

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»**

ФАКУЛЬТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ И БИОТЕХНОЛОГИЙ

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета пищевых производств
и биотехнологий, доцент

А. В. Степовой



Рабочая программа дисциплины

Инженерная энзимология

**Направление подготовки
19.04.01 Биотехнология**

**Направленность
Прикладная биотехнология**

**Уровень высшего образования
Магистратура**

**Форма обучения
очная**

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины «Инженерная энзимология» разработана на основе ФГОС ВО 19.04.01 «Биотехнология» утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 10.08.2021 г, регистрационный № 747.

Автор:
доктор. биол. наук, профессор

 А. Г. Коцаев


Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики протокол № 34 от 15.05.2023 г.

Заведующий кафедрой
канд. с.-х. наук, доцент

 А. Н. Гнеуш

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета пищевых производств и биотехнологий, протокол № 9 от 17.05.2023 г.

Председатель методической комиссии,
доктор техн. наук, профессор

 Е. В. Щербакова

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы
доктор. биол. наук, профессор

 А. Г. Коцаев

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Инженерная энзимология» является понимание студентами принципов функционирования белковых посредников биохимических процессов — ферментов и других компонентов, осуществляющих катализ реакций, транслокацию и узнавание субстратов.

Задачи дисциплины:

- формирование представлений о фундаментальной роли энзимов в обмене веществ в клетке, регуляции и интеграции метаболических процессов в живых организмах через ферментативный аппарат;
- ознакомление с современными методами исследования и способами практического применения ферментов;
- формирование у студентов практических навыков энзимологических исследований;
- приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему специалисту для обоснованных решений, при организации и проведении процессов получения ферментов и биокатализа в будущей профессиональной деятельности;
- выяснение компенсаторных механизмов нарушенных этапов метаболических процессов в клетке и способов управления этой компенсацией.

2 Перечень планируемых результатов по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

ПК-4 Способен разрабатывать технологии производства, предложения по оптимизации биопрепаратов с учетом биохимических характеристик

Разработано на основании требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда, обобщения отечественного и зарубежного опыта.

3. Место дисциплины в структуре ОП Магистратура

Данная дисциплина является дисциплиной факультативной части ОП подготовки магистров по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология, направленность «Прикладная биотехнология».

4 Объем дисциплины (72 часа, 2 зачетные единицы)

Виды учебной работы	Объем, часов
	очная
Контактная работа	29
в том числе:	
— аудиторная по видам учебных занятий	28
— лекции	14
— лабораторные	-
— практические	14
— внеаудиторная	1

Виды учебной работы	Объем, часов
	очная
— зачет	1
Самостоятельная работа в том числе:	43
— прочие виды самостоятельной работы	43
Контроль	-
Итого по дисциплине	72

5. Содержание дисциплины

По итогам изучаемого курса студенты сдают зачет.

Дисциплина изучается на 1 курсе, во 2 семестре.

Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

№ п / п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				Лекции	в том числе в форме практической подготовки	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки *	Лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа
1	ФЕРМЕНТЫ — КАТАЛИЗАТОРЫ БИОХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ Общие представления о ферментативном катализе. Сравнение химического и ферментативного катализа. Методы изучения специфичности ферментов. Природа связей между молекулами фермента и субстрата. Принципы классификации и номенклатуры ферментов	ПК-4	2	2				2		5
2	ПРИНЦИПЫ БИОЭНЕРГЕТИКИ Пути и механизмы преобразования энергии в живых системах. Классификация энергетических процессов. Роль АТФ и ТЭП в запасании энергии. Первичные и вторичные генераторы ТЭП. Энергетический заряд и энергетическая эффективность роста. Основные типы сопряжения энергетических и конструктивных процессов АЭРОБНЫЕ И АНАЭРОБНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.	ПК-4	2	2				2		5

