

Н.М. Лисун, Ю.М. Зырянова

**ОРГАНИЗАЦИЯ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ-БАКАЛАВРОВ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ
ХИМИИ**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный педагогический университет»

Н.М. Лисун, Ю.М. Зырянова

**ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ-БАКАЛАВРОВ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Учебное пособие

Челябинск
2016

УДК 577.1 (021)

ББК 28.072я73

Л 63

Лисун, Н.М. Организация самостоятельной работы студентов-бакалавров при изучении биологической химии [Текст]: учеб. пособие / Н.М. Лисун, Ю.М. Зырянова. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2016. – 104 с.

ISBN 978-5-906777-88-1

В учебном пособии представлена система организации самостоятельной работы студентов в аудиторное и внеаудиторное время при изучении курса биологической химии. Содержание курса биологической химии разделено авторами на восемь модулей, что позволяет активизировать самостоятельную работу студентов.

Содержание пособия отвечает действующей программе по биологической химии, составленной в соответствии с ФГОС ВО.

Пособие предназначено для самостоятельной аудиторной и внеаудиторной работы студентов педагогических вузов, обучающихся по направлению 44.03.05 Педагогическое образование, профили «Химия. Биология», «Биология. Безопасность жизнедеятельности».

ISBN 978-5-906777-88-1

Рецензенты: С.В. Штин, канд. хим. наук, доцент

А.А. Сутягин, канд. хим. наук, доцент

© Лисун Н.М., Зырянова Ю.М., 2016

© Издательство Челябинского государственного педагогического университета, 2016

ВВЕДЕНИЕ

При подготовке будущего учителя в высшей школе необходимо добиться достижения трех взаимосвязанных задач:

- дать выпускнику знания, умения, навыки на современном научном уровне по важнейшим разделам биохимии;
- научить постоянному пополнению знаний, самосовершенствованию по избранной специальности, самообразованию;
- создать условия для личностного роста и развития творческой личности будущего учителя.

Самостоятельная работа студентов является высшей формой учебной деятельности и призвана решить эти задачи. Самостоятельная работа будет эффективной, если осознаётся как свободная по выбору, внутренне мотивированная деятельность и для неё созданы условия в кафедральной среде.

Самостоятельная работа студентов на кафедре химии и методики обучения химии при изучении курса биологической химии направлена на:

1. Формирование у студентов понимания единства метаболических процессов в организме в целом на основе системных знаний о химическом строении живых организмов и физико-химических процессах, обеспечивающих их жизнедеятельность, и углубленных представлений о взаимосвязях между механизмами регуляции процессов жизнедеятельности на молекулярном и клеточном уровне.

2. Освоение алгоритма поиска информации и алгоритма работы по заданному образцу (1-й уровень сложности), умение абстрагироваться от второстепенного материала, тренировать умение выделять существенные признаки.

Решение этой задачи достигается:

а) при подготовке домашнего задания – изучением теоретического материала по заданной теме с использованием лекций, учебников, рекомендованной литературы; теоретического базиса лабораторно-практической работы с использованием данного пособия;

б) при тестировании исходного уровня знаний;

3. Умение анализировать общие закономерности биохимических процессов и освоение основных принципов анализа продуктов метаболизма (2-й уровень сложности).

Решение этой задачи достигается:

а) при выполнении лабораторных работ в ходе аудиторных занятий;

б) при тестировании результатов обучения.

4. Умение применять полученные знания и навыки в практической деятельности (3-й уровень сложности), что достигается в процессе решения проблемных ситуационных задач и при подготовке докладов и рефератов.

5. Умение самостоятельно интерпретировать полученные в эксперименте данные, дать научное обоснование выявленным биохимическим процессам и установить их причинно-следственные взаимоотношения. Формирование навыков научного анализа и обобщения результатов в процессе учебно-исследовательской работы студентов (4-й уровень сложности).

6. Развитие личностного потенциала, креативных свойств личности студента, что достигается выполнением творческих заданий, которые предлагает преподаватель либо инициативно предлагает студент.

Самостоятельная работа студентов на кафедре химии и МОХ включает два вида работы: аудиторную и внеаудиторную.

Таблица 1

Структурно-функциональная модель организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов	
Аудиторная	Внеаудиторная
– выполнение контрольных работ	– подготовка к аудиторным занятиям
– выполнение лабораторных работ	– подготовка к лабораторным работам
– тестирование результатов обучения	– выполнение творческих заданий
– решение ситуационных задач	– подготовка докладов, рефератов
– работа с таблицами	

На кафедре химии и МОХ разработана технология организации самостоятельной работы студентов.

