**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**

**ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Г. БЕЛИНСКОГО**

**ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Энзимология**

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 020208 – «Биохимия»

Факультет естественно-географический

КАФЕДРА биохимии

Пенза – 2007

**1. Квалификационные требования**

**Квалификация выпускника** – биохимик.

Нормативный срок освоения основной образовательной программы подготовки биохимика по специальности 020208 Биохимия при очной форме обучения 5 лет.

**Квалификационная характеристика выпускника**

Специалист-биохимик осуществляет деятельность по изучению строения и свойств химических соединений, входящих в состав живых организмов, метаболизма и его регуляции. Разрабатывает нормативные документы в своей области деятельности, организует и выполняет экспедиционные работы и лабораторные исследования; анализирует получаемую полевую и лабораторную информацию, обобщает и систематизирует результаты выполненных работ, используя современную вычислительную технику; составляет научно-технические отчеты и другую установленную документацию; следит за соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов в области своей деятельности. Проводит экспериментальные исследования в своей области, формулирует их задачу, участвует в разработке и осуществлении новых методических подходов, обсуждении, оценке и публикации результатов, проводит патентную работу, участвует в работе семинаров и конференций, составлении патентных заявок.

В производственных и медицинских организациях проводит биохимическую аналитическую работу, участвует в диагностике и экспертизе, сертификации продуктов производства.

Исходя из своих квалификационных возможностей, специалист-биохимик подготовлен к самостоятельной работе на должностях биохимика, врача-лаборанта, биолога, лаборанта-исследователя, инженера-исследователя, научного сотрудника в научно-исследовательских и научно-производственных учреждениях, и других должностях, в соответствии с требованиями Квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденных постановлением Минтруда РФ от 21.08.98 №37.

Специалист-биохимик подготовлен к педагогической деятельности на должности преподавателя в средней школе и учреждениях профессионального образования при условии освоения дополнительной образовательной программы психолого-педагогического профиля.

**Область профессиональной деятельности**

Исследование строения и физико-химических свойств химических соединений, входящих в состав живых организмов, метаболизма и молекулярных механизмов его регуляции.

**Объекты профессиональной деятельности**

Вирусы и микроорганизмы, клеточные органеллы и одиночные клетки, многоклеточные организмы (растения и животные).

**Виды профессиональной деятельности**

* Проведение научных исследований в области биохимии и молекулярной биологии: сбор и подготовка научных материалов, квалифицированная постановка экспериментов, обработка результатов клинических анализов и экспериментальных исследований.
* Научно-производственная и организационная деятельность;
* Педагогическая деятельность (при условии освоения соответствующей образовательно-профессиональной программы педагогического профиля) преподавание в средней и высшей школе, осуществление просветительской деятельности.
* Иные виды деятельности, позволяющие использовать базовую биологическую подготовку и подготовку по специальности 020208 – Биохимия.

**2. Требования ГОС по дисциплине**

Принципы пространственной организации молекулы фермента, проблемы сворачивания полипептидной цепочки в нативную конформацию, ее важность для энзимологии; современные представления о механизмах формирования пространственной структуры белка; иерархический принцип сворачивания; промежуточные состояния в процессе организации нативной конформации; современное состояние знаний о белках теплового шока и структуре шаперонов; домены, их структурные и функциональные характеристики; роль мультидоменной организации молекулы фермента в определении ее функциональных свойств, формирование активного центра на границе между доменами; роль подвижности доменов в катализе, структурные основы реализации феномена индуцированного соответствия, регуляторные домены, домены, обеспечивающие связывание с мембранами; факторы, определяющие эффективность и специфичность ферментативного катализа, комплементарность между ферментом и субстратом; использование энергии связывания фермента с субстратом в катализе; природа сил, стабилизирующая различные конформационные состояния системы фермент-субстрат (водородные связи, гидрофобные взаимодействия и др.); типы катализа, используемые в ферментативных реакциях; функциональные группы ферментов; каталитические антитела (абзимы) как примитивные ферменты; классификация ферментов; структура и механизм действия ферментов отдельных групп, разные типы регуляции активности ферментов; полифункциональные ферменты, функциональные преимущества, возникающие в результате белок-белковых взаимодействий в составе молекулы полифункциональных ферментов; четвертичная структура ферментов, роль четвертичной структуры в стабилизации молекулы фермента и регуляции активности ферментов.

**3. Цели и задачи дисциплины**

Энзимология является основой всех биологических дисциплин, поскольку все процессы жизнедеятельности протекают с участием ферментов и ферментативных систем. Первоначально являющаяся разделом биохимии, энзимология в настоящее время – самостоятельная наука, оказывающая влияние на получение фундаментальных знаний в различных областях биологии. Ферменты широко применяются в промышленности, биотехнологических процессах, медицине, сельском хозяйстве.