№ п / п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				Лекции	в том числе в форме практической подготовки	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки *	Лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа
	Аэробное дыхание. Дыхательная цепь. Обратный перенос электронов. Эволюция путей аэробного метаболизм. Анаэробное дыхание. Брожения. Взаимосвязь энергетических и конструктивных процессов в клетке									
3	РЕГУЛЯЦИЯ АКТИВНОСТИ БЕЛКОВЫХ ПОСРЕДНИКОВ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ Регуляция активности белковых посредников путем их ковалентной модификации. Регуляция активности белковых посредников путем нековалентного взаимодействия с эффекторами. Регуляция активности белковых посредников путем пространственного разобщения и взаимодействия с мембранами.	ПК-4	2	2				2		5
4	ТРАНСПОРТ СУБСТРАТОВ И ПРОДУКТОВ Механизмы клеточной проницаемости. Организация транспортных систем. Способы сопряжения транспорта с энергией метаболизма. Регуляция транспортных процессов. Транспорт веществ из клетки в среду: секреция и экскреция	ПК-4	2	2				2		5
5	РЕГУЛЯЦИЯ БИОСИНТЕЗА ЭНЗИМОВ Основные определения. Уровни регуляции. Регуляция биосинтеза белков.	ПК-4	2	2				2		10
6	ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА РЕПЛИКАЦИИ. Транскрипция генетической информации. Регуляция процесса транскрипции. Регуляция на этапе биосинтеза и сборки компонентов аппарата трансляции.	ПК-4	2	2				2		5
7	РЕГУЛЯЦИЯ НА ЭТАПЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ	ПК-4	2	2				2		8

№ п / п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				Лекции	в том числе в форме практической подготовки	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки *	Лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа
	АППАРАТА ТРАНСЛЯЦИИ. Регуляция биосинтеза белков путем посттрансляционной модификации. Регуляция круговорота белков путем избирательного протеолиза. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К КУЛЬТИВИРОВАНИЮ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ. Экстракция из растительных и животных материалов. Микробный синтез ферментов. Очистка и стандартизация.									
	ИТОГО			14	-		-	14	-	43

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания (для самостоятельной работы)

1 **Инженерная энзимология:** метод. указания по выполнению самостоятельной работы / сост. А. Н. Гнеуш, Н. Л. Мачнева. – Краснодар : КубГАУ, 2023. – 24 с. <https://edu.kubsau.ru/mod/resource/view.php?id=13077>

2. **Инженерная энзимология** : метод. указания / сост.: А. Н. Гнеуш, Н. Л. Мачнева. – Краснодар: КубГАУ, 2023. – 22 с. <https://edu.kubsau.ru/mod/resource/view.php?id=13076>

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОП
ПК-4	Способен разрабатывать технологии производства, предложения по оптимизации биопрепаратов с учетом биохимических характеристик
4	Технология производства биопрепаратов
2	Биохимия биотехнологических производств
2	Ресурсосберегающие технологии переработки сельскохозяйственного сырья
2	Инженерная энзимология
3	Функциональные биопродукты

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОП
2	Производственная практика. Технологическая практика
4	Производственная практика. Производственная практика. Преддипломная практика
4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
ПК-4 Способен разрабатывать технологии производства, предложения по оптимизации биопрепаратов с учетом биохимических характеристик					
<p>ПК-4.3</p> <p>Разрабатывает предложения по сохранению качества сырья и готовых биопрепаратов в с заданными свойствами.</p> <p>Знать: методические подходы и теоретические основы разработки предложений по сохранению качества сырья и готовых биопрепаратов в с заданными свойствами.</p>	<p>Не владеет знаниями в области разработки предложений по сохранению качества сырья и готовых биопрепаратов с заданными свойствами.</p>	<p>Имеет поверхностные знания в области разработки предложений по сохранению качества сырья и готовых биопрепаратов в с заданными свойствами.</p>	<p>Знает методические подходы и теоретические основы разработки предложений по сохранению качества сырья и готовых биопрепаратов в с заданными свойствами.</p>	<p>Знает на высоком уровне методические подходы и теоретические основы разработки предложений по сохранению качества сырья и готовых биопрепаратов в с заданными свойствами.</p>	<p>Презентация, тесты, практическая работа, зачет</p>
<p>Уметь: разрабатывать предложения по сохранению качества сырья и готовых биопрепаратов в с заданными свойствами.</p>	<p>Не умеет разрабатывать предложения по сохранению качества сырья и готовых биопрепаратов с заданными свойствами.</p>	<p>Умеет на низком уровне разрабатывать предложения по сохранению качества сырья и готовых биопрепаратов в с заданными свойствами.</p>	<p>Умеет на достаточном уровне разрабатывать предложения по сохранению качества сырья и готовых биопрепаратов в с заданными свойствами.</p>	<p>Умеет на высоком уровне разрабатывать предложения по сохранению качества сырья и готовых биопрепаратов в с заданными свойствами.</p>	

Владеть, трудовые действия Владеет навыками разработки предложений по сохранению качества сырья и готовых биопрепаратов в с заданными свойствами.	Не владеет навыками разработки предложений по сохранению качества сырья и готовых биопрепаратов с заданными свойствами.	Владеет отдельными навыками разработки предложений по сохранению качества сырья и готовых биопрепаратов в с заданными свойствами.	В целом успешное, но несистематическое владение навыками разработки предложений по сохранению качества сырья и готовых биопрепаратов в с заданными свойствами.	Успешное и систематическое владение навыками разработки предложений по сохранению качества сырья и готовых биопрепаратов в с заданными свойствами.	
--	---	---	--	--	--