Таблица 2

Технология организации самостоятельной работы студентов

Технология отбора целей самостоятельной работы	<ol style="list-style-type: none"> Основания отбора: <ul style="list-style-type: none"> – цели, определённые Государственным образовательным стандартом; – детализация по темам курса; – цели профессионально-личностного саморазвития. Соответствие целей структуре готовности к самообразованию (мотивационный, когнитивный, деятельностный компоненты)
Технология отбора содержания самостоятельной работы	<p>Основания отбора:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Государственный образовательный стандарт; – источники самообразования; – индивидуально-психологические особенности студентов (мотивация, интеллект, обучаемость, обученность); – особенности учебной деятельности
Технология отбора средств и методов самостоятельной работы	<ol style="list-style-type: none"> Наличие источников самообразования и анализ их доступности (учебная, научная литература, информационные технологии – обучающие и контролирующие программы, интернет-сайты); Соответствие целям, личностному опыту, навыкам самоанализа; Типология средств и методов соответственно этапам учебного процесса
Технология конструирования заданий	<ol style="list-style-type: none"> Соответствие целям различного уровня; Соответствие теме и разделу; Соответствие различным видам и уровням познавательной деятельности студентов
Технология обучения студента методике самостоятельной работы	<ol style="list-style-type: none"> Определение цели; Развитие мотивации; Алгоритм поиска информации; Выбор оптимального способа усвоения нового знания; Самоконтроль за усвоением; Выполнение творческих заданий
Технология организации контроля	<ol style="list-style-type: none"> Отбор средств контроля; Определение этапов; Разработка индивидуальных форм контроля

Для оценки результатов аудиторной и внеаудиторной работы студентов используется балльно-рейтинговая система. Балльно-рейтинговое оценивание результатов обучения студентов осуществляется в ходе текущего и промежуточного (итогового) контроля освоения дисциплины. Мониторинг результатов обучения основан на использовании совокупности контрольно-рейтинговых мероприятий, определенным образом расположенных на всем интервале изучения дисциплины. Под контрольно-рейтинговыми мероприятиями понимаются формы текущего контроля по дисциплине с установленной рабочей программой дисциплины весом в баллах каждой формы контроля, а также формы промежуточной аттестации.

Балльно-рейтинговая система имеет цель – поставить студента перед необходимостью регулярной самостоятельной учебной работы в течение всего семестра. Рейтинг студента складывается из баллов, полученных при сдаче лабораторных работ (20 баллов), при выполнении текущих тестов (10 баллов) и контрольных работ (20 баллов), а сумма баллов, полученных им за текущую учебную работу, должна рассматриваться как допуск студента к промежуточной контрольной работе (предэкзамен).

Пересчет рейтинга студента в процентах по дисциплине (практике, курсовой работе) за семестр в оценку производится по шкале, представленной в таблице 3.

Таблица 3

Шкала пересчета индивидуального рейтинга студента в оценку

Оценка	Суммарный процент в рейтинге (в %)
отлично	100–91
хорошо	90–75
удовлетворительно	74–60
неудовлетворительно	меньше 60
зачтено	больше или равно 60
не зачтено	меньше 60

Первый этап промежуточной аттестации является обязательным для всех студентов.

Если студент набрал 60 % и более в ходе текущего контроля и первого этапа промежуточной аттестации (в том числе не менее 10 % на первом этапе промежуточной аттестации), то он может автоматически получить зачет или оценку за экзамен согласно шкале, представленной в таблице 3.

Для того чтобы повысить рейтинг, студент может принять участие в проектно-исследовательской работе (10 баллов), в творческой работе (2 балла), в написании реферата (3 балла). Если студент в течение семестра не проявлял активность в изучении дисциплины, то в соответствии с графиком учебного процесса им сдается экзамен по всему курсу Биохимии.

Студентам, которые участвуют в обсуждении разбираемой темы, присуждается 1 балл за активность и 1 балл за высказывание оригинальных суждений или использование примеров из периодических источников. Дополнительный балл получает студент, выполнивший краткий конспект ответов на поставленные к теме вопросы. За каждое практическое занятие студент может получить от 0 до 6 баллов в зависимости от качества ответов.

АУДИТОРНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

1. Работа с таблицами

Выполнение заданий на анализ и составление таблиц, составление схем способствует выработке умения абстрагироваться от второстепенного материала, тренировать умение выделять существенные признаки. Студенты могут использовать имеющийся табличный фонд кафедры на картонных носителях и, входя в химическую лабораторию, решают ряд вопросов: какие таблицы соответствуют вопросам, изучаемым на данном занятии, как их рациональнее разместить. Рассматривается метаболический процесс, представленный на таблице и сравнивается с соответствующей схемой в учебнике, выбирается наиболее оптимальный вариант, мысленно составляется план ответа теоретического вопроса с опорой на таблицу.

Работа с таблицами всегда ориентирована на поиски причинно-следственной связи, что развивает способности делать теоретические обобщения. Вариантом работы с таблицами является коррекция таблиц самоподготовки (заполнялись дома в рабочей тетради): работа со схемами и их взаимопроверка. Обнаружение ошибок и погрешностей в таблицах способствует развитию наблюдательности и выработке критической позиции. Систематическая аудиторная работа с таблицами в течение учебного года позволяет студенту во время экзамена преодолеть экзаменационный стресс и иллюстрировать свой ответ демонстрацией соответствующей таблицы.

2. Ситуационные задачи и подходы к их решениям

Решение проблемных ситуационных задач позволяет применять полученные знания и навыки в практической деятельности. Решение ситуационных задач возможно как в ходе аудиторной, так и в процессе внеаудиторной самостоятельной работы. Каждый студент решает ситуационную задачу индивидуально, а свои рассуждения, логические построения и полученный результат её решения представляет для обсуждения в группе.

Рассмотрим подходы к решению ситуационных задач.

Примеры решения ситуационных задач по теме «Обмен белков»

Условие задачи: В эксперименте установлено, что добавка глутаминовой кислоты (Глу) в раствор, питающий сердце, оказывает положительное воздействие на физиологическую функцию сердечной мышцы, особенно в условиях недостаточного обеспечения кислородом. Каков механизм положительного действия указанной аминокислоты на деятельность сердца?

