций.	PR Кейс-технология
2.	Раздел 2. Иммобилизация ферментов. Коферменты.	PR Кейс-технология
3.	Раздел 3. Регуляция активности ферментов.	PR Кейс-технология
4.	Раздел 4. Перспективные виды аппаратов для проведения биокаталитических реакций	PR Кейс-технология

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине:

1. Биокатализ. Термины и определения.
2. Расчет периода полуинактивации фермента.
3. Расчет сроков годности ферментных препаратов при различных условиях.
4. Определение константы Михаэлиса.
5. Определение типа ингибирования.
6. Определение максимальной скорости ферментативной реакции.

7. Сходство и отличия ферментов и химических катализаторов.
8. Строение ферментов.
9. Классификация ферментов.
10. Типы ферментативных реакций.
11. Единицы активности ферментов
12. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
13. Уравнение Бриггса Холдейна.
14. Уравнение Лайнуивера Бэрка.
15. Уравнение Хилла.
16. Окислительно – восстановительные коферменты.
17. Коферменты, не обладающие окислительно – восстановительными свойствами.
18. Аллостерическая регуляция активности ферментов.
19. Индукция ферментов у микроорганизмов.
20. Катаболитная репрессия.
21. Предпосылки использования иммобилизованных ферментов и микроорганизмов.
22. Иммобилизация с помощью ковалентной связи.
23. Иммобилизация в липосомы.
24. Микрокапсулирование.
25. Иммобилизация включением в гель.
26. Биокатализ реакций замещения. Метилирование.
27. Биокатализ реакций замещения. Галогенирование.
28. Биокатализ реакций присоединения по C=C связи.
29. Биокатализ реакций присоединения по C=N связи.
30. Биокатализ реакций окисления спиртов.
31. Биокатализ реакций окисления аминопроизводных в карбонильные соединения.
32. Биокаталитическое гидроксילирование.
33. Микробиологическое окисление терпенов с получением диолов.
34. Биокатализ реакций окисления азотсодержащих гетероциклических соединений.
35. Биокаталитическое дегидрирование связи CH-CH.
36. Микробиологическое окисление сульфидов до сульфоксидов.
37. Биокаталитическое восстановление ди- и трикарбонильных соединений.
38. Биокаталитическое восстановление оксокислот, оксоэфиров, оксоамидов.
39. Регенерация кофермента НАДН при проведении биокаталитического процесса.
40. Развитие мирового рынка хиральных продуктов.
41. Биокаталитическое разделение оптических изомеров с

использованием этерификация и переэтерификация.

42. Биокаталитическое разделение рацемических эфиров, не содержащих других функциональных групп.

43. Аспарагиназа – фермент, снижающий содержание акриламида в пищевых продуктах (аспарагиназа, анализ на акиламид).

44. Ферменты, используемые в производстве вина.

45. Ферменты, используемые в хлебопечении.

46. Ферменты, используемые в производстве макаронных изделий из пшеничной муки.

47. Ферменты, используемые в пивоварении.

48. Ферменты, используемые в переработке фруктов, овощей и соковой промышленности.

49. Ферменты, используемые в переработке мяса.

50. Ферменты, используемые в модификации белков: реакция гидролиза, ее контроль, протеазы, свойства гидролизованных.

51. Липазы в производстве пищевых ингредиентов.

52. Биокатализ в производстве эфирных масел и пищевых экстрактов.

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкалы оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется **балльно-рейтинговая** система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Таблица 7

Шкала оценивания	Экзамен
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень отлично	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «удовлетворительно»	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Воронова, Т. Д. Ферменты: строение, свойства и применение : учебное пособие / Т. Д. Воронова, Н. А. Погорелова. — Омск : Омский ГАУ, 2021. — 134 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/202247>
2. Голубцова, Ю. В. Биотехнология пищевого сырья и продуктов питания : учебное пособие / Ю. В. Голубцова, О. В. Кригер, А. Ю. Просеков. — Кемерово : КемГУ, 2017. — 111 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/103935>
3. Конструирование биореакторов будущего пищевых технологий (научно-прикладные аспекты) : Учебник для вузов / С. Т. Антипов, С. А. Бредихин, А. И. Ключников [и др.] ; Под редакцией В. А. Панфилова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 524 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/221213>

7.2. Дополнительная литература

1. Молибога, Е. А. Биотехнологические процессы в производстве продуктов питания нового поколения : учебное пособие / Е. А. Молибога. — Омск : Омский ГАУ, 2025. — 71 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/494522>.

