

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

ИОНЦ «Экология и природопользование»

Химический факультет

Кафедра органической химии

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЖИЗНИ

Екатеринбург
2008

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

ИОНЦ «Экология и природопользование»

Химический факультет

Кафедра органической химии

ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЖИЗНИ

Программа дисциплины

Подпись руководителя ИОНЦ

Дата

Екатеринбург
2008

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ИОНЦ «Экология и природопользование»
_____ Радченко Т.А.

« ____ » _____ 2008 г.

Программа дисциплины «Химические основы жизни» составлена в соответствии с требованиями федерального/национально-регионального (вузовского) компонента к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки:

Бакалавра по направлению «Химия» 020100

по циклу «Общепрофессиональных дисциплин» государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Семестр 8

Общая трудоемкость дисциплины 96 часов, в том числе:

Лекций 26 ч.

Семинаров 6 ч.

Лабораторных работ 7 ч.

Контрольные мероприятия:

Рефераты

Зачет

Составитель: Вшивков Александр Акиндинович, кандидат химических наук, доцент, кафедра органической химии, Уральский государственный университет им. А.М.Горького

Рекомендовано к печати протоколом заседания

Экспертно-конкурсной комиссии ИОНЦ «Экология и природопользование»

от _____ № _____
(дата)

Согласовано:

Зав. Кафедрой органической химии

_____/Сосновских В.Я./

(подпись)

« ____ » _____ 2008г.

I. Введение

Задачей курса является формирование у студентов правильного представления об основных химических компонентах клетки, молекулярных основах биокатализа, метаболизма, современном состоянии вопросов взаимосвязи структуры и свойств важнейших типов биомолекул с их биологической функцией, а также ознакомление студентов с молекулярными аспектами физиологии человека.

Теоретические исследования биологических систем связаны с разносторонним практическим использованием результатов в биотехнологии, медицине, сельском хозяйстве, клеточной и эмбриональной инженерии, а также при решении экологических проблем защиты биосферы от разного рода вредных воздействий. Химические основы жизни приобретают особое значение для естественной физико-химической базы химии, биологических наук и медицины в аспекте функционирования клеточных структур, биомембран, обоснования действия физиологически активных веществ, научной основы очистки воды и атмосферы и т. д.

Наиболее существенные практические аспекты химических основ жизни отражены в курсе в виде отдельных примеров использования их общих закономерностей.

Согласно Государственному образовательному стандарту специалист с квалификацией «Химия» в рамках требований к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы подготовки бакалавра по направлению 510500 – Химия по курсу «Химические основы жизни» должен:

знать особенности структуры биомолекул (аминокислоты, пептиды, белки), сахаров, нуклеозидов, нуклеиновых кислот, жирных кислот, витаминов и микроэлементов; биокатализ, метаболизм, биополимеры и наследственность, молекулярные аспекты физиологии человека, химические аспекты происхождения жизни.

С учетом требований по общепрофессиональным дисциплинам применительно к курсу «Химические основы жизни» бакалавр должен:

понимать принципы и основы химии живой материи, химические аспекты происхождения жизни;

быть знакомым с химическими основами биологических процессов и важнейшими принципами молекулярной логики живого;

знать основные химические компоненты клетки, молекулярные основы биокатализа, наследственности, иммунитета, нейроэндокринной регуляции и фоторецепции;

иметь представления о структуре и свойствах важнейших типов биомолекул в связи с их биологическими функциями.

В рамках требований к уровню профессиональной подготовленности бакалавра студент, ознакомившийся и сдавший зачет по курсу «Химические основы жизни» должен:

иметь целостное представление о процессах и явлениях, происходящих в неживой и живой природе, понимать возможности современных научных методов познания природы и владеть ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций.

Для успешного усвоения курса необходимы знания по дисциплинам «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Химия высокомолекулярных соединений», «Органическая химия», «Коллоидная химия».

II.Содержание курса

1.Темы и разделы курса

Предмет дисциплины.

Основные положения биоэнергетики.

Особенности термодинамики биохимических процессов. Метаболические реакции (метаболизм, метаболиты). Факторы, определяющие возможность протекания реакций. Особенности химических реакций, протекающих в живой клетке (несовпадение прямой и обратной реакции, необратимость реакций, ферментативный катализ).