Решение задачи: Положительный эффект дополнительно введенной в организм Глу на деятельность сердечной мышцы в условиях гипоксии объясняется, во-первых, тем, что глутаматдегидрогеназа, включающая в качестве кофермента НАД и проявляющая высокую активность в анаэробных условиях, катализирует реакцию окислительного дезаминирования Глу, являясь одним из ферментов матрикса митохондрий. Это, в свою очередь, обеспечивает быструю передачу водорода с НАДН₂ по дыхательной цепи с освобождением энергии,

необходимой для улучшения работы сердца. И, во-вторых, в результате глутаматдегидрогеназной реакции образуется кетоглутаровая кислота, которая, как известно, является метаболитом цикла Кребса и при дополнительном поступлении активирует последний, приводя к образованию добавочной энергии.

Примеры решения ситуационных задач по теме «Обмен углеводов»

Условие задачи: Один альпинист поднялся на высоту 3 000 м, а другой – 5 000 м. По каким метаболитам углеводного обмена можно было бы определить, на какую высоту поднялся каждый альпинист? Объясните механизм наблюдаемых различий.

Решение задачи: Определить, на какую высоту поднялся каждый альпинист, можно по содержанию пировиноградной и молочной кислот. В ситуации, описанной в условии задачи, усиливается процесс анаэробного окисления глюкозы, конечным продуктом которого является лактат. Пировиноградная кислота в меньшей степени вовлекается в реакцию окислительного декарбоксилирования, что приводит к повышению ее количества. Следовательно, содержание этих кислот будет больше у того альпиниста, который поднялся на высоту 5 000 м, т.к. в этих условиях анаэробный процесс выражен в большей степени.

Примеры решения ситуационных задач по теме «Ферменты и коферменты»

Условие задачи: Проведен анализ мочи на содержание в ней углеводов. Обнаружена сахароза. Как можно объяснить полученный результат? Связано ли это с функцией пищеварительного тракта? Почему?

Решение задачи: Появление сахарозы в моче связано лишь с искусственным введением ее в ток крови, где отсутствует фермент, гидролизующий данный дисахарид. С функцией желудочно-кишечного тракта наблюдаемая сахарозурия не связана, поскольку поступающий с пищей дисахарид расщепляется сахаразой, содержащейся в кишечном соке, с образованием глюкозы и фруктозы, а в случае отсутствия данного фермента удаляется из организма через кишечник в неизменном виде, т.к. дисахариды не способны всасываться кишечной стенкой.

3. Тестирование

Необходимым и важным видом аудиторной работы является работа с тестами. Тесты выполняют не только контролирующие функции, но и предназначены для активизации познавательного процесса: принимая решения, отбрасывая неверные ответы, студент вынужден не просто усваивать информацию, но и анализировать ее.

При выполнении тестов следуйте следующим рекомендациям:

1. Внимательно прочитайте предложение. Обязательно до конца. Сконцентрируйте внимание на самых важных словах в предложении. Можете подчеркнуть их карандашом.
2. Прочитайте все варианты ответов.
3. Ищите вариант ответа, который является определённо неправильным, чтобы исключить его. Вариантов ответов останется меньше.
4. Посмотрите, есть ли среди оставшихся вариантов два, которые взаимоисключают друг друга. Предположительно один из них будет правильным.
5. Ищите подсказки в предложении: возможно, какая-то часть ответа уже имеется в нём.

6. Посмотрите, есть ли среди ответов такой, который вы слышали многократно в речи учителя или встречали в учебнике. (То, что вам привычно и знакомо.) Вероятно, это и будет правильный вариант.

7. Не изменяйте свой первоначально выбранный вариант, пока не убедитесь, что другой вариант правильный. Чаще всего правильным является вариант, который вы выбрали первым.

4. Выполнение лабораторных работ

При выполнении лабораторного эксперимента следует помнить о соблюдении правил техники безопасности. Перед выполнением лабораторного практикума обратите внимание на контрольные вопросы, они помогут вам в определении цели и задач эксперимента. После выполнения работы отчитайтесь, доложив о результатах эксперимента и предоставьте ответы на контрольные вопросы.

5. Проектно-исследовательская работа студентов

Выполнение части лабораторного практикума осуществляется в виде проектно-исследовательской работы. Это не просто самостоятельное выполнение биохимического анализа (освоение работы по алгоритму), но и получение неизвестного заранее результата, его интерпретация как нормы или отклонения от неё, а в случае несовпадения результата с истинным значением – поиск причин собственной ошибки, оформление полученных данных.

Задания по проектно-исследовательской работе студент выполняет либо индивидуально, либо в составе малой группы. Эта работа способствует развитию автономности, чувства ответственности, коммуникативных навыков. Для выполнения такой работы студент должен хорошо знать принцип метода, этапы работы и условия. Результаты проектно-исследовательской работы докладываются преподавателю и обсуждаются в группе.

Реализация исследовательской деятельности в рамках предмета позволяет желающему студенту, независимо от его успеваемости и других факторов, попробовать свои силы в научной работе.

МОДУЛЬ 1. БЕЛКИ

Задачи:

- 1) сформировать знания о строении и биологических функциях белков;
- 2) сформировать представления о физико-химических свойствах белков и возможности использования на их основе методов качественного и количественного анализа белков;
- 3) сформировать практические навыки анализа белков по их аминокислотному составу.

