Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2026 01:40:29
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология ферментных препаратов»

Направление подготовки
19.04.01 Биотехнология

Профиль
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»

Квалификация
Магистр

Формы обучения
Очная

Москва, 2026 г.

Разработчик (и):

доцент, к.б.н.  / И.И. Тулунина/

Согласовано:
Заведующий кафедрой

«ХимБиотех, д.с.х.н.  /Н.В.Мясищева /

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы5
3. Структура и содержание дисциплины6
   3.1. Виды учебной работы и трудоемкость5
   3.2. Тематический план изучения дисциплины5
   3.3. Содержание дисциплины6
   3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий10
   3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)10
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение10
   4.1. Основная литература11
   4.3. Дополнительная литература11
   4.4. Электронные образовательные ресурсы11
   4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение12
   4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы12
5. Материально-техническое обеспечение12
6. Методические рекомендации12
   6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения12
   6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины12
7. Фонд оценочных средств13
   7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения13
   7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения13
7.3. Оценочные средства14

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Ферменты нашли широкое применение в промышленности, например, в хлебопечении, пивоварении, виноделии, сыроварении, в кожевенном и меховом производстве, в биофармацевтическом производстве. В последние годы ферменты начали вытеснять традиционные химические катализаторы из тонкой химической индустрии, где они успешно используются в реакциях окисления, восстановления, дезаминирования, декарбоксилирования, дегидратации, конденсации и т. д. Ферменты находят все более широкое применение в медицине и микроанализе. Перспективным является использование ферментов для переработки промышленных отходов, а также для создания биоэлектрохимических преобразователей энергии. В настоящее время сложно назвать сферу деятельности человека, в которой бы прямо или косвенно не использовались ферменты.

Производство ферментных препаратов - это очень актуальное направление биотехнологии, в котором удачно сочетаются самые современные достижения биохимии, молекулярной биологии, энзимологии и химической технологии.

Целями освоения дисциплины «Технология ферментных препаратов» являются:

- освоение студентами основных принципов и теоретических положений, на которых основана технология ферментных препаратов;
- формирование у студентов понимания особенностей биотехнологических процессов производства ферментов;
- усвоение основ конструирования и последующего использования в биотехнологии технологических линий производства ферментов.

Задачами курса являются:

- познакомить студентов с предметом,
- определить место производства ферментов в ряду приоритетных направлений биотехнологии;
- углубить понимание физико-химических и биохимических закономерностей, которые используются при разработке технологии производства ферментов;
- развить видение перспектив практического использования достижений в области производства ферментов;
- подготовить студента к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению подготовки.

Обучение по дисциплине «Технология ферментных препаратов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способен проводить патентные исследования и определять характеристики продукции	ИПК-1.1. Готов к сопоставительному анализу получаемых продуктов, продуцентов и объектов техники с охраняемыми объектами промышленной собственности; знает методы определения патентной чистоты объекта техники и технологии; правовые основы охраны объектов исследования с экономической оценкой для использования объектов промышленной собственности ИПК-1.2. Умеет обосновывать меры по обеспечению патентной чистоты объекта техники; обосновывать меры по беспрепятственному производству и реализации объектов техники в стране и за рубежом; оценивать патентоспособность вновь созданных технических и художественно-конструкторских решений; Использовать методы анализа применимости в объекте исследований известных объектов промышленной (интеллектуальной) собственности; Определять показатели технического уровня объекта техники