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП ВО

7.3.1 Оценочные средства по компетенции ПК-4 Способен разрабатывать технологии производства, предложения по оптимизации биопрепаратов с учетом биохимических характеристик

7.3.1.1 Для текущего контроля по компетенции ПК-4 Способен разрабатывать технологии производства, предложения по оптимизации биопрепаратов с учетом биохимических характеристик

Тесты

1. *Дополните высказывание.*

Активный центр фермента - ...

Активный центр фермента – это локальный участок белковой молекулы, на которой совершается акт катализа

2. *Выберите правильный ответ*

Активный центр фермента – это локальный участок

- липидной молекулы, на которой совершается акт катализа
- углеводной молекулы, на которой совершается акт катализа
- + белковой молекулы, на которой совершается акт катализа
- ткани, на которой совершается акт катализа
- клетки, на которой совершается акт катализа

3. *Дополните высказывание.*

Ферменты — это...

Ферменты — это биологические катализаторы белковой природы, способные в несколько раз ускорять химические реакции, протекающие в живом организме, но сами не входящие в состав конечных продуктов реакций.

4. *Дополните высказывание.*

Субстрат — это ...

вещество, на которое действует фермент

Субстрат — это вещество, на которое действует фермент

5. *Выберите правильный ответ*

- Субстрат — это вещество,
- которое представляет собой продукт реакции
 - + на которое действует фермент
 - которое образуется под действием фермента
 - которое нестабильно
 - которое образовалось после высушивания

6. *Выберите все правильные ответы*

Отличия ферментов от неорганических катализаторов:

- + Скорость ферментативного катализа на несколько порядков выше, чем небиологического катализа.
- + Действие каждого фермента высокоспецифично
- Ферменты катализируют химические реакции при пониженном давлении
- + Ферменты катализируют химические реакции в мягких условиях
- + Ферменты катализируют химические реакции при значениях pH среды близких к нейтральной.

7. *Выберите правильный ответ*

Сходство ферментов с неорганическими катализаторами:

- Высокая скорость ферментативного катализа
- Действие каждого фермента высокоспецифично
- + Ферменты катализируют химические реакции
- Катализ протекает реакции в мягких условиях
- Катализ протекает при значениях pH среды близких к нейтральной.

8. *Выберите правильный ответ*

Химическая природа ферментов

- олигосахариды
- углеводы
- + белки
- полисахариды
- пептидогликаны

9. *Выберите правильный ответ*

Однокомпонентные ферменты

- + Простые
- Сложные
- Построены как из белковой части, так и небелковой части
- Состоят из апофермента и кофактора
- Представляют собой холофермент

10. *Выберите правильный ответ*

Однокомпонентные ферменты

- Сложные
- Построены как из белковой части, так и небелковой части
- + При гидролизе распадаются только на аминокислоты
- Состоят из апофермента и кофактора
- Представляют собой холофермент

11. *Выберите правильный ответ*

Данное свойство НЕ характеризует двухкомпонентные ферменты

- +Сложные
- +Построены как из белковой части, так и небелковой части
- При гидролизе распадаются только на аминокислоты
- +Состоят из апофермента и кофактора
- +Представляют собой холофермент

12. Выберите правильный ответ

Роль кофактора НЕ выполняет

- органическое соединение
- ион
- витамин
- нуклеотид.
- + полипептид

13. Дополните высказывание.

Энергия активации представляет собой ...

Энергия активации представляет собой разность общей энергии реагирующих молекул и энергии возбужденного переходного состояния

14. Выберите правильный ответ

Процесс ферментативного катализа можно условно разделить на

- 2 стадии
- +3 стадии
- 4 стадии
- 5 стадий
- 6 стадий

15. Выберите правильный ответ

Первая стадия катализа НЕ характеризуется тем, что она

- непродолжительна по времени
- ависит от концентрации субстрата в среде
- +вляется собственно катализом
- зависит от концентрации фермента в среде
- зависит от скорости диффузии субстрата к активному центру фермента

16. Выберите правильный ответ

Оксидоредуктазы катализируют

- +окислительно-восстановительные реакции всех типов
- перенос групп атомов от донорной молекулы к акцепторной
- гидролитическое расщепление связей
- расщепление связей способом, отличным от гидролиза или окисления
- взаимопревращения различных изомеров

17. Выберите правильный ответ

Лигазы катализируют

- перенос групп атомов от донорной молекулы к акцепторной
- гидролитическоерасщепление связей
- расщепление связей способом, отличным от гидролиза или окисления
- взаимопревращения различных изомеров
- +образование связей в реакциях конденсации двух соединений с участием АТФ

18. *Дополните высказывание.*

За стандартную единицу активности (Е) любого фермента принимают то количество его, которое ...