Краткое содержание модуля

Белки – высокомолекулярные биологически активные азотсодержащие соединения, структурными компонентами которых являются аминокислоты.

Согласно определению жизни, данному М.В. Волькенштейном, белки – основные биополимеры живых систем, что обеспечивается многообразием их функций.

Функции белков

1. Каталитическая – алкогольдегидрогеназа, ацетилхолинэстераза;
2. Трофическая – овалбумин, казеин, глютелин;
3. Транспортная – гемоглобин, церуллоплазмин, трансферрин, альбумин;
4. Защитная – иммуноглобулины, острофазовые белки, белки слизи;
5. Сократительная – миозин, актин, тропомиозин;
6. Структурно-опорная – коллаген, эластин;
7. Гормональная – инсулин, тропные гормоны;
8. Генно-регуляторная – гистоны, протамины;
9. Рецепторная – гликопротеины.

В состав природных белков входят 20 *протеиногенных аминокислот*: 17 аминокислот, 2 амида и 1 иминокислота (пролин). По химическому строению аминокислоты, входящие в состав большинства белков, представляют собой α -L-аминокарбоновые кислоты, для которых характерно явление *стереоизомерии*. Все α -аминокислоты, кроме глицина, имеют ассиметрический (хиральный) α -углеродный атом и существуют в виде двух энантиомеров L- и D-аминокислот. Протеиногенные аминокислоты относятся к L-ряду, однако в живой природе отмечено наличие D-аминокислот, находящихся в свободном состоянии или в составе коротких пептидов, например, антибиотиков бактериального происхождения.

Классификация аминокислот

Наиболее значимыми являются три классификации аминокислот: *по химическому строению, по биологическому значению, по полярности* (см. табл. 4).

По биологическому значению все аминокислоты делятся на заменимые, полузаменимые (гистидин, аргинин, тирозин), незаменимые (валин, лейцин, изолейцин, треонин, метионин, лизин, фенилаланин).

Таблица 4

Классификация аминокислот по полярности радикала

Полярные (гидрофильные)			Неполярные (гидрофобные)
Полярные незаряженные	Полярные отрицательно заряженные	Полярные положительно заряженные	
серин треонин цистеин тирозин аспарагин глутамин	аспарагиновая кислота глутаминовая кислота	лизин аргинин гистидин	глицин аланин валин лейцин изолейцин метионин фенилаланин триптофан пролин

Как и любые соединения аминокислоты обладают определенными *физико-химическими свойствами*: в водных растворах и растворах полярных растворителей все аминокислоты существуют в виде биполярных ионов (аминогруппа протонирована, карбоксильная диссоциирована), что в свою очередь обеспечивает высокую растворимость в водных растворах, в частности в цитозоле клеток. Аминокислоты вступают в реакции, характерные для их аминных и карбоксильных групп, кроме того, отдельным аминокислотам свойственны специфические химические реакции, с помощью которых можно проводить качественное и

количественное определение аминокислот как в лабораторной практике, так и в промышленном производстве.

Самой важной для существования живой материи является химическая реакция между карбоксильными и аминогруппами α -аминокислот, приводящая к образованию *карбоксамидной пептидной связи* – универсального типа связи в белковой молекуле. Характеристика пептидной связи: длина – 0,132 нм, резонансная стабилизация, жесткость связи между C-N атомами, планарность, транс-положение атомов O и H по отношению к остову C-N.

Уровни организации белковой молекулы

Первичная структура – линейная цепь, строго определенная, генетически обусловленная последовательность аминокислотных остатков. Тип связи между аминокислотными остатками – пептидная. Полипептидная цепь обладает значительной гибкостью и в результате внутривещечных взаимодействий приобретает надпервичные уровни организации.

Вторичная структура – укладка полипептидной цепи в упорядоченную структуру, благодаря образованию водородных связей между пептидными группами одной цепи или смежными цепями. По конфигурации выделяют: α -спираль и β -структуру (параллельная и антипараллельная) и кросс- β -форму.

Супервторичные структуры. Суперспирализованные структуры включают в себя как α -спирали, так и β -складчатые листы. Их состав может быть представлен следующим образом: $\alpha+\beta$, α/β и другие.

Домены – более сложные уровни организации вторичной структуры, представляющие собой обособленные глобулярные участки, соединенные друг с другом короткими так называемыми шарнирными участками полипептидной цепи.

Третичная структура – пространственная ориентация полипептидных цепей. По ее форме белки разделяют на глобулярные и фибриллярные. Важная особенность этого уровня организации – наличие большого количества стабилизирующих связей, образующихся между боковыми радикалами аминокислот: слабые взаимодействия (гидрофобные или вандерваальсовы, водородные, ионные или электростатические связи) и сильные (дисульфидные мостики, псевдопептидные, простые эфирные и сложноэфирные) связи.

Четвертичная структура образуется при взаимодействии нескольких белковых молекул, стабилизированных нековалентными взаимодействиями. Такие комплексы называются олигомерами, а составные единицы – протомеры, или субъединицы.

Белки обладают определенными физико-химическими свойствами: кислотно-основными (заряд белковой молекулы), растворимостью (факторы, влияющие на стабилизацию биомолекулы в растворе: гидратная оболочка, заряд белковой молекулы), коллоидными. К последней группе относятся следующие: оптические свойства (опалесценция), малая скорость диффузии, осмотические свойства, высокая вязкость, способность белков к образованию гелей или золей.