Дипломированный специалист-биохимик должен иметь представление о ферментах как эффективных и специфичных биокатализаторах, их свойствах, организации внутри клетки и регуляции ферментативной активности на разных уровнях.

**Цель** курса «Энзимология» – показать фундаментальную роль ферментов в обмене веществ и энергии, молекулярных механизмах наследственности, регуляции и интеграции метаболических процессов в живых организмах.

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом Высшего профессионального образования для студентов, обучающихся по специальности 020208 – «Биохимия».

**4. Место дисциплины в профессиональной подготовке студентов**

Курс «Энзимология» предшествует изучению студентов курсов кинетики и термодинамики ферментативных реакций. Он имеет основополагающее значение, поскольку главным объектом его изучения являются ферменты – катализаторы всего живого, без которых немыслимы являются все биохимические процессы. Дисциплина энзимология относится к специальным дисциплинам и дисциплинам специализации федерального компонента.

**Тематические планы для очной формы обучения**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | Наименование разделов и тем | Кол-во часов |
| Лекц. | Сам. |
|  | Общее число часов | 51 | 51 |
|  | Номенклатура. | 4 | 4 |
|  | Строение ферментов. Простые и сложные ферменты. | 4 | 4 |
|  | Коферменты. Строение и классификация. | 4 | 4 |
|  | Механизм ферментативной реакции. | 4 | 4 |
|  | Кинетика ферментативных реакций. | 6 | 6 |
|  | Ингибиторы: классификация и применение | 4 | 4 |
|  | Методы выделения и очистки ферментов. | 5 | 5 |
|  | Регуляция ферментативной активности. | 4 | 4 |
|  | Локализация ферментов. | 4 | 4 |
|  | Ферменты – маркеры. | 4 | 4 |
|  | Иммобилизованные ферменты. | 4 | 4 |
|  | Применение ферментов. | 4 | 4 |

**Содержание дисциплины**

**1. Классификация и номенклатура**

История изучения классификации ферментов. Современная международная номенклатура EC – enzyme code. Организации, занимающиеся вопросами классификации и номенклатуры – IUBMB IUPAC. Значение и недостатки единой системы номенклатуры. Классы ферментов, подклассы и подподклассы.

**2. Строение ферментов**

Белковые и небелковые ферменты (рибозимы). Простые и сложные ферменты. Холофермент, апофермент, коферменты: кофакторы и простетические группы. Общие механизмы действия кофакторов. Классификация коферментов. Характеристика основных представителей различных групп (глутатион, липоевая кислота, убихиноны, коферменты – производные пиридоксина, тиаминпирофосфат, биотин, тетрагидрофолиевая кислота, коферменты – переносчики фосфата, кофермент А, никотинамидные коферменты, флавиновые коферменты, кобамидные коферменты, железопорфириновые коферменты). Принципы пространственной организации молекулы фермента, проблемы сворачивания полипептидной цепочки в нативную конформацию, ее важность для энзимологии; современные представления о механизмах формирования пространственной структуры белка; иерархический принцип сворачивания; промежуточные состояния в процессе организации нативной конформации; современное состояние знаний о белках теплового шока и структуре шаперонов; домены, их структурные и функциональные характеристики; роль мультидоменной организации молекулы фермента в определении ее функциональных свойств, формирование активного центра на границе между доменами. роль подвижнос-ти доменов в катализе, структурные основы реализации феноме-на индуцированного соответствия, регуляторные домены, доме-ны, обеспечивающие связывание с мембранами; факторы опре-деляющие эффективность и специфичность ферментативного ка-тализа, комплементарность между ферментом и субстратом. Методы идентификации активного центра ферментов. Каталитические антитела (абзимы) как примитивные ферменты; структура и механизм действия ферментов отдельных групп.

**3. Кинетика ферментативных реакций. Механизмы ферментативных реакций**

Использование энергии связывания фермента с субстратом в катализе; природа сил, стабилизирующая различные конформационные состояния системы фермент-субстрат (водородные связи, гидрофобные взаимодействия и др.); типы катализа, используемые в ферментативных реакциях; функциональные группы ферментов. Понятие ферментативной активности. Способы выражения ферментативной активности. Влияние концентрации фермента на скорость ферментативной реакции. Влияние концентрации субстрата. Теория Михаэлиса-Ментен. Способы графического определения константы Михаэлиса и максимальной скорости реакции. Влияние температуры и рН среды на скорость ферментативных реакций. Ингибиторы ферментов и их классификация. Конкурентное, неконкурентное, бесконкурентное, смешанное ингибирование. Способы определения типа и константы ингибирования. структура и механизм действия ферментов отдельных групп

**4. Механизмы регуляции ферментативной активности**

Разные типы регуляции активности ферментов; полифункциональные ферменты, функциональные преимущества, возникающие в результате белок-белковых взаимодействий в составе молекулы полифункциональных ферментов; четвертичная структура ферментов, роль четвертичной структуры в стабилизации молекулы фермента и регуляции активности ферментов. Уровни регуляции ферментативной активности. Регуляция путём изменения количества ферментов и путёмизменения их индивидуальной каталитической активности. Нековалентная и ковалентная модификация. Способы контроля разветвлённых метаболических путей.