2. Биохимия питания : учебное пособие для вузов / В. Г. Лобанов, Л. В. Капрельянц, В. В. Литвяк [и др.]. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 456 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/446195>

3. Рожнов, Е. Д. Технология продуктов питания из растительного сырья : учебное пособие : в 3 частях / Е. Д. Рожнов, М. Н. Школьников, Н. А. Панкратьева. — Екатеринбург : УрГЭУ, [б. г.]. — Часть 2 : Биотехнология солодовенного производства — 2024. — 155 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/498695>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Учебно-методический портал <https://sdo.timacad.ru> (требуется регистрация) - (открытый доступ)
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека. www.gpntb.ru/ - открытый доступ.
3. Национальная электронная библиотека. www.nns.ru/ – открытый доступ.
4. Российская государственная библиотека. www.rsl.ru/ - открытый доступ
5. Информационно-поисковая система ФИПС. www.1/fips.ru/ - открытый доступ.
6. Поисковая система «Яндекс». www.yandex.ru/ - открытый доступ.
7. Поисковая система «Google». www.google.ru/ - открытый доступ.
8. Электронная библиотечная система «Книгафонд». www.knigafund.ru/ - открытый доступ.
9. <https://здоровое-питание.рф/> (открытый доступ).

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение (MicrosoftOffice, MicrosoftWindows).
2. www.consultant.ru Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
3. Справочная правовая система «Гарант».

Таблица 9

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы
1	Раздел 1. Основные понятия и определения. Кинетика ферментативных реакций.	Microsoft Office (Word, Excel)	Обучающие
2	Раздел 2. Иммобилизация ферментов. Коферменты.	Microsoft Office (Word, Excel)	Обучающие

3	Раздел 3. Регуляция активности ферментов.	Microsoft Office (Word, Excel)	Обучающие
4	Раздел 4. Перспективные виды аппаратов для проведения биокаталитических реакций	Microsoft Office (Word, Excel)	Обучающие

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных ^а помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы ^{**}
1	2
Корпус №1, аудитория 1-117	Мультимедийное оборудование
25 учебный корпус, аудитория 014 для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Компьютерный класс
25 учебный корпус, аудитория 07	Лаборатория
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, читальный зал для самостоятельной работы студентов	Фонды учебной, научной литературы, диссертаций и авторефератов, периодических изданий, электронных и др. ресурсов

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

лекции (занятия лекционного типа);

семинары, практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);

групповые консультации;

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

самостоятельная работа обучающихся;

занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Для отработки пропущенных лекционных занятий студенты обязаны самостоятельно изучить пропущенную тему по учебной литературе, используя также дополнительную литературу из списка, представить собственные конспекты лекций по пропущенной теме и ответить на контрольные вопросы. Отработка практических занятий проводится в форме собеседования. Отработка лабораторного практикума проводится в форме выполнения лабораторной работы после предварительного собеседования.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Лекции должны носить проблемный характер, а их изложение - в русле опережающего образования.

Реализация компетентностного подхода должна обеспечиваться широким использованием активных и интерактивных форм проведения занятий. Занятия в интерактивной форме должны составлять не менее 20 %.

Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение основополагающих разделов дисциплины, а также изучение разделов, в недостаточной мере рассматриваемых на лекционных, практических и лабораторных занятиях.

Программу разработали:

Мустафина А.С., к.т.н., доцент



Нугманов А.Х.-Х., д.т.н., профессор



РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Процессы ферментации и промышленного биокатализа»

ОПОП ВО по направлению 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья, направленность «Биоэкономика производства продуктов из растительного сырья» (квалификация выпускника – магистр)

Гиро Татьяной Михайловной, профессор кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, д.т.н. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Процессы ферментации и промышленного биокатализа» ОПОП ВО по направлению 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья, направленность Биоэкономика производства продуктов из растительного сырья(магистратура) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре технологии хранения и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции (разработчики –Мустафина А.С., к.т.н., доцент, Нугманов А.Х.-Х., д.т.н., профессор).

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Процессы ферментации и промышленного биокатализа» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной участниками образовательных отношениям части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья.

В соответствии с Программой за дисциплиной «Процессы ферментации и промышленного биокатализа» закреплено 5 профессиональных компетенций. Дисциплина «Процессы ферментации и промышленного биокатализа» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

4. Общая трудоёмкость «Процессы ферментации и промышленного биокатализа» составляет 3 зачётных единицы (108 часов/из них практическая подготовка 4).

5. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Процессы ферментации и промышленного биокатализа» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья и возможность дублирования в содержании отсутствует.

6. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

7. Программа дисциплины «Процессы ферментации и промышленного биокатализа» предполагает 4 занятий в интерактивной форме.

8. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья.

9. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, диспутах), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья.

10. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источник (базовый учебник), дополнительной литературой – 3 наименований, Интернет-ресурсы – 9 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья.

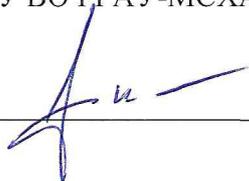
12. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

13. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине **«Процессы ферментации и промышленного биокатализа»**

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины **«Процессы ферментации и промышленного биокатализа»** ОПОП ВО по направлению 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья, направленность **«Биоэкономика производства продуктов из растительного сырья»** (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Мустафиной А.С., к.т.н., доцентом, Нугмановым А.Х.-Х., д.т.н., профессором соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Гиро Т.М., профессор кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, д.т.н. профессор



«27» 08 2025 г.