При воздействии различных факторов на белковые молекулы сравнительно слабые связи (водородные, ионные, гидрофобные), ответственные за стабилизацию вторичной, третичной и четвертичной структур, разрушаются, что приводит к потере биоактивности и физико-химических свойств белка. Без изменений остается только первичная структура. Этот процесс называется денатурацией белков.

1.1. ТЕМА: ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП, РАДИКАЛОВ АМИНОКИСЛОТ, ТИПА СВЯЗИ В БЕЛКЕ. УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВОЙ МОЛЕКУЛЫ

**Лабораторная работа 1
Цветные реакции на белки и аминокислоты**

Исследуемый раствор – раствор яичного белка.

Таблица 5

Ход лабораторной работы

№ п/п	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4
Выявляемый компонент	Белки, олигопептиды и полипептиды	α -амино-кислоты	SH- аминокислоты	Циклические аминокислоты
Реакция	Биуретовая Пиотровского	Нингидриновая	Фоля	Ксантопротеиновая Мульдера
Реактивы	30 % р-р NaOH; 1 %-ный р-р CuSO ₄	0,2 % р-р нингидрина в 95% р-ре ацетона	30 % р-р NaOH; 5 % р-р (CH ₃ COO) ₂ Pb	конц. HNO ₃ , р-р щелочи, универсальный индикатор
Ход работы	К 1-2 мл белка прилить двойной объем р-ра NaOH, перемешать и добавить 2-3 капли р-ра CuSO ₄ , перемешать	Налить в пробирку 1 мл раствора белка, добавить 1 мл раствора нингидрина, нагреть до кипения	К 5 каплям р-ра белка прилить 2 мл р-ра NaOH и 1 каплю р-ра (CH ₃ COO) ₂ Pb; прокипятить и дать постоять 1-2 минуты	К 0,5 мл р-ра белка прилить 1 мл концентрированной HNO ₃ , осторожно нагреть, добавить щелочь до щелочной реакции
Аналитический сигнал	Фиолетовый с красным или синим оттенком	Сине-фиолетовый	Черный или бурый осадок	Желтый
№ п/п	Опыт 5	Опыт 6	Опыт 7	Опыт 8
Выявляемый компонент	Аргинин	Триптофан	Гистидин	Тирозин
Реакция	Сакагучи	Адамкевича	Паули	Милона
Реактивы	10 % р-р NaOH; 0,2 % спиртовый р-р α -нафтола; NaBrO р-р; 40 % р-р мочевины	Конц. H ₂ SO ₄ ; CH ₃ COOH ледяная с примесью глиоксиловой кислоты	1 % р-р сульфаниловой кислоты в 5 % р-ре HCl; 0,5 % р-р KNO ₂ ; 10 % р-р Na ₂ CO ₃	р-р нитрата ртути, подкисленного азотной кислотой
Ход работы	Налить в пробирку 2 мл раствора белка, 2 мл раствора NaOH, 1-2 кап. α -нафтола, перемешать, прилить 0,5 мл р-ра NaBrO, перемешать, добавить 1 мл р-ра мочевины для стабилизации	К 1мл р-ра белка прилить 2 мл CH ₃ COOH ледяной, прилить 1 мл глиоксиловой кислоты, нагреть до растворения осадка, охладить, осторожно по стенке прилить 1 мл конц. H ₂ SO ₄ , дать постоять	К 1 мл р-ра сульфаниловой кислоты в р-ре соляной кислоты прибавить 2 мл р-ра KNO ₂ , встряхнуть и прилить 2 мл р-ра белка, перемешать, а затем добавить 6 мл р-ра Na ₂ CO ₃	К 1 мл р-ра белка прибавить двойной объем нитрата ртути, нагреть
Аналитический сигнал	Оранжево-красный	Красно-фиолетовое кольцо на границе двух жидкостей	Вишнево-красная окраска	Кирпично-красный цвет

Для каждой реакции запишите уравнения реакций и сделайте вывод. В выводах укажите, на чем основаны цветные реакции на белки и аминокислоты.

Контрольные вопросы

1. Заполните таблицу 6.

Таблица 6

Качественные реакции на аминокислоты

Название Субстрат	Биуретовая Пиотровского	Нингид- риновая	Фоля	Ксантопротеино- вая Мульдера	Сакагучи	Адамкевича	Паули
Белок							
Пептон							
Триптофан							
Гистидин							
Аланин							
Метионин							
Цистеин							
Фенилаланин							
Глицин							
Тирозин							

Положительный характер проб отметьте знаком «+», а отрицательный – знаком «-».

- Объясните принципы цветных реакций на белки и аминокислоты: биуретовая, нингидриновая, ксантопротеиновая, реакция Фоля, Сакагучи, Адамкевича, Паули.
- Напишите структурные формулы 20 аминокислот (гли, ала, вал, лей, иле, три, про, фен, мет, сер, тре, цис, тир, асп, асн, глу, глн, лиз, арг, гис).
- Каково значение пептидов в организме? Приведите примеры некоторых биологически активных пептидов (глутатион, ангиотензин, вазопрессин, окситоцин и др.)
- Какие функции у белков в организме (с конкретными примерами)? Понятие об изомерных белках.