За стандартную единицу активности (Е) любого фермента принимают то количество его, которое катализирует превращение одного микромоля субстрата в 1 мин при заданных стандартных условиях.

19. *Выберите все правильные ответы*

Активность ферментного препарата выражается в микромолях субстрата, в оптимальных условиях за 1 мин прореагировавшего под действием

+1 мл ферментного раствора

-1 кг ферментного раствора

+1 г ферментного препарата

-1 кг ферментного препарата

-1 л ферментного препарата

20. *Выберите правильный ответ*

Если ферментный препарат не содержит балласта, то его активность выражается в

-микромолях фермента на 1 мг белка

-микромолях продукта на 1 мг фермента

-миллимолях субстрата на 1 мг фермента

+микромолях субстрата на 1 мг фермента

-миллимолях фермента на 1 мг белка

Выберите правильный ответ

Если ферментный препарат содержит балласт, то его активность выражается в

-микромолях фермента на 1 мг белка

+микромолях субстрата на 1 мг белка

-микромолях продукта на 1 мг фермента

-миллимолях субстрата на 1 мг фермента

-микромолях субстрата на 1 мг фермента

21. *Выберите правильный ответ*

Активность условного ферментного препарата — средняя устойчивую активность основного фермента в стандартном условном препарате, достигаемая в

-лабораторных условиях

-пробирке

-опыте

+производственных условиях

-колбе

22. *Дополните высказывание.*

Активность условного ферментного препарата — ...

Активность условного ферментного препарата — средняя устойчивую активность основного фермента в стандартном условном препарате, достигаемая в производственных условиях

23. *Выберите правильный ответ*

Условная тонна ферментного препарата — это

-1 г препарата со стандартной активностью

-1 кг препарата со стандартной активностью

- +1 т препарата со стандартной активностью
- 0,5 т препарата со стандартной активностью
- 5 т препарата со стандартной активностью

24. *Выберите правильный ответ*

Для пересчета выработанной товарной продукции в условные тонны пользуются соотношением, где M_u — масса условного препарата; M_m — масса товарного препарата; A_u — активность условного препарата; A_f — фактическая активность товарного препарата.

- $M_u = (A_u A_f) / M_t$,
- + $M_u = (M_t A_f) / A_u$,
- $M_u = A_f / A_u$,
- $M_u = M_t / A_u$,
- $M_u = (M_t A_u) / A_f$,

25. *Дополните высказывание.*

Стандартизацией называют операцию по ...

Стандартизацией называют операцию по доводке активности препарата до стандартной, определяемой ГОСТ или техническими условиями.

26. *Выберите правильный ответ*

Иммобилизация ферментов — это

- +перевод их в нерастворимое состояние с сохранением (частичным или полным) каталитической активности
- перевод их в нерастворимое состояние без сохранения каталитической активности
- расщепление ферментов
- синтез ферментов
- сшивание их с субстратом

27. *Выберите правильный ответ*

К ферментам растительного происхождения НЕ относится

- амилаза
- +ренин
- папаин
- бромелаин
- фицин

28. *Выберите правильный ответ*

Особенность получения ферментов микробного происхождения, которая НЕ относится к их преимуществам

- среди огромного количества микроорганизмов легче найти необходимые ферментные комплексы
- возможность получения ферментов в любых количествах из-за способности микроорганизмов расти на дешевых питательных средах
- возможность повышения биосинтеза ферментов с помощью получения высокопродуктивных мутантных форм микроорганизмов
- + дезинтеграция биомассы микроорганизмов перед выделением эндоферментов
- возможность повышения биосинтеза ферментов из-за способности микроорганизмов быстро адаптироваться к новым источникам питания

29. *Дополните высказывание.*

Субстратная специфичность ферментов – это ...

Субстратная специфичность ферментов – это способность ферментов избирательно действовать на субстрат, определять путь его превращения.