	ИПК-1.3. Владеет навыками определения задач патентных исследований, видов исследований и методов их проведения и разработку задания на проведение патентных исследований; поиска и отбора патентной и другой документации в соответствии с утвержденным регламентом и оформление отчета о поиске; систематизация и анализ отобранной документации; обоснования решений задач на основе патентных исследований; обоснования предложений по дальнейшей деятельности хозяйствующего субъекта, осуществления подготовки выводов и рекомендаций; оформления результатов исследований в виде отчета о патентных исследованиях.
ПК-7. Способен разрабатывать и модифицировать существующие биотехнологические процессы получения БАВ, разрабатывать предложения по оптимизации биотехнологических процессов и управлению выпуском биотехнологической продукции	ИПК-7.1. Знает методы генной инженерии клеток для получения продуцентов, технологию получения БАВ; экономику и управление в организации; нормативные правовые акты в области биотехнологического производства; нормы расхода сырья и материалов в области биотехнологического производства ИПК-7.2. Умеет проводить скрининг штаммов микроорганизмов - продуцентов БАВ; использовать методы генной инженерии при получении новых микроорганизмов; разрабатывать предложения по оптимизации наиболее значимых параметров биотехнологических процессов ИПК-7.3. Владеет навыками проведения комплекса мероприятий по внедрению в производство биотехнологических продуктов новых штаммов микроорганизмов-продуцентов; методами оптимизации параметров биотехнологического процесса получения БАВ; проведения опытно-промышленной отработки технологии и масштабирования процессов биотехнологического производства; разработки предложений по оптимизации расхода сырья, материалов при изготовлении БАВ

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 Дисциплины (модули).

Курс «Технология ферментных препаратов» логически и методически связан с другими дисциплинами:

- «Методология разработки промышленных биотехнологий»;
- «Методы исследований в биотехнологии»;
- «Информационные технологии в биотехнологии и биоинженерии»;
- «Биоконверсия и биокатализ в биотехнологических процессах»;
- «Фармацевтическая биотехнология»;
- «Экстремофильные формы микроорганизмов в биотехнологических процессах».

Сведения, излагаемые в курсе «Технология ферментных препаратов» являются завершающими и необходимы в практической деятельности выпускника после окончания ВУЗа.

Для усвоения курса студенты должны быть знакомы с основами микробиологии, биотехнологии, энзимологии, основными промышленными биотехнологиями, основами проектирования технологических линий и разработки технической документации.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			1	-
1	**Аудиторные занятия**	**32**	**32**	-
	В том числе:			
1.1	Лекции	16	16	-
1.2	Семинарские/практические занятия	-	-	-
1.3	Лабораторные занятия	16	16	-
2	**Самостоятельная работа**	**40**	**40**	-
3	**Промежуточная аттестация**			-
	зачет			-
	Итого	**72**	**72**	-

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1.	Раздел 1. Ферменты. Ферментные препараты. Общие вопросы.	12	2		2	-	8
2.	Раздел 2. Основы разработки технологии ферментных препаратов	16	4		4	-	8
3.	Раздел 3. Оборудование для производства ферментов	16	4		4	-	8
4.	Раздел 4. Стадия культивирования при производстве ферментных препаратов	16	4		4	-	8
5.	Раздел 5. Применение ферментных препаратов	12	2		2	-	8
Итого		**72**	**16**		**16**	**-**	**40**

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Ферменты. Ферментные препараты. Общие вопросы.

Структура, свойства и механизм действия ферментов. Сходство и отличие биологических катализаторов от химических. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах. Особенности биокаталитических процессов. Классификация и номенклатура ферментов. Растения, животные ткани и микроорганизмы как источники ферментов. Классификация ферментных препаратов.

Раздел 2. Основы разработки технологии ферментных препаратов

Микроорганизмы для производства ферментных препаратов: Aspergillus, Rhizopus. Penicillium, Alternaria, Trichoderma, Fusarium и другие, бактерии рода Bacillus и актиномицеты. Требования к продуценту. Сырье для производства ферментов. Характеристика продукции, сырья и полуфабрикатов. Основное сырье для стадии культивирования. Выбор сырья в зависимости от производимого фермента. Сырье для стадии выделения и получения готовой формы препарата. Основные технологические этапы производства микробных ферментных препаратов. Разработка стадии культивирования. Разработка стадии получения концентрированных жидких и сухих ферментных препаратов. Стандартизация ферментных препаратов. Разработка схемы получения очищенных ферментных препаратов. Микробиологический и биохимический контроль производства. Получение ферментных препаратов из растительного и животного сырья. Технологические особенности получения ферментных препаратов с определенным составом ферментов.