1.2. ТЕМА: ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕЛКОВ

Лабораторная работа 2 Реакции осаждения белков

1. *Осаждение белков при комнатной температуре солями* – высаливание может быть использовано для разделения альбуминов от глобулинов.

Таблица 7

Ход лабораторной работы

Реагенты, условия опыта	Количество реагента, мл
Раствор белка	2-3 мл
50 % р-р $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Равный объем
Отфильтровать	На фильтре глобулины
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ кристаллический	До полного насыщения, появления осадка
Отфильтровать	На фильтре альбумины

Для доказательства обратимости высаливания полученные осадки прямо на фильтре смочить 2-3 мл дистиллированной воды. Отметить их растворение. С фильтратами проделать биуретовую пробу.

2. Осаждение белков кипячением

Выпадение белков в осадок при нагревании – свертывание – характерно почти для всех белков (исключение желатин). Особенно легко и более полно происходит осаждение белка в слабокислой среде, вблизи от изоэлектрической точки. В нейтральной и сильнокислой средах осаждение белков идет значительно хуже, а в щелочной вообще не наблюдается. Почему?

Таблица 8

Ход лабораторной работы

№ пробы	Раствор белка, мл	Ход анализа	Результат	Вывод
1	2	Нагреть до кипения	Опалесценция	
2	2	Нагреть до кипения + 1 капля 1% раствора CH_3COOH	Хлопьевидный осадок	
3	2	5 капель 10% раствора CH_3COOH + кипячение	Осадок нет	
4	2	5 капель 10% раствора CH_3COOH + 2 капли насыщенного раствора NaCl + кипячение	Хлопьевидный осадок	
5	2	2 капли раствора NaOH + кипячение	Осадок нет	

Ответьте на следующие вопросы:

1. Почему добавление к раствору белка солей ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NaCl) облегчает и ускоряет свертывание белков при кипячении?
2. Приведите факторы стабилизации белковой молекулы в растворе.
3. Обратим ли процесс свертывания белков при нагревании и почему?

3. Осаждение органическими и неорганическими кислотами, солями тяжелых металлов и органическими растворителями.

Таблица 9

Ход лабораторной работы

Факторы, вызывающие седиментацию	Концентрированные неорганические кислоты	Концентрированные органические кислоты	Органические растворители	Соли тяжелых металлов
Ход работы	В три сухие пробирки налить по 1-2 мл концентрированных HNO_3 , H_2SO_4 , HCl , в каждую пробирку налить по 0,5 мл исследуемого раствора белка. Пробирки встряхнуть. Наблюдения объяснить	В две пробирки налить по 2-3 мл раствора белка, в одну добавить несколько капель 5% раствора трихлоруксусной кислоты, а в другую несколько капель 20% раствора сульфосалициловой кислоты	В пробирку налить 1-1,5 мл раствора белка и добавить немного кристаллического NaCl , затем прилить 5-6 мл этилового спирта	В две пробирки налить по 1-1,5 мл исследуемого раствора белка, в одну по каплям при встряхивании прибавить CuSO_4 , а в другую $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$
Механизм				

Закончите заполнение таблицы.

Контрольные вопросы

1. Чем обусловлены реакции осаждения белков?
2. Какими реактивами вызывается обратимое осаждение белков?
3. Какими реактивами вызывается необратимое осаждение белков?

1.3. ТЕМА: МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ, РАЗДЕЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ БЕЛКОВ И АМИНОКИСЛОТ

Лабораторная работа 3

Очистка и разделение белков и аминокислот

1. Диализ – освобождение коллоидов от низкомолекулярных органических и минеральных примесей с помощью диффузии последних через мембраны. Белки в растворе благодаря значительной величине молекул не диффундируют сквозь полупроницаемую мембрану.

Таблица 10

Ход лабораторной работы

Оборудование, условия опыта	Количество реагента, мл
Собрать элементарный диализатор: стеклянная трубка с целлофановым мешочком на конце, воронка	5-10 мл исследуемого раствора белка с примесью хлорида натрия или глюкозы через воронку и стеклянную трубку влить в целлофановый мешочек
Закрепить в штативе и опустить мешочек в стакан с дистиллированной водой. Через 1 час с водой из стакана провести реакцию на хлорид ионы и биуретовую реакцию	В одну пробу прилить раствор AgNO_3 , в другую – двойной объем р-ра NaOH , перемешать и добавить 2-3 капли р-ра CuSO_4 , перемешать
С содержимым целлофанового мешочка также провести реакцию на хлорид ионы и биуретовую реакцию	В одну пробу прилить раствор AgNO_3 , в другую – двойной объем р-ра NaOH , перемешать и добавить 2-3 капли р-ра CuSO_4 , перемешать

Зарисуйте устройство для диализа и сделайте выводы о способности белка к диализу.

2. Хроматография аминокислот на бумаге. Метод основан на том, что различные растворители, смачивая хроматографическую бумагу, создают на ней две фазы: неподвижную водную фазу и подвижную фазу органического растворителя.

Органический растворитель, двигаясь по бумаге, увлекает за собой аминокислоты, которые перемещаются с различной скоростью. Скорость движения аминокислот зависит от их способности растворяться в органическом растворителе или в воде, от избирательной адсорбции, от окружающей температуры, сорта бумаги, растворителя и ряда других факторов.