**5. Методы выделения и очистки ферментов**

Экстрагирование ферментов из биологического материала. Кислотная обработка, термическая обработка, фракционирование солями, органическими растворителями, метод избирательной адсорбции, ионообменная хроматография, гельфильтрация, аффинная хроматография, электрофорез, изоэлектрофокусирование, ультрацентрифугирование, кристаллизация. Комбинирование различных методов для очистки ферментов на примере глюкозо‑6‑фосфатдегидрогеназы печени крыс. Критерии чистоты ферментных препаратов.

**6. Локализация ферментов**

Тканевое, региональное, клеточное и субклеточное распределение ферментов. Ферменты – маркеры субклеточных структур: ядерные, митохондриальные, лизосомальные, цитозольные ферменты. Использование ферментов-маркеров в диагностике и научных исследованиях.

**Требования к уровню освоения программы**

В результате изучения данной дисциплины студент должен **знать** классификацию и номенклатуру ферментов, их строение и механизмы функционирования, а также современные методы работы с ферментами; **уметь** применять приемы номенклатуры ферментов, давать характеристику важнейшим из них; **владеть приемами и навыками** работы с ферментами.

**Перечень вопросов к экзамену:**

История изучения классификации ферментов.

Современная международная номенклатура EC – enzyme code.

Организации, занимающиеся вопросами классификации и номенклатуры – IUBMB IUPAC.

Значение и недостатки единой системы номенклатуры.

Классы ферментов, подклассы и подподклассы.

Белковые и небелковые ферменты (рибозимы).

Простые и сложные ферменты.

Холофермент, апофермент, коферменты: кофакторы и простетические группы.

Общие механизмы действия кофакторов.

Классификация коферментов.

Характеристика основных представителей различных групп.

Строение активного центра ферментов, субстратсвязывающий и каталитический центр.

Методы идентификации активного центра ферментов.

Механизмы ферментативной реакции.

Понятие ферментативной активности.

Способы выражения ферментативной активности.

Влияние концентрации фермента на скорость ферментативной реакции. Влияние концентрации субстрата.

Теория Михаэлиса-Ментен.

Способы графического определения константы Михаэлиса и максимальной скорости реакции.

Влияние температуры и рН среды на скорость ферментативных реакций. Ингибиторы ферментов и их классификация.

Уровни регуляции ферментативной активности.

Регуляция путём изменения количества ферментов и путёмизменения их индивидуальной каталитической активности.

Способы контроля разветвлённых метаболических путей. Экстрагирование ферментов из биологического материала.

Кислотная обработка, термическая обработка, фракционирование солями, органическими растворителями, метод избирательной адсорбции, ионообменная хроматография, гельфильтрация, аффинная хроматография, электрофорез, изоэлектрофокусирование, ультрацентрифугирование, кристаллизация.

Критерии чистоты ферментных препаратов.

Тканевое, региональное, клеточное и субклеточное распределение ферментов.

Ферменты – маркеры субклеточных структур.

Использование ферментов-маркеров в диагностике и научных исследованиях.

**Список основной литературы**

1. Кретович В.Л. Введение в энзимологию. – М.: Наука, 1986. – 332 с.

2. Диксон М., Уэбб Э. Ферменты. – М.: Мир, 1982. – Т. 1 – 3.

3. Фершт Э. Структура и механизм действия ферментов. – М.: Мир, 1980. – 432 с.

4. Фридрих П. Ферменты: четвертичная структура и надмолекулярные комплексы. – М.: Мир, 1986. – 374 с.

5. Кочетов Г.А. Практическое руководство по энзимологии. – М.: Высш. школа, 1980. – 272 с.

6. Практикум по биохимии/ под ред. С.Е. Северина и Г.А. Соловьёвой. – М.: МГУ, 1989. – 509 с.

7. Ленинджер А. Основы биохимии. – М.: Мир, 1985. – 260 с.

8. Курганов Б.И. Аллостерические ферменты. – М.: Наука, 1978. – С. 11–41.