Раздел 3. Оборудование для производства ферментов

Комплексы оборудования для стадии культивирования: инокуляторы и ферментаторы, установки непрерывной стерилизации. Комплексы оборудования для выделения фермента: сепаратор, фильтр-пресс, барабанная сушилка, установка баромембранной фильтрации, экстрактор, шнек-пресс, ленточный вакуум-фильтр. Комплекс оборудования для концентрирования и сушки фермента: вакуум-выпарные аппараты и распылительные, сублимационные сушки. Комплекс оборудования для фасования и упаковывания ферментных препаратов. Комплекс оборудования для фасовки.

Раздел 4. Стадия культивирования при производстве ферментных препаратов

Поверхностный и глубинный способы культивирования. Оптимизация процесса культивирования (оптимизация состава питательной среды, оптимизация условий культивирования). Выбор метода выделения и сушки фермента. Стадии выделения и получения готового препарата. Стадия выделения фермента из биомассы. Стадия выделения фермента из культурального фильтрата.

Технологические линии производства фермента поверхностным культивированием. Технологические линии производства концентрированного и сухого технических ферментных препаратов. Технологические линии производства сухого ферментного препарата высокой степени очистки.

Раздел 5. Применение ферментных препаратов

Использование ферментных препаратов в пищевых технологиях: бродильных производствах, хлебопечении, для получения глюкозо-фруктозных сиропов. Биохимическая основа процесса. Коммерческие препараты иммобилизованной глюкозоизомеразы. Ферменты для фармацевтической промышленности. Получение 6-аминопеницилановой кислоты с помощью пенициллинамидазы. Биохимическая основа процесса. Коммерческие препараты иммобилизованной аминоацилазы. Технологическая схема производства. Ферменты для медицины. Энзимотерапия. Ферменты для наружного применения. Трипсин и химотрипсин. Тромболитические ферменты: фибринолизин и стрептокиназа. РНКаза, ДНКаза для ферментной терапии вирусных заболеваний. Пищеварительные ферменты для заместительной терапии. Гиалуронидаза и коллагеназа. Ферменты противоопухолевой терапии (аспарагиназа). Иммобилизованные ферменты как лекарственные препараты. Иммобилизованные ферменты для стоматологии, офтальмологии, хирургии. Ферменты для использования в качестве аналитических реактивов и в аппаратах «искусственная печень», «искусственная почка». Перспективные направления развития ферментной терапии. Ферменты для микроанализа. Кинетическая основа ферментативного микроанализа. Методы детекции в ферментативном

микроанализе. Сопряженные ферментативные системы для спользования в микроанализе. Иммобилизованные ферменты в микроанализе. Ферменты для биосенсоров. Ферменты для кожевенной и текстильной промышленностей. Ферменты для химической промышленности. Получение L-аминокислот с помощью аминоацилазы. Биохимическая основа процесса. Коммерческие препараты иммобилизованной аминоацилазы. Технологическая схема производства. Ферменты в тонком органическом синтезе. Ферменты для применения в моющих средствах. Ферменты как компоненты моющих средств. Амилазы. Липазы. Оксидазы. Протеазы. Ферменты для экобиотехнологии

а. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Тема 1. Введение. Строение ферментов. Активные центры.

Тема 2. Основы разработки технологии ферментных препаратов

Тема 3. Методы оптимизации процесса производства ферментов

Тема 4. Продуценты для производства ферментов. Сырье для производства ферментов

Тема 5. Оборудование для производства ферментов

Тема 6. Ферменты для пищевой промышленности

Тема 7. Ферменты для фармацевтической промышленности и медицины

Тема 8. Ферменты для кожевенной промышленности

Тема 9. Ферменты для утилизации промышленных отходов

3.4.2. Лабораторные занятия

Тема 1. Выделение продуцентов амилаз. Селекция. Получение чистой культуры.

Тема 2. Получение ферментного препарата Амилосубтилина Г10х

Тема 3. Оценка свойств, определение активности полученного ферментного препарата.

Тема 4. Получение ферментных препаратов хитиназ с использованием штаммов рода *Trichoderma*.