Ход лабораторной работы

Реагенты, условия опыта	Количество реагента, мл
Сделать разметку на хроматографической бумаге. Вырезать полоску хроматографической бумаги с учетом размеров хроматографической колонки. С одной стороны сделать прокол иглой, продеть нитку, с другой – простым карандашом, отступая 1 см от края, нанести линию старта, на линии старта отметить точки внесения растворов	Используя маточные растворы аминокислот с концентрацией аминокислоты 40 мкмоль/мл (на 5 мл 0,01н раствора HCl: арг – 42мг, гис – 42 мг, лиз – 36 мг, фен – 33 мг, тир – 36 мг, лей – 26 мг, ала – 13 мг, гли – 9 мг), готовят рабочие растворы. Смешать 0,1 мл маточного стандартного раствора с 0,9 мл 0,01н раствора HCl; в полученных рабочих растворах содержится по 4 мкмоль/мл аминокислоты. Стандартную смесь аминокислот готовят из 6 маточных растворов аминокислот, смешивая по 1 мл каждой и доводя общий объем до 10 мл 0,01н HCl
Нанести растворы аминокислот-свидетелей и стандартную смесь в точки на линии старта	В микропипетки набрать по 0,003–0,005 мл растворов; слегка прикасаясь к бумаге, нанести в центры меток на линии старта
Заправить колонку для хроматографии растворителем	Для этого на дно колонки, не касаясь стенок, поместить растворитель (бутанол: уксусную кислоту: воду – 15:3:7)
Придерживая за нитку, опустить хроматографическую бумагу в колонку для хроматографии до соприкосновения ее нижнего края с растворителем и закрыть колонку. По мере прохождения фронта карандашом отметить его границу, хроматограмму высушить и проявить	Смочить 0,5% раствором нингидрина в ацетоне, просушить

Отметить появление фиолетовых пятен аминокислот. Идентифицировать аминокислоты из смеси с аминокислотами – свидетелями. Провести расчет R_f для каждой аминокислоты. Коэффициентом распределения аминокислоты называется отношение расстояния от места нанесения аминокислоты до середины ее пятна (А) к расстоянию от места нанесения аминокислоты до фронта растворителя (Б).

$$R_f = A/B$$

R_f является величиной постоянной для каждой аминокислоты и постоянен при данных условиях опыта.

Зарисуйте хроматограмму и приведите расчеты R_f . Сделайте вывод о характере распределения аминокислот в соответствии с условиями проведения хроматографии.

Контрольные вопросы

1. Объясните принцип разделения аминокислот методом бумажной хроматографии.
2. Для каких целей используется метод диализа?
3. Объясните принцип разделения веществ по молекулярной массе методом колоночной хроматографии.
4. Каковы современные методы разделения аминокислот и их количественного анализа (хроматография на бумаге, ионообменная хроматография, аминокислотный анализатор)?

МОДУЛЬ 2. ФЕРМЕНТЫ

Задачи:

- 1) сформировать знания об отличиях ферментов от минеральных катализаторов, о структуре, классификации и механизмах действия ферментов;
- 2) сформировать практические навыки определения активности ферментов.

Краткое содержание модуля

Ферменты (E) – биокатализаторы, вещества биологического происхождения, ускоряющие химические реакции. По химической природе большинство ферментов – белки, исключение – рибозимы (некоторые виды РНК).

Сходство и отличие ферментов от небиологических катализаторов

Сходство:

1. E катализируют энергетически возможные реакции.
2. E не изменяют направление реакции.
3. E понижают энергию активации и тем самым повышают скорость реакции.
4. E не изменяют равновесие реакции, а лишь ускоряют ее наступление.
5. В процессе реакции не расходуются.

Отличия:

1. Скорость ферментативного катализа намного выше, чем неферментативного.
2. E обладают специфичностью к субстрату (S). Специфичность бывает: *стереохимическая* – фермент катализирует превращения одного стереоизомера субстрата; *абсолютная индивидуальная* – превращение только одного субстрата; *абсолютная групповая* – превращение сходной группы субстратов; *относительная групповая* – E действует не на группу молекул S, а на отдельные связи; *относительная* – превращения субстратов, принадлежащих к разным группам химических соединений.
3. E катализируют реакции в «мягких условиях».
4. E – катализаторы с регулируемой активностью.
5. Скорость ферментативной реакции прямо пропорциональна концентрации фермента при постоянной концентрации субстрата.

Классификация ферментов основана на типе катализируемой химической реакции (см. табл. 12). Все известные ферменты подразделяют на шесть классов, в каждом классе выделяют подклассы и подподклассы. Был разработан также принцип нумерации ферментов, вошедший в систему классификации.

Для ферментов характерны все закономерности *строения*, присущие белкам. По структуре ферменты могут быть простыми белками (протеинами) и сложными белками (протеидами). Сложные ферменты состоят из белкового (апофермент) и небелкового (кофермент или простетическая группа) компонентов, а молекула фермента в целом – холофермент. В *активном центре* молекулы фермента условно выделяют следующие участки: якорный, отвечающий за специфичность связывания с S; каталитический – за химические превращения S.

