

# Химические основы биологических процессов

## Темы лекций

### I часть

#### Лекция 1. Что такое жизнь с точки зрения химика.

1. Многообразие и систематика
2. Строение клеток
3. Биологические полимеры - три основных типа
4. Определение живого. Основные свойства живого
5. Зачем "Науки о живом" химику?
6. Типы химической связи
7. Свойства воды как растворителя для биологических макромолекул

#### Лекция 2. Структура и функция белка.

1. Уровни организации структуры белка
2. Белок - линейный информационный полимер, обладающий полярностью
3. Метод определения первичной структуры белка - масс-спектрометрия
4. Типы вторичной структуры белка, водородная связь в полипептидной цепи
5. Третичная структура белка, конформация
6. Моделирование структуры аналогов, компьютерная симуляция
7. Сложная поверхность белка, специфичность взаимодействия с другими молекулами
8. Четвертичная структура белка
9. Супрамолекулярные комплексы
10. Функции белков
11. Мутации в молекуле белка
12. Протеом - белковый портрет клетки

#### Лекция 3. Биологические мембраны, обмен веществом.

1. Биологические мембраны. Определение, строение и свойства
2. Липиды. Классификация, химическая структура.
3. Гидрофобные взаимодействия
4. Липидные мицеллы, бислои, липосомы
5. Мембранные белки. Особенности строения.
6. Мембранный транспорт
7. Ионные каналы и насосы.

#### Лекция 4. Биоэнергетика.

1. Определение биоэнергетики.
2. АТФ, аденозинтрифосфат - универсальный реакционный модуль.
3. Термодинамика биохимических реакций.
4. Фотосинтез, электрохимический потенциал и синтез АТФ
5. Транспорт протонов и синтез АТФ: Бактериородопсин как протонный насос, АТФ-синтетаза как молекулярная машина
6. Законы биоэнергетики

#### Лекция 5. Структура нуклеиновых кислот.

1. Нуклеиновые кислоты - высокомолекулярные, линейные, полярные

- биополимеры
- 2. Первичная структура полимерной цепи ДНК
- 3. Вторичная структура двутяжевой ДНК. Изогеометричность комплементарных пар, стекинг
- 4. Топология ДНК - суперспирализация.
- 5. Первичная структура однотяжевой РНК. Отличия от ДНК
- 6. Вторичная структура однотяжевой РНК
- 7. Третичная структура РНК.
- 8. Мимикрия пространственной структуры РНК и белка.
- 9. РНК-ферменты - рибозимы
- 10. Функции нуклеиновых кислот

#### **Лекция 6. Биосинтез нуклеиновых кислот.**

- 1. Понятие о репликации
- 2. Полуконсервативный механизм
- 3. Механизм полимеризации. Три этапа - инициация, элонгация и терминация.
- 4. ДНК - полимеразы. Точность репликации.
- 5. Проблема полярности. Фрагменты Оказаки
- 6. Топологическая проблема репликации.
- 7. Антибиотики - ингибиторы топоизомеразы
- 8. Понятие о транскрипции.
- 9. Три этапа транскрипции.
- 10. Сигналы транскрипции, промотор.
- 11. Ингибиторы.
- 12. Обратная транскриптаза.

#### **Лекция 7. Биосинтез белка.**

- 1. Понятие о трансляции. Основная "догма" молекулярной биологии.
- 2. Генетический код, его свойства.
- 3. Декодирование. Активация аминокислот. Аминоациладенилат.
- 4. Рибосома - наноробот для биосинтеза белка. Структура рибосомы.
- 5. Цикл работы рибосомы. Схема образования пептидной связи.
- 6. Антибиотики.
- 7. Полисомы.
- 8. Пост-трансляционное формирование структуры белка

#### **Лекция 8. Регуляция экспрессии генов.**

- 1. Прокариоты: Операторно - промоторный участок ДНК, регуляторный белок, оперон.
- 2. 2 типа контроля у прокариот: негативный и позитивный
- 3. 4 варианта регуляции экспрессии генов прокариот при участии лиганда.
- 4. Триптофановый оперон.
- 5. Для эукариот характерна избыточность и неоднозначность регуляции.
- 6. Блоки, каскады, дифференцировка. Пример - эмбриогенез.
- 7. Сигналы для клетки. Ответы клетки.
- 8. Три типа систем передачи сигнала. 4 свойства системы передачи сигнала
- 9. Усиление и объединение сигнала. Каскад фосфокиназ
- 10. Модель нейронной сети. Нелинейность функции выхода, обучаемость, устойчивость.
- 11. Рак как множественное нарушение системы передачи сигнала для деления клеток.

#### **Лекция 9. Геном, плазмиды, вирусы.**

- 1. Геном. Определение. Размеры.

2. Ген. Определение. Структура.
3. Строение генов эукариот
4. Сплайсинг, химия сплайсинга, "конструктор РНК"
5. Домены в структуре белка.
6. Рекомбинация, "конструктор ДНК"
7. Иммунный ответ, иммуноглобулины
8. "Конструктор ДНК и РНК", комбинаторика экзонов антител.
9. Динамика генома, плазмиды - "генетические аксессуары". Особенности плазмид.
10. Вирусы - неживая материя. Примеры вирусов прокариот и эукариот. Ретровирусы.