Ферментативный катализ. Природа ферментативного катализа (активный центр, субстрат, модель Михаэлиса-Ментен). Классификация ферментов. Механизм ферментативного катализа (энергетический путь, энергия активации, модель «ключ-замок», индуцированное взаимодействие, влияние температуры, pH, ингибиторы).

Анаболизм и катаболизм как составные части метаболизма. Экзо- и эндоэргонические реакции. Низкоэнергетические фосфаты (фосфоэфиры). Высокоэнергетические фосфаты (пирофосфат, смешанные ангидриды карбоновых кислот и фосфорной кислоты, гуанидинофосфаты, енолофосфаты). Переносчики фосфорильной группы (аденозинтрифосфат - АТФ, аденозиндифосфат -ADP, аденозинмонофосфат-АМР). Нуклеозиды и нуклеотиды (составные части: аденин, гуанин, цитозин, урацил, тимин, рибоза, дезоксирибоза).

Структура белков и клеточных мембран.

Структура белков. α -L-Аминокислоты (гидрофобные, промежуточные, гидрофильные. специфические). Первичная структура белка – последовательность аминокислотных остатков. Вторичная структура белка (α -спираль, β -слой). Третичная и четвертичная структура белка.

Структура и функции клеточных мембран. Строение клеточных мембран. Строение живой клетки. Роль клеточных мембран. Состав клеточных мембран. Липиды – как производные высших карбоновых кислот. Нейтральные липиды (жиры и масла), их особенность. Полярные (мембранные) липиды. Фосфоглицериды (L-глицерин-3-фосфат, фосфатидная кислота, кефалины, лецитины, фосфатидилсерины, фосфатидилинозиты, карбиолипиды). Сфингомиелины (сфингозин, церамиды, цереброзиды) Гликолипиды. Жирнокислотный состав липидов. Характеристика кислот входящих в состав липидов. Проницаемость клеточных мембран. Механизм преодоления клеточных мембран (интегральные и периферические белки). Пассивный механизм (облегченная

диффузия), активный механизм (Na^+/K^+ -насос). Na^+/K^+ - АТРаза. Симпорт. Антипорт

Катаболизм

Переваривание и всасывание пищи. Химический состав пищи. Анатомия пищеварительного тракта. Переваривание белков. Образование в желудке соляной кислоты. Протеолитические ферменты (пепсиноген, пепсин). Переваривание белков в тонком кишечнике (протоферменты). Превращение протоферментов в ферменты (химотрипсин, карбоксипептидаза, эластаза). Эндо- и экзопептидазы. Всасывание аминокислот в эпителиальные клетки тонкого кишечника.

Переваривание углеводов. Углеводы пищи. Крахмал (амилоза, амилопектин, строение, 1-4- и 1-6-гликозидные связи). Расщепление гликозидных связей α -амилазой, амило- α -(1 \rightarrow 6)-глюкозидазой, α -глюкозидазой и мальтазой до глюкозы. Всасывание глюкозы в эпителиальные клетки тонкого кишечника и перенос в кровь.

Переваривание жиров. Строение пищевых жиров. Расщепление жиров в тонком кишечнике под действием липазы. Холестерин, холевая кислота, ее амиды (гликохолевая и таурохолевая кислоты). Всасывание продуктов расщепления жиров эпителиальные клетки тонкого кишечника. Ресинтез жиров в эпителиальных клетках тонкого кишечника. Образование хиломикронов, их строение. Переход хиломикронов в лимфу.

Биохимические механизмы транспорта, хранения и мобилизации пищи. Предварительные сведения. Главная задача метаболизма. Хранение глюкозы, жиров и аминокислот в организме

Превращение глюкозы в гликоген. Механизм синтеза гликогена. Праймер (гликогенин, его строение). Гексокиназа, глюкокиназа. Уридинтрифосфат, его роль в синтезе гликогена. Разветвляющий фермент. Расщепление гликогена. Деветвляющий фермент. Общая схема транспорта, хранения и мобилизации глюкозы. Превращение в организме других моносахаридов.

Пути превращения аминокислот в организме.