Классификация ферментов по типу реакции

Класс ферментов	Тип реакции, примеры ферментов
Оксидоредуктазы	Окислительно-восстановительные реакции всех типов L-лактат: НАД ⁺ -оксидоредуктаза, Сукцинат: ФАД-оксидоредуктаза
Трансферазы	Перенос отдельных атомов или групп атомов от донора к акцептору Аспартат: α -кетоглутарат-аминотрансфераза, Глюкоза: АТФ-фосфаттрансфераза
Гидролазы	Гидролитическое расщепление химических связей Аспарагингидролаза, Ацетилхолинэстераза
Лиазы	Негидролитическое расщепление двойных связей или образование этих связей Аспартат: амиаклиаза, лизиндекарбоксилаза
Изомеразы	Взаимопревращения различных изомеров Глюкозо-6-фосфатизомераза
Лигазы	Образование связей при взаимодействии двух или более соединений (с помощью энергии АТФ) Пируват: АТФ-синтетаза, аспарагинсинтетаза

Механизм действия ферментов можно рассматривать в рамках двух концепций, описывающих взаимодействие фермента с субстратом: «ключ-замок» (Фишер) и индуцированное соответствие (Д. Кошланд). При взаимодействии фермента с субстратом можно выделить три стадии:

1. Присоединение субстрата к макромолекуле фермента.
2. Непосредственно ферментативная реакция.
3. Отделение продуктов превращения субстрата от фермента.

Молекулярные механизмы катализа еще во многом не ясны, однако установлены:

- эффект ориентации реагентов,
- эффект деформации субстрата,
- кислотно-основной катализ,
- ковалентный катализ.

Данные механизмы могут реализоваться в одной реакции на разных стадиях катализа.

Кинетика ферментативных реакций – раздел энзимологии, изучающий зависимость скорости ферментативной реакции от условий взаимодействия фермента и субстрата: концентрации субстрата, фермента, температуры, рН, присутствия активаторов и ингибиторов.

Именно регуляция активности ферментов и их концентрации являются основой регуляции метаболизма в целом.

2.1. ТЕМА: КЛАССИФИКАЦИЯ И НОМЕНКЛАТУРА ФЕРМЕНТОВ

Лабораторная работа 4 Общие свойства ферментов

Написать уравнение реакции, катализируемой амилазой слюны. Определить класс и подкласс фермента, дать систематическое название амилазы.

Качественная реакция на крахмал (проба Люголя)

К исследуемому раствору добавить равный объем раствора Люголя (раствор I₂ в KI). Синее окрашивание свидетельствует о наличии крахмала.

Качественная реакция на мальтозу (проба Фелинга)

К исследуемому раствору добавить ½ объема приготовленного реактива Фелинга и нагреть до кипения. При наличии мальтозы выпадет желтый (Cu₂O), а затем красный (Cu) осадок.

Приготовление раствора слюны

Ротовую полость ополоснуть водой 2–3 раза для устранения остатков пищи. Внести 1 мл слюны в пробирку. Затем слюну разбавить в 10 раз дистиллированной водой.

1. Сравнение действия неорганических катализаторов и ферментов

Таблица 13

Ход лабораторной работы

Условия опыта / № пробирки	1 пробирка		2 пробирка		3 пробирка	
	Субстрат	2 мл 1% р-ра крахмала		2 мл 1% р-ра крахмала		2 мл 1% р-ра крахмала
Катализатор	1мл дист. воды		1 мл 10% р-ра HCl		1 мл р-ра слюны	
Инкубация	водяная баня 10 мин. 38-40 ⁰ С		кипящая баня 10 мин		водяная баня 10 мин 38-40 ⁰ С	
Содержимое каждой пробирки разделить на две части	проба Люголя	проба Фелинга	проба Люголя	проба Фелинга	проба Люголя	проба Фелинга

Сделайте вывод в каком случае качественные пробы положительные, а в каком случае – отрицательные.

2. Специфичность действия ферментов

Таблица 14

Ход лабораторной работы

Условия опыта / № пробирки	1 пробирка		2 пробирка	
	Субстрат	2мл 1 % р-ра крахмала		2 мл р-ра сахарозы
Катализатор	р-р амилазы слюны 1 мл		р-р амилазы слюны 1 мл	
Инкубация	водяная баня 10 мин 38-40 ⁰ С		водяная баня 10 мин 38-40 ⁰ С	
Содержимое каждой пробирки разделить на две части	проба Люголя	проба Фелинга	проба Люголя	проба Фелинга

Сделайте вывод, в каком случае качественные пробы положительные, а в каком – отрицательные.

3. Влияние температуры на активность амилазы слюны

Таблица 15

Ход лабораторной работы

№ пробирки Условия опыта	1 пробирка		2 пробирка		3 пробирка		4 пробирка	
Субстрат	2 мл 1 % р-ра крахмала		2 мл 1 % р-ра крахмала		2 мл 1 % р-ра крахмала		2 мл 1 % р-ра крахмала	
Инкубация	кипящая баня 10 мин		водяная баня 10 мин. 38-40 ⁰ С		лед 10 мин		комнатная температура 10 мин	
Катализатор	р-р амилазы слюны 1 мл		р-р амилазы слюны 1 мл		р-р амилазы слюны 1 мл		комнатная температура 10 мин	
Инкубация	кипящая баня 10 мин		водяная баня 10 мин. 38-40 ⁰ С		лед 10 мин.		комнатная температура 10 мин	
Содержимое каждой пробирки разделить на две части	проба Люголя	проба Фелинга	проба Люголя	проба Фелинга	проба Люголя	проба Фелинга	проба Люголя	проба Фелинга

Сделайте вывод, в каком случае качественные пробы положительные, а в каком – отрицательные.

4. Влияние pH среды на активность ферментов

Таблица 16