### Лекция 10. Генетическая инженерия.

1. Анализ геномов.
2. определение первичной структуры ДНК, автоматический синтез ДНК.
3. Полимеразная цепная реакция.
4. Рестриктазы. Полиморфизм длины рестрикционных фрагментов.
5. Дактилоскопия ДНК
6. Клонирование. Примеры терапевтического клонирования.
7. Конструирование рекомбинантных ДНК.
8. Генная инженерия - 4 основных этапа. Векторная ДНК, введение ДНК в клетку, клонирование, идентификация клонов.
9. Трансгенные организмы
10. Генотерапия

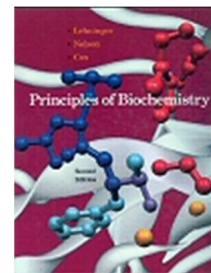
#### Рекомендуемая литература к части I

1. "Lehninger Principles of Biochemistry" Third Edition, D.L.Nelson, M.M.Cox, Worth Publishers, 2000.

2. <http://dualopt1.cmm.msu.ru/bin/view/Education/Hpskopylov>

3. Кольман Я., Рем К.-Г. "Наглядная биохимия", 2000, М., Мир.

4. Рис Э., Стернберг М. "Введение в молекулярную биологию. От клеток к атомам", 2002, М., Мир.



## II часть Энзимология

### ТЕМА 1: ОБЩИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРА ФЕРМЕНТОВ

1. Ферменты как природные катализаторы. Основные отличия ферментативного катализа от традиционного химического. Ферменты в химии.
2. Источники ферментов. Нахождение ферментов в природных объектах, локализация ферментов в клетке.
3. Биосинтез ферментов. Посттрансляционная модификация. Сборка ферментов. Кофакторы и простетические группы.
4. Методы выделения биополимеров: особенности и трудности. Методы фракционирования белков. Хроматография, электрофорез и изоэлектрическая фокусировка. Критерии чистоты ферментных препаратов
5. Энергия и силы в биосистемах. Взаимодействия в белковой молекуле: ковалентные, водородные связи, гидрофобные и электростатические взаимодействия.
6. Уровни структурной организации белков: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры, понятие о сверхвторичных структурах и доменах.
7. Стабильность белков (ферментов). Денатурация и инактивация. Принципы стабилизации ферментов
8. Химическая модификация белков (ферментов). Виды ферментных препаратов.
9. Классификация ферментов.



Курс лекций читает  
профессор Левашов  
Андрей Вадимович

### ТЕМА 2: КИНЕТИКА И МЕХАНИЗМЫ ФЕРМЕНТАТИВНОГО КАТАЛИЗА

10. Стационарная кинетика ферментативных реакций. Методы обработки экспериментальных данных.
11. Кинетические схемы Михаэлиса и Анри, их дискриминация.
12. Трехстадийная схема ферментативного катализа. Константы скорости в элементарных стадиях ферментативного катализа. Лимитирующие стадии ферментативных реакций.
13. Ингибирование ферментов. Обратимые и необратимые ингибиторы. Основы ингибиторного анализа.
14. Влияние pH на скорость ферментативной реакции, pH-зависимости кинетических параметров.
15. Температурные зависимости скоростей ферментативных реакций. Термоинактивация ферментов.
16. Активные центры ферментов. Каталитические и сорбционные подцентры ферментов. Основные структурные элементы. Специфичность и эффективность ферментативного катализа.
17. Физикохимические причины ускорения ферментативных реакций. Эффекты сближения и ориентации, усиление реакционной способности в ансамблях функциональных групп, эффекты среды. Теории ферментативного катализа.
18. Общий кислотно-основной катализ в механизме действия ферментов. Промежуточные соединения в ферментативном катализе.
19. Активные центры ферментов и механизмы катализируемых реакций. Понятия о химических механизмах действия: химотрипсин, трипсин,

эластазы, папаина, пепсина, лизоцима, карбоксипептидазы, рибонуклеазы, карбоангидразы.

### ТЕМА 3: ПРИКЛАДНАЯ ЭНЗИМОЛОГИЯ

20. Прикладная энзимология, основные направления развития и области практического использования ферментов. Биоконверсия вещества и энергии.
21. Имобилизованные биокатализаторы. Носители и методы иммобилизации. Основные характеристики иммобилизованных ферментов.
22. Использование ферментов в химическом синтезе. Принципы конструирования реакционных систем.
23. Использование ферментов в химическом анализе и медицинской диагностике. Иммуноферментный анализ. Биолюминесцентный анализ. Биосенсоры.
24. Ферменты в медицине. Лекарственные препараты на основе ферментов и их регуляторов.
25. Основные мишени действия лекарственных препаратов.
26. Ферменты антибактериального действия. Особенности строения клеточной стенки бактерий.
27. Нестероидные противовоспалительные препараты.
28. Транспорт в живых системах. Рецепторы и системы передачи сигнала. Понятие о гормональной регуляции.
29. Механизмы обеспечения целостности организма и иммунитет.
30. Инженерия биокатализаторов и биокаталитических систем.
31. Современное состояние и тенденции развития химической энзимологии

#### Рекомендуемая литература к части II Энзимология

1. A.L.Leninger, D.L.Nelson, M.M.Cox "Principles of Biochemistry", Worth Publishers, Inc.: N.Y., 1993
2. И.В.Березин, К.Мартинек "Основы физической химии ферментативного катализа", М.: Высшая Школа, 1977
3. Г.Шульц, Р.Ширмер "Принципы структурной организации белков" М.: Мир, 1982
4. Э.Фёршт "Структура и механизм действия ферментов", М.: Мир, 1980
5. С.Д.Варфоломеев "Химическая энзимология", М.: Академия, 2004
6. И.В.Березин, Н.Л.Клячко, А.В.Левашов и др. "Имобилизованные ферменты" (Биотехнология. Кн.7), М.: Высшая Школа, 1987.
7. Е.В.Румянцев, Е.В.Антина, Ю.В.Чистяков "Химические основы жизни", М.: Химия, 2007.