Тема 5. Методы очистки ферментных препаратов, синтезируемых в глубинных условиях культивирования микромицетов.

Тема 6. Методы индукции биосинтеза ферментных препаратов протеаз с использованием штаммов рода Bacillus.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Основная литература

1. Плакунов, В.К. Основы энзимологии / В.К. Плакунов. – Москва : Логос, 2002. – 127 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84687

4.2. Дополнительная литература

1. Цымбаленко, Н.В. Биотехнология / Н.В. Цымбаленко ; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. – Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2011. – Ч. 1. – 128 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428265 (дата обращения: 17.10.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8064-1697-2. – Текст : электронный.

17. Горленко, В.А. Научные основы биотехнологии / В.А. Горленко, Н.М. Кутузова, С.К. Пятунина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский педагогический государственный университет». – Москва : Прометей, 2013. – Ч. I. Нанотехнологии в биологии. – 262 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240486

18. Тихонов, Г.П. Основы биотехнологии / Г.П. Тихонов, И.А. Минаева ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва : Альтаир : МГАВТ, 2009. – 133 с. : табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430056

19. Слюняев, В.П., Плошко, Е.А. Основы биотехнологии. Научные основы биотехнологии: учебное пособие [Электронный ресурс]/В.П.Слюняев.- Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, 2012.- 112с.- URL:https://e.lanbook.com/book/4531

21. Лабораторный практикум по технологии биологически активных веществ и углеродных адсорбентов : В 2 ч. / Н.А. Кутакова, Н.И. Богданович, С.Б. Селянина и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. – Архангельск : САФУ, 2015. – Ч. 2.. Анализ БАВ. – 116 с. :3табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436321

22. Основы статической и динамической биохимии / сост. О.Н. Кудря, Л.Н. Тюрина, Т.А. Линдт ; Сибирский государственный университет физической культуры и спорта и др. – Омск : Издательство СибГУФК, 2010. – 173 с. Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=274881 (дата обращения: 17.10.2020). – Текст : электронный.

4.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Программы пакета Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint).

4.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://www.brenda-enzymes.org/ - Это всеобъемлющая информационная база данных о ферментах, которая предоставляет функциональные данные о стабильности, специфичности, кинетических параметрах ферментов, кофакторах, ингибиторах и активаторах у различных видов с соответствующими ссылками
2. https://www.rcsb.org/#Category-welcome - свободный доступ к международной базе данных по первичным и 3D структурам ферментов.
3. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Pubmed - База научных данных в области биомедицинских наук.
4. http://isir.ras.ru/ - Интегрированная Система Информационных Ресурсов РоссийскойАкадемии Наук.
5. http://www.viniti.ru/ - Всероссийский Институт Научной и Технической Информации (ВИНИТИ РАН).
6. EAWAG BBD/PPS (ethz.ch) - содержит информацию о микробных биокаталитических реакциях и путях биоразложения, в первую очередь для ксенобиотиков. EAWAG-BBD предоставляет информацию о реакциях, катализируемых микробными ферментами, которые важны для этой области биотехнологии. Отдельные реакции и метаболические пути представлены информацией о начальных и промежуточных

химических соединениях, организмы, которые преобразуют соединения, ферменты и соответствующие гены.

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитория для лекционных занятий № 5505 (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, мультимедийный комплекс (переносной проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Лаборатория кафедры «Химбиотех» Ав5404б (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: лабораторные столы, весы лабораторные DX-2000, весы прецизионные AND, химическая мойка, ламинарный бокс Бавп-01-«Ламинар-С»-1,2, шкаф сушильно-стерилизационный Memmert, плитка электрическая лабораторная Rommelsbacher RK 501, термостат 180твл, фотоэлектроколориметр КФК-2, холодильник для хранения культур, микроскоп Микмед 6, микроскоп, оснащенный камерой соединенной с компьютером, микроскопы учебные 15 штук, стереомикроскоп 2 шт., центрифуга, сушильный шкаф, автоклав ВК-75, автоматические пипетки, электрические насосы дл пипеток, магнитные мешалки, лабораторная посуда для проведения лабораторных занятий, стеллажи с научной литературой.