30. Выберите правильный ответ

Субстратная специфичность ферментов – это способность ферментов избирательно действовать на

- продукт
- другой фермент
- +субстрат
- микроорганизм
- клетку

Практические занятия

Практическая работа №1 Ферментативный гидролиз п-ацетилаланина: пример экологически безопасного процес-ьса

Практическая работа № 2 Получение 6-аминопенициллановой кислоты гидролизом бензилпенициллина с помощью пенициллинацилазы, иммобилизованной полиакриламидный гель

Практическая работа №3. Определение кинетических параметров окисления о-фенилендиамина гемоглобином в присутствии перекиси водорода

Практическая работа №4. Зависимость начальной скорости реакции окисления о-ФДА от времени и концентрации гемоглобина

Практическая работа №5. Зависимость начальной скорости реакции окисления о-ФДА от величин рН

Практическая работа №6. Зависимость начальной скорости реакции окисления о-ФДА от концентрации перекиси водорода

Практическая работа №7. Зависимость начальной скорости окисления о-ФДА от концентрации субстрата

Темы для презентаций

1. Создание и производство практических ферментов.
2. Перспективы развития энзимологии.
3. Этапы развития энзимологии.
4. Рибозимы – катализаторы небелковой природы: разнообразие, структурные особенности и механизм действия
5. Использование ферментов в сельском хозяйстве и промышленности.
6. Ферменты в медицине: энзимопатологии, энзимодиагностика и энзимотерапия.
7. Ферменты как маркеры субклеточных фракций.
8. Методы выделения и очистки ферментов.
9. Методы определения ферментативной активности.
10. Методы определения аминокислот в активном центре ферментов и установления их роли в каталитическом действии.
11. Использование генноинженерных методов для определения аминокислот в активном центре фермента. Направленный мутагенез.
12. Структура, механизм действия и регуляция активности ферментов.
13. Активация и механизм действия пищеварительных протеолитических ферментов.
14. Каскад активации факторов свертывания крови.

15. Источники ферментов. Нахождение ферментов в природных объектах, локализация ферментов в клетке.
16. Биосинтез ферментов. Посттрансляционная модификация. Сборка ферментов.
17. Стабильность ферментов. Денатурация и инактивация ферментов. Принципы стабилизации ферментов.
18. Химическая модификация ферментов. Виды ферментных препаратов.
19. Прикладная инженерная энзимология, основные направления развития и области практического использования ферментов.
20. Имобилизованные ферменты. Методы иммобилизации. Свойства иммобилизованных ферментов.
21. Применение ферментов в химическом синтезе.
22. Иммуноферментный анализ.
23. Биосенсоры.
24. Инженерия биокатализаторов и биокаталитических систем.

7.3.1.2 Для промежуточного контроля по компетенции ПК-4 Способен разрабатывать технологии производства, предложения по оптимизации био-препаратов с учетом биохимических характеристик

Вопросы для зачета

1. Химическая природа ферментов. Молекулярная масса ферментных белков. Одно- и двухкомпонентные ферменты. Коферменты и простетические группы, их важнейшие представители.
2. Краткие исторические сведения о развитии энзимологии
3. Термодинамические характеристики ферментативной реакции. Определение изменения свободной энергии, энтальпии и энтропии. Значение этих величин для понимания действия ферментов
4. Различные уровни структурной организации ферментов и значение их для ферментативной активности.
5. Краткие исторические сведения о развитии энзимологии (этап) Химическая иммобилизация ферментов
6. Активный центр ферментов, его строение и функция. Методы изучения строения активного центра.
7. Последние достижения в изучении ферментов. Значение работ отечественных ученых в развитии энзимологии.
8. Физическая иммобилизация ферментов
9. Значение третичной структуры в формировании активного центра. Гипотеза Кошланда об индуцированном структурном соответствии.
10. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Уравнение Михаэлиса-Ментена и его анализ.
11. Класс лиаз
12. Общее представление о механизме действия ферментов. Общее понятие о катализе.
13. Снижение энергии активности при ферментативном катализе. Энергия активации в различных филогенетических группах организмов.
14. Биологическая роль ферментов.