Пути превращения жиров и холестерина в организме. Поглощение триглицеридов клетками из хиломикронов. Механизм транспорта триглицеридов и холестерина из печени к другим тканям и обратный перенос холестерина в печень. Аполипопротеины (ЛПОНП, ЛППП, ЛПНП, ЛПВП)

Получение энергии из пищи

Предварительные данные. Строение митохондрий Основные этапы окисления глюкозы (гликолиз, цикл Кребса, электротранспортная цепь). Природа биологического окисления. Переносчики электронов (NAD^+ , FAD, FMN). Гликолиз. Баланс гликолиза. Регенерация NAD^+ а аэробных и анаэробных условиях. Цикл Кребса – второй этап окисления глюкозы. Кофермент А. Перенос электронов на кислород – третий этап окисления глюкозы. Иерархия переносчиков электронов в электротранспортной цепи. Редокс-потенциал. Общая схема окисления глюкозы Генерация энергии при окислении жиров и аминокислот. Взаимозаменяемость различных видов «топлива».

Гликолиз. Участие в гликолизе глюкозы и гликогена. Глюкозо-6-фосфат, фруктозо-6-фосфат, фруктозо-1.6-дифосфат. Дигидроксиацетонфосфат и глицеральдегид-3 фосфат их взаимные превращения. Образование пирувата – заключительная стадия гликолиза. Баланс АТФ при гликолизе.

Реокисление цитоплазматического NADH челночными системами переноса электронов (дигидроксиацетонфосфатная и малат - аспартатная)

Цикл Кребса (лимонной кислоты). Механизмы реакций цикла Кребса (синтез цитрата, превращение цитрата в α -кетоглутарат, четырехуглеродные кислоты, сопряжение гидролиза сукцинил-CoA с синтезом GTP, превращение сукцината в оксалоацетат). Стехиометрия цикла.

Цепь переноса электронов от NADH и $FADH_2$ на кислород. Использование энергии, выделившейся при переносе электронов, для синтеза АТФ.

Баланс реакции окисления глюкозы.

Образование энергии из жиров. Окисление предельных и непредельных карбоновых кислот с четным и нечетным числом С - атомов.

Образование энергии из аминокислот.

Анаболизм

Механизм биосинтеза жиров. Синтез предельных и непредельных карбоновых кислот. Синтез триглицеридов и мембранных липидов из карбоновых кислот. Синтез глицерофосфолипидов, простагландинов.

Механизм биосинтеза глюкозы (глюконеогенез). Механизм синтеза глюкозы из пирувата, из глицерина, посредством глиоксилатного цикла.

Метаболизм аминокислот.

Катаболизм аминокислот. Дезаминирование, трансдезаминирование и декарбоксилирование аминокислот. Превращение кетокислот или углеродных скелетов дезаминированных аминокислот. Цикл мочевины.

Анаболизм аминокислот. Синтез аминокислот (глутаминовой кислоты, аспарагиновой кислоты и аланина, серина, глицина). Синтез из аминокислот других соединений.

Фотосинтез

Общие положения. Внутриклеточные органеллы-хлоропласты. Хлорофилл. Переносчики электронов.

Световая и темновая фазы фотосинтеза. Перенос электронов от воды к NADP^+ (Z-схема). Цикл Кальвина

Хранение и переработка информации

Строение нуклеиновых кислот. Строение дезоксирибонуклеиновых кислот. Строение рибонуклеиновых кислот. Первичная, вторичная и третичная структура.

Хранение и передача генетической информации. Биосинтез ДНК (репликация). Условия репликации. Этапы репликации: инициация, созревание, корректорская правка.

Биосинтез РНК (транскрипция). Условия транскрипции. Этапы транскрипции: инициация, элонгация, терминация, процессинг.

Биосинтез белка (трансляция). Генетический код. Этапы трансляции: активация аминокислот, инициация, элонгация, образование пептидных связей, транслокация, терминация.

2. Темы семинарских занятий

1. Введение в химические реакции живой клетки
2. Структура белков и клеточных мембран
3. Метаболизм
4. Биохимические механизмы транспорта, хранения и мобилизации пищи.
5. Получение энергии из пищи
6. Энергетическая ценность жиров
7. Переход от катаболизма к анаболизму. Синтез в организме жиров и родственных соединений
8. Синтез в организме глюкозы (глюконеогенез)
9. Метаболизм аминокислот.