Лаборатория кафедры «Химбиотех» Ав5405а,б (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: лабораторные столы, вытяжной шкаф, весы прецизионные KERN, весы аналитические Vibra, аналитические весы Sartorius ENTRIS 224-1S, 220г/0,1Sartorius Group GmbH, спектрофотометр Shimadzu UV mini 1240, автоматизированная установка для разложения по Кьельдалю LOIP LK-100, лабораторная установка: хроматографические процессы разделения: тонкослойная хроматография (ТСХ) Phywe Systeme GmbH, магнитные мешалки, спектрофотометр ПВЭ-5300, pH-метр Эконикс, дистиллятор GFL 2001/4, химическая мойка, тумба для хранения ЛВЖ, камеры хроматографические для тонкослойной хроматографии, химические реактивы, вытяжные шкафы, холодильник, лабораторная посуда для проведения лабораторно-практических занятий

Студенты на занятиях обеспечены индивидуальными автоматическими пипетками, хроматографическими пластинками, лабораторной посудой, реактивами.

Реализация образовательной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду и сетевым ресурсам Интернет.

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Методика преподавания дисциплины «Технология ферментных препаратов» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование модульного и интерактивного обучения:

- защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов лабораторных работ;
- проведение контрольных работ и обсуждение ошибок.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое или лабораторное занятие и указания на самостоятельную работу.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившимся к данному практическому занятию,

рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

6.1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина «Технология ферментных препаратов» предусматривает лекции и практические/лабораторные занятия каждую неделю. Изучение дисциплины завершается экзаменом. Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических и лабораторных занятиях, выполнения учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо:

перед очередной лекцией просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические/лабораторные занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, навыков практической работы в микробиологической лаборатории, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому/лабораторному занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим/лабораторным занятиям студентам необходимо:

приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

до очередного практического/лабораторного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; повторить проведенные инструктажи по технике безопасности;

в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

самостоятельная работа студентов по программе дисциплины;

– проработка материала программы с СДО;

– контроль процесса обучения путем промежуточного тестирования с СДО;

– подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;

– обсуждение и защита рефератов по дисциплине;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

Предусмотрена возможность использования электронного обучения, дистанционных образовательных технологий. Все материалы размещаются в СДО Московского Политеха (https://lms.mospolytech.ru/).

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий.

Методические рекомендации по написанию, требования к оформлению отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа подразумевает самостоятельное выполнение студентом (группой студентов) практических действий по определённой теме, Цель выполнения и написания отчета по лабораторно работе –формирование у студента навыков документирования действий и представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к отчетам.

В отчете должны быть представлены:

- название и номер лабораторной работы;
- тема и актуальность (для чего нужен данный метод);
- введение (объясняется принципов метода; ее значимость, актуальность; указываются цель и задачи мини-исследования; могут быть перечислены некоторые источники информации);
- основная часть: отражены действия по достижению поставленных задач, зафиксированы результаты, выполнены необходимые расчеты;
- заключение (краткие выводы);
- список используемой литературы (список оформляется следующим образом: Ф.И.О. автора; название работы; место и год издания).

Шрифт: Time, 14 пт. Межстрочный интервал: 1,5. Абзац: 1.25 (или 1,27). Выравнивание текста: по ширине. Перенос: автоматический.

Лабораторные работы оцениваются «зачтено» и «не зачтено» при условии выполненной на занятии работы, оформления в тетради для лабораторных работ и «защиты» работы в виде ответов преподавателю по сути и содержанию работы.

7. Фонд оценочных средств

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (зачета).

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при

	аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при *оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

7.3. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Тема: Свойства ферментов**.** Получение ферментных препаратов.
Вопрос 1. Ферментами называются биологические соединения, состоящие из**:**
А) неорганических соединений;
Б) простых белков;
В) сложных белков;
Г) углеводов;
Д) липидов.

Вопрос 2. Наиболее широкое применение и получение промышленным способом получили ферменты:
А) оксидоредуктазы
Б) трансферазы
В) гидролазы
Г) лиазы
Д) изомеразы.

Вопрос 3. Стандартная единица активности (e или u) это количество фермента, которое катализирует:
А) превращение 1 мкмоля субстрата в секунду при стандартных условиях
Б) превращение 1 мкмоля субстрата за 1 мин при стандартных условиях
В) превращение 1 мкмоля субстрата в секунду при любых условиях

Г) превращение 1 мг субстрата в секунду при стандартных условиях;

Вопрос 4. Ферменты, полученные поверхностным твердофазным способом, имеют индекс:

А) Гх
Б) Сх
В) Тх
Г) Пх
Д) Дх.

Вопрос 5. Ферменты, полученные глубинным жидкофазным способом, имеют индекс:

А) Гх
Б) Сх
В) Тх
Г) Пх
Д) Дх

Вопрос 6. Сопоставьте, к какой группе гидролаз относят ферменты, гидролизующие**:**

1. Белки	А) амилазы,
2. Полисахарид крахмал	Б) протеиназы
3. Липиды	В) эстеразы
4. Пектины	Г) липазы
5. Сложные эфиры	Д) пектиназы.

Варианты ответа:

А) 1- Б; 2 – А; 3 – Г; 4 – Д; 5 – В
Б) 2- Б; 1– А; 3 – Г; 4 – Д; 5 – В
В) 1- Б; 2 – А; 3 – Г; 5 – Д; 4 – В
Г) 3- Б; 2 – А; 1 – Г; 4 – Д; 5 – В

Вопрос 7. Сопоставьте, какие продуценты синтезируют ферменты:

1.*Bacillus subtilis*	А) амилоризин
2, *Aspergillus oryzae*	Б) протосубтилин
3. *Fusarium oxysporum*	В) пектиназа,
4. *Trichoderma viride*.	Г) целловиридин
5. *Klebsiella sp.*	Д) пуллоназа,

Варианты ответа:

А) 3-Б; 2 – А; 1 – Г; 4 –Г; 5 – Д
Б) 1-Б; 2 – А; 3 – Г; 4 –Г; 5 – Д.
В) 1-Б; 2 – А; 5 – Г; 4 –Г; 3 – Д

Вопрос 8. Укажите, каким способом получают ферменты с номенклатурой:

1. ферментный препарат П3	А) поверхностным твердофазным с низкой степенью очистки

2. ферментный препарат Г20х	Б) глубинным с высокой степенью очистки
3. ферментный препарат П20х	В) поверхностным твердофазным с высокой степенью очистки

Варианты ответа:
А) 1-А; 3 – Б; 2 – Г
Б) 3-А; 1 – Б; 2 – Г
В) 1-А; 2 – Б; 3 – Г

Вопрос 9. Сопоставьте, какие продуценты синтезируют ферменты и каким способом:

1. протосубтилин Г 20х	А) глубинным способом из *Bacillus subtilis* с высокой степенью очистки
2. амилоризин П3х	Б) поверхностным способом из *Aspergillus oryzae* с низкой степенью очистки
3. целловиридин Г 3х	В) глубинным способом из *Trichoderma viride* с низкой степенью очистки

Варианты ответа:
А) 3 - А; 2 – Б; 1 – Г
Б) 1- А; 2 – Б; 3 – Г
В) 2- А; 3 – Б; 1 – Г

Вопрос 10. Выберите ответ: иммобилизация ферментов – это процесс:
А) прикрепления ферментов к поверхности природных и синтетических материалов
Б) прикрепления к клеточной стенке продуцента
В) включение их в полимерные материалы
Д) включения их в полые волокна и мембранные капсулы
Е) поперечная химическая сшивка.

Вопрос 11. Укажите сферы применения иммобилизованных ферментов:
А) тонкий органический синтез и преобразование энергии
Б) ферментная аналитика
В) производство первичных метаболитов
Г) конверсия растительного сырья;
Д) создание лекарственных препаратов.

Вопрос 12. Выберите основные задачи промышленной инженерной энзимологии:
А) извлечение ферментов из растительных тканей
Б) извлечение ферментов из животных тканей;
В) конструирование биоорганических катализаторов с заданными свойствами на основе антител
Г) создание систем иммобилизованных ферментов на носителях.

Вопрос 13. Укажите преимущества микробиологического синтеза ферментов
А) богатство ассортимента ферментов, синтезируемых микроорганизмами,
Б) возможность управления микробиологическим синтезом ферментов;
В) высокие скорости размножения микроорганизмов;
Г) возможность получать нестерильным способом;
Д) возможность использования различных и доступных и недорогих субстратов.

Вопрос 14. Укажите, в каких условиях синтезируются индуцибельные ферменты:
А) изменения условий ферментации
Б) действия на клетку в состоянии покоя
В) культивирование на субстрате, который катализирует фермент
Г) действия на генетический аппарат продуцента мутагенами

Вопрос 15. Какими способами культивирования продуцентов получают ферменты в биотехнологических процессах:
А) поверхностным твердофазным
Б) поверхностным жидкофазным
В) глубинным, жидкофазным
Г) газофазным.

Вопрос 16. Выберите необходимые операции при получении ферментов с высокой степенью очистки глубинным жидкофазным способом:
А) ферментация до автолиза продуцента и выхода фермента в культуральную среду
Б) подготовка посевного материала
В) ферментация до накопления биомассы
Г) отделение биомассы от культуральной жидкости
Д) экстракция фермента из биомассы ультрафильтрацией.

Вопрос 17. Активный центр каталитического антитела, комплементарный специфической части антигена, называется:
А) простетической группой
Б) водной оболочкой
В) мицеллой
Г) гаптеном

Вопрос 18. Укажите, из каких двух основных частей состоит антиген, используемый для получения каталитического антитела
А) рибозима
Б) выкомолекулярного носителя белка
В) низкомолекулярного гаптена-антигена
Г) водной оболочки

Вопрос 19. Укажите основные недостатки материалов-носителей для иммобилизации ферментов
А) доступность
Б) полифункциональность

В) гидрофильность
Г) биодеградируемость
Д) достаточно высокая стоимость.

Вопрос 20. Иммобилизация ферментов – это процесс**:**
А) прикрепления ферментов к поверхности природных и синтетических материалов;
Б) прикрепления фермента к клеточной стенке продуцента
В) включение их в полимерные материалы
Г) включение фермента в полые волокна и мембранные капсулы
Д) поперечная химическая сшивка между ферментом и носителем.

Вопрос 21. Укажите, какими полезными свойствами должны обладать материалы для иммобилизации ферментов:
А) наличие функциональных групп для образования ковалентной связи между носителем и ферментом
Б) способностью носителя легко активироваться
В) значительной гидрофильностью
Г) незначительной гидрофильностью
Д) гидрофобностью.

Вопрос 22. Индуцибельные и репрессибельные ферменты такие, которые синтезируются клетками в результате:
А) изменения условий ферментации;
Б) действия на клетку в состоянии покоя;
В) культивирования клеток в присутствии специфического субстрата;
Г) встраивание в геном клеток продуцента генов, детерминирующих ферменты

Вопрос 23. К биологическим катализаторам-ферментам относят:
А) олигонуклеотиды ДНК
Б) рибозимы
В) энзимы
Г) абзимы

Вопрос 24. Укажите, в каких областях используют рибозимы как высокоэффективные лекарственные препараты
А) генной терапии
Б) терапии кожных заболеваний
В) терапии инфекционных заболеваний
Г) целевой доставке лекарственных препаратов

Вопрос 25. Укажите причины неэффективности иммобилизованных ферментов при их применении в биотехнологических процессах:
А) низкая операционная стабильность;
Б) ограничение свободы движения молекул;
В) способность катализировать только одну реакцию;

Г) возможность употребления лишь тех ферментов, которые не требуют регенерации кофакторов
Д) недолговечность.

Вопрос 26. Укажите ферментативные реакции, осуществляемые рибозимами
А) рестрикция РНК
Б) сшивка РНК
В) репликация ДНК
Г) синтез полипептидной цепи

Вопрос 27. Укажите, какие изменения происходят при иммобилизации ферментов
А) субстратной специфичности
Б) каталитических свойств
В) устойчивости
Г) зависимости активности от параметров среды

Вопрос 28. Укажите, какие объекты не относят к биологическим катализаторам-ферментам:
А) молекулы ДНК
Б) энзимы
В) рибозимы
Г) абзимы.

Вопрос 29. Укажите, какие основные методы иммобилизации ферментов относятся к физическим:
А) адсорбция фермента с образованием ковалентной связи с носителем
Б) включение в поры поперечносшитого геля
В) включение в полупроницаемые структуры
Г) включение в двухфазные системы
Д) адсорбции на нерастворимом носителе.

Вопрос 30. Укажите, какие методы иммобилизации ферментов относятся к химическим
А) адсорбция фермента на носителе
Б) включение в поры поперечносшитого геля
В) включение в полупроницаемые структуры
Г) включение в двухфазные системы
Д) образование ковалентной связи между вставкой, носителем и ферментом.

Вопрос 31. Сохранение каталитической активности зимазой, сорбированной на угле, установил:
А) Уотсон в 1953 г.
Б) Н. Грубхофер и Д. Шлейт в 1953 г.
В) И.И. Мечников в 1907 г.
Г) Дж. Нельсон и Е. Гриффин в 1916 г.

Ключ к тестовым заданиям:

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	В	В	Б	Г	А	А	Б	В	Б	А, В, Г, Д, Е
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ответ	А, Б, Г, Д	В, Г	А, Б, В, Д	А, В	А, В	Б, В, Г, Д	Г	Б, В	В, Д	А, В, Г, Д,
№ вопроса	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ответ	А, Г, В	В, Г	Б, В, Г	А	В, Г	А, Б, Г	В, Г	А	Б, В, Г, Д	Д
№ вопроса	31									
Ответ	Г									

7.3.2. Промежуточная аттестация

1. Сходство и отличие биологических катализаторов от химических.
2. Химическая природа ферментов. Структура ферментов.
3. Источники ферментов в промышленности: растительные ферментные прапараты. Ферменты животного происхождения
4. Роль коферментов и простетических групп в биокатализе. Участие металлов в ферментативных процессах.
5. Денатурация белка. В чем заключается, какие факторы влияют на процесс денатурации и ренатурации фермента.
6. Прокариоты-продуценты протеолитических ферментов.
7. Мицелиальные грибы-продуценты ферментных препаратов.
8. Источники ферментов для генетической инженерии.
9. Конститутивные и индуцибельные ферменты.
10. Регуляция активности фермента (ингибиторы, активаторы). Специфические и неспецифические ингибиторы
11. Способы регуляции скорости ферментативных реакций
12. Единицы ферментативной активности, международные единицы. Удельная активность фермента. Стандартные условия измерения ферментативной активности.
13. Принципы классификации ферментов. Классы ферментов
14. Оксидоредуктазы. Осуществляемые реакции, примеры.
15. Гидролазы. Осуществляемые реакции, примеры.
16. Трансферазы. Осуществляемые реакции, примеры.
17. Лиазы. Осуществляемые реакции, примеры.
18. Изомеразы. Осуществляемые реакции, примеры.
19. Лигазы. Осуществляемые реакции, примеры.
20. Экстремозимы: продуценты и источники их получения. Термозимы.
21. Условия работы ферментов. Зависимость активности фермента от pH.
22. Методы промышленного получения ферментов поверхностным способом. Номенклатура препаратов.
23. Методы очистки ферментных препаратов , синтезируемых поверхностным способом культивирования.
24. Методы получения ферментов глубинным способом культивирования.
25. Экстрацеллюлярные и интрацеллюлярные ферменты
26. Стабилизация ферментов в биотехнологических системах
27. Технологическая схема получения очищенных ферментных препаратов.

28. Иммобилизованные клетки микроорганизмов. Основные принципы действия иммобилизованных клеточных биокатализаторов.