15. Класс гидролаз.
16. Фермент-субстратный комплекс. Связи, участвующие в его образовании. Доказательства образования фермент-субстратного комплекса.
17. Значение изучения кинетики ферментативных реакций. Основные понятия ферментативной кинетики. Скорость реакции. Закон действия масс. Константа скорости реакции.
18. Класс лигаз.
19. Общий кислотно-основной катализ. Ковалентный катализ. Связывание субстрата в "напряженной конфигурации". Эффект сближения и ориентации.
20. Энергия активации. Изменение свободной энергии для реакции различных типов.
21. Определение энергии активации для отдельных стадий преобразования и распада фермент-субстратного комплекса.
22. Получение кристаллических препаратов ферментов. Критерий чистоты ферментативных препаратов.
23. Особенности ферментативного действия.
24. Понятие константы Михаэлиса и максимальной скорости, их значения при исследовании механизма ферментативных реакций, методы их определения.
25. Класс изомераз.
26. Общая характеристика нуклеаз. Реакции, катализируемые рибонуклеазами.
27. Механизмы двухсубстратных ферментативных реакций.
28. Преимущество иммобилизованных ферментов. Носители, применяемые для иммобилизации ферментов.
29. Обратимые конкурентные ингибиторы.
30. Специфичность действия ферментов.
31. Изоферменты. Ферментная система.
32. Строение активного центра и механизм гидролитического действия лизоцима.
33. Ингибирование ферментативной реакции субстратом и продуктами.
34. Правила работы с ферментами. Хранение ферментных препаратов.
35. Трансферазная функция лизоцима.
36. Влияние температуры на скорость ферментативных реакций.
37. Методы исследования ферментативного действия в живой клетке и ее отдельных структурных элементах.
38. Типы реакций, катализируемых никотинамиддинуклеотидными дегидрогеназами. Роль кофермента и белковой части.
39. Понятия "ингибитор", классификация ингибиторов.
40. Использование иммобилизованных ферментов в Инженерная энзимология.
41. Строение активного центра и механизм действия флавиновых ферментов.
42. Применение ферментов в медицине. "Молекулярные" болезни.
43. Класс оксидоредуктаз.
44. Стереохимическая специфичность действия ферментов.
45. Обратимые неконкурентные ингибиторы. Определение констант ингибирования.
46. Методы очистки ферментов.
47. Ковалентная модификация ферментов. Проферменты

48. Влияние концентрации водородных ионов на скорость ферментативных реакций.
49. Определение констант диссоциации ионогенных групп активного центра.
50. Методы изучения ферментативной активности.
51. Аллостерическая регуляция активности ферментов
52. Использование ферментов в промышленности.
53. Класс трансферраз.
54. Роль гормонов в регуляции активности ферментов.
55. Значение исследования рН на скорость ферментативных реакций.

Возможные механизмы этого влияния.

56. Имобилизованные ферменты.
57. Общее представление о механизме действия ферментов.
58. Роль субклеточных культур в регуляции действия ферментов. Обратимость действия ферментов. Антиферменты.
59. Ферменты в сельском хозяйстве. Инженерная энзимология. Перспективы использования ферментов.
60. Коферменты и простетические группы, их важнейшие представители.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Контроль освоения дисциплины и оценка знаний обучающихся по дисциплине производится в соответствии с Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся».

Защита практической/лабораторной работы

Практическая работа проводится с целью:

- экспериментального подтверждения и проверки существенных теоретических положений, законов, зависимостей;
- формирования практических умений и навыков обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки;
- формирования исследовательских умений (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Контроль и оценка результатов выполнения обучающимися практической работы направлены на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин; формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности; развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов; выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива, а также на развития общих и формирование профессиональных компетенций, определённых рабочей программой учебной дисциплины.

Для контроля и оценки результатов выполнения студентами практической работы используются такие формы и методы контроля, как наблюдение за работой обучающихся,

анализ результатов наблюдения, оценка отчетов, оценка выполнения индивидуальных заданий.

Защита практической работы проводится по каждой работе в отдельности в виде индивидуального собеседования с каждым студентом по теоретической и практической части выполненной работы, а также по данным и результатам оформленного отчета. Ответы на поставленные вопросы студент дает в устной форме.

Критерии оценивания уровня защиты практической/лабораторной работы при устном опросе:

Оценка «отлично» ставится, если студент: 1) полно излагает изученный материал, дает правильное определение языковых понятий; 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по литературе, но и самостоятельно составленные; 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка «хорошо» ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Презентация

Презентация – это краткое изложение, представленное в виде мультимедийных слайдов с содержанием и результатами индивидуальной учебно-исследовательской деятельности, имеет регламентированную структуру, содержание и оформление.

Задачи презентации:

- Формирование умений самостоятельной работы студентов с источниками литературы, их систематизация;
- Развитие навыков логического мышления;
- Углубление теоретических знаний по проблеме исследования.

Критериями оценки презентации являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

Оценка «отлично» ставится, если выполнены все требования к презентации: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка «хорошо» – основные требования к презентации выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём; имеются упущения в оформлении.

Оценка «удовлетворительно» – имеются существенные отступления от требований к презентации. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании; отсутствуют выводы.

Оценка «неудовлетворительно» – тема презентации не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или презентация не представлена вовсе.

Тестирование

Оценка **«отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 85 % тестовых заданий.