3. Темы лабораторных занятий

ТЕМА 1. БЕЛКОВЫЕ ВЕЩЕСТВА

- Работа 1. Получение исходных материалов
- Работа 2. Отношение белков к кислотам и щелочам
- Работа 3. Осаждение белков концентрированными минеральными кислотами
- Работа 4. Высаливание белков из растворов
- Работа 5. Свертывание белков при нагревании
- Работа 6. Осаждение белков солями тяжелых металлов
- Работа 7. Осаждение белков алкалоидными реактивами
- Работа 8. Осаждение белков фенолом и формалином
- Работа 9. Биуретовая реакция белков
- Работа 10. Азотнортутная реакция белков
- Работа 11. Ксантопротеиновая реакция белков
- Работа 12. Расщепление белка действием щелочи

ТЕМА 2. УГЛЕВОДЫ

Работа 13. Получение исходных материалов

Работа 14. Общая реакция на углеводы с α -нафтолом

Работа 15. Взаимодействие углеводов с концентрированной серной кислотой.

Работа 16. Реакция Селиванова на кетозы

Работа 17. Гидролиз (инверсия) сахарозы

Работа 18. Реакции крахмала

Работа 19. Гидролиз крахмала кислотами

Работа 20. Гидролиз крахмала под действием слюны

4. Примерный перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы

1. Объясните, чем различаются темновые и световые фазы фотосинтеза?

2. Для окисления воды требуется очень сильный окисляющий агент. Что окисляет воду при фотосинтезе?

3. Если растение на свету на очень короткое время поместить в атмосферу с радиоактивным $^{14}\text{CO}_2$, метка сначала появляется в 3-фосфоглицерате. Почему?

4. Объясните, что такое цикл Кальвина.

5. Опишите биосинтетические реакции на пути от 3-фосфоглицерата до крахмала.

5. Примерный перечень вопросов к зачету

Билет 4

1. Энергия активации и энергетический барьер ферментативных реакций.

Теория ферментативного катализа.

2. Какими особенностями молекулярной структуры обусловлены кислотно-основные свойства аминокислот? При каких значениях pH растворы аминокислот обладают измеримой буферной емкостью.

Билет 5.

1. Гетерополисахариды (гиалуроновая кислота, хондроитинсерная кислота, гепарин). Особенности химического строения и биологическая роль.

2. В чем заключаются основные принципы проведения химического синтеза полипептидов?

Билет 6.

1. Переваривание и всасывание липидов в желудочно-кишечном тракте. Эмульгирование жиров. Роль желчных кислот.

2. Перечислите основные физико-химические свойства аминокислот.

III. Распределение часов курса по темам и видам работ

№ п/п	Тема, раздел	Учебный план, часов			
		Аудиторные занятия		Самостоятельная работа	Итого по темам
		лекции	практические		
1.	Введение в химические реакции живой клетки	3	1	6	10
2	Структура белков и клеточных мембран	3	1	6	10
3	Метаболизм. Цель метаболизма. Переваривание и всасывание пищи	3	1	6	10
4	Биохимические механизмы транспорта, хранения и мобилизации пищи.	3	1	6	10
5	Получение	3	1	6	10

	энергии из пищи				
6	Энергетическая ценность жиров	3	2	6	11
7	Переход от катаболизма к анаболизму. Синтез в организме жиров и родственных соединений	3	2	6	11
8	Синтез в организме глюкозы (глюко-неогенез)	3	2	6	11
9	Метаболизм аминокислот.	2	2	9	13
	Всего	26	13	57	96

IV. Форма итогового контроля

Зачет, 8 семестр

V. Учебно-методическое обеспечение курса

1. Рекомендуемая литература:

-основная:

1. Ленинджер А. Основы биохимии: В 3 т. М.: Мир, 1987. 980 с.
2. Кольман Я., Рем К. Г. Наглядная биохимия. М: Мир, 2004. 469 с.
3. Элиот В., Элиот Д. Биохимия и молекулярная биология. М: МАИК «Наука / Интерпериодика», 2002. 446 с.

-дополнительная:

1. Вшивков А.А. Основы косметической химии. Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. проф.-пед. ун-та, 2005, 429 с.
2. Вшивков А.А. Материаловедение. Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. проф.-пед. ун-та, 2006, 494 с.

3. Слесарев В. И. Химия: Основы химии живого. СПб: Химиздат, 2001.
784 с.

VI. Ресурсное обеспечение

Лаборатория общего практикума оснащенная оборудованием для проведения органического синтеза в соответствии с методическим указанием к изучению дисциплины «Химические основы жизни», а также руководством к лабораторным занятиям по дисциплине «Химические основы жизни»..