Оценка **«хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 70 % тестовых заданий.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 51 %.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

Критерии оценки на зачет

Оценки «зачтено» и «незачтено» выставляются по дисциплинам, формой заключительного контроля которых является зачет. При этом оценка «зачтено» должна соответствовать параметрам любой из положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»), а «незачтено» — параметрам оценки «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающемуся усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимым для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных учебной программой, знаком с основной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, допустившему погрешности в ответах на экзамене или выполнении экзаменационных заданий, но обладающему необходимыми знаниями под

руководством преподавателя для устранения этих погрешностей, нарушающему последовательность в изложении учебного материала и испытывающему затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не может продолжить обучение или приступить к деятельности по специальности по окончании университета без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8 Перечень основной и дополнительной литературы

Основная учебная литература:

1. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология : учебник / Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 160 с. – ISBN 978-5-8114-5820-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/145846>
2. Плакунов, В. К. Основы энзимологии : учебное пособие / В. К. Плакунов. – Москва : Логос, 2020. – 128 с. – ISBN 978-5-94010-027-9. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1213096>
3. Андрусенко, С. Ф. Медицинская энзимология : практикум / С. Ф. Андрусенко, Е. В. Денисова. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. — 145 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92562.html>

Дополнительная учебная литература:

1. Гамаюрова, В. С. Ферменты [Электронный ресурс] : лабораторный практикум. Учебное пособие / В. С. Гамаюрова, М. Е. Зиновьева. – Электрон. текстовые данные. – СПб. : Проспект Науки, 2017. – 256 с. – 978-5-903090-53- – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/35819.html>
2. Шлейкин, А. Г. Биохимия. Лабораторный практикум. Часть 2. Белки. Ферменты. Витамины : учебное пособие / А. Г. Шлейкин, Н. Н. Скворцова, А. Н. Бландов. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. – 106 с. – ISBN 2227-8397. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/65803.html>
3. Шапиро, Я. С. Биологическая химия : учебное пособие / Я. С. Шапиро. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 312 с. – ISBN 978-5-8114-5241-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/138183>
4. Основы биологической химии : учебное пособие / Э. В. Горчаков, Б. М. Багамаев, Н. В. Федота, В. А. Оробец. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 208 с. – ISBN 978-5-8114-3806-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/112688>
5. Коцаев, А. Г. Биохимия сельскохозяйственной продукции / А. Г. Коцаев, С. Н. Дмитренко, И. С. Жолобова. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 388 с. – ISBN 978-5-8114-2946-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/102595>

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

№	Наименование ресурса	Уровень доступа	Ссылка
Электронно-библиотечные системы			
	Издательство «Лань»	Интернет доступ	http://e.lanbook.com
	IPRbook	Интернет доступ	http://www.iprbookshop.ru
	Znanium.com	Интернет доступ	http://e.lanbook.com
	Образовательный портал КубГАУ	Интернет доступ	https://edu.kubsau.ru
	Научная электронная библиотека eLibrary	Интернет доступ	https://www.elibrary.ru

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1 **Инженерная энзимология**: метод. указания по выполнению самостоятельной работы / сост. А. Н. Гнеуш, Н. Л. Мачнева. – Краснодар : КубГАУ, 2023. – 24 с. <https://edu.kubsau.ru/mod/resource/view.php?id=13077>

2. **Инженерная энзимология** : метод. указания / сост.: А. Н. Гнеуш, Н. Л. Мачнева. – Краснодар: КубГАУ, 2023. – 22 с. <https://edu.kubsau.ru/mod/resource/view.php?id=13076>

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Перечень лицензионного ПО

№	Наименование	Тематика
1	Microsoft Windows	Операционная система
2	Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint)	Пакет офисных приложений
3	Система тестирования INDIGO	Тестирование

Перечень профессиональных баз, данных и информационных справочных систем

№	Наименование ресурса	Уровень доступа	Ссылка
Профессиональные базы данных и информационные справочные системы			
	EMBL – the EMBL Nucleotide Sequence Database.	Интернет доступ	https://www.ebi.ac.uk/ena/browser/
	KEGG – Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes	Интернет доступ	http://www.genome.ad.jp/kegg
Специализированное программное обеспечение, базы данных, программные продукты			
	Гарант	Интернет доступ	https://www.garant.ru/
	eAuthor СBT 3.3	Интернет доступ	https://www.tadviser.ru/
	AutoCad 9, 10, 11, 12	Интернет доступ	https://autocad
	Консультант	Интернет доступ	https://www.consultant.ru/
	МояКоманда	Интернет доступ	https://xn--80aalwjbieb2o.xn--p1ai/?utm_source=soware&utm_medium=organic&utm_campaign=candidate&utm_term=myteam&utm_content=product-info

**12 Материально-техническое обеспечение для обучения
по дисциплине**

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Инженерная энзимология	<p>Учебные аудитории для проведения учебных занятий: №745 ГУК, посадочных мест — 32; площадь — 50,3м²; технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office; специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель).</p> <p>№208 ЗОО, площадь — 32,4м²; посадочных мест — 15; ПЦР-бокс Ламинар-С Термостат твердотельный цифровой TDB-120 типа "Dry Blok" (25-120С) алюминиевый блок А53 21x0,5 мл + 32x1,5 мл BioSan (Термостат типа "Драй-блок" TDB-120, Термостат TDB-120 с крышкой термоблоком А-53) ДНК-амплификатор "в реальном времени" Gentier Mini, Drawell ДНК-амплификатор "в реальном времени" Gentier Mini, Drawell Холодильник комбинированный лабораторный ХЛ-340-1 "POZIS" с металлическими дверями (2шт) Станция выделения НК Auto-Pure 96, с магнитной головкой для 96-лун. планшет, Allsheng (Система для автоматического выделения и очистки нуклеиновых кислот из биологического материала Auto-Pure 96 для диагностики in vitro Компьютер персональный Центрифуга 15,000 rpm об/мин 21130g с ротором 24x1,5/2 мл M1324 RWD Life Science Весы GH-120, 120г, 0,1 мг, аналитический, встроенная калибровка, с поверкой, AND рН-метр АВ33РН-F, стационарный, -2-16 + -0,01, рН-электрод</p> <p>Помещения для СР: Аудитория 747 главного учебного корпуса Компьютеры Intel(R) Pentium(R) 4, компьютерные столы, ЖК телевизор Sony KDL 46, DVD проигрыватель, видеофильмы, слайды, проектор MS Office Standart 2010 Корпоративный ключ 5/2012 от 12.03.2012 Microsoft Visual Studio 2008-2015, по программе Microsoft Imagine Premium Серийный номер б/н от 22.06.17</p>	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, дом 13

MS Windows XP, 7 pro Корпоративный ключ № 187 от 24.08.2011
 Dr. Web Серийный номер б/н от 22.06.17
 eAuthor СВТ 3.3 ГМЛ-Л-15/01-699 от 16.01.15
 ABBYY Fine Reader 14 Сетевая лицензия № 208 от 27 07 17
 60э-201612 от 26.12.2016 (предоставление безлимитного доступа в интернет, 250 Мбит/с, ПАО «Ростелеком»)
 Система тестирования ИНДИГО

05- зоо Учебно-инновационная лаборатория «Биотехнологии»
 Термостат с охлаждением, 80 л, ТСО-1/80, рабочая камера из нерж. стали, Смоленск -
 Шейкер-инкубатор ES-20/60 регул обороты 50-250 об/мин орбита 20мм BioSan бокс ламинарный БАВнп-01
 Ламинар-с-1,5
 Плитка нагревательная C-Mag HP 10 IKAtherm, 50-500С, платформа 260x260 мм, керамика, ИКА
 Центрифуга настольная DM0636
 Анализатор влажности (ОНАУС MB120) с поверкой
 Весы DX-120, 122г/0,001 г лабораторные, электронные, с поверкой, A&D
 Холодильник комбинированный лабораторный ХЛ-340-1 "POZIS" с металлическими дверями

помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования по ОПОП ВО 541 главного учебного корпуса

помещения для самостоятельной работы
Аудитория 051А
 Учебно-инновационная лаборатория «Биотехнологии» Стерилизатор паровой ВК-75-01
 Автоклав вертикальный 81 л, температура 121-135 С, автоматический AD80 SE
 сушилка лиофильная BETA 2-8 MARTIN CRIST
 Биореактор (ферментер) для культивирования бактерий и дрожжей Minifors 2 Infors
 Аквадистиллятор ДЭ-4-02 «ЭМО»
 «Биореакторы неинвазивным измерением концентрации клеток RTS-8 типа Реверс-Спиннер Biosan
 Бокс абактериальной воздушной среды БАВнп-01-"Ламинар-С"-1,5
 Контрольный фотобиореактор Algaemaster 10, ИКА
 Шейкер-инкубатор ES-20/60 регул обороты 50-250
 Холодильник комбинированный лабораторный ХЛ-340-1 "POZIS" с тонир. стеклянной дв (2шт)

	Термостат с охлаждением, 53 л, от +4 до +100С, на элементах Пельтье, КТ53, Binder Бидистиллятор БЭ-2	
--	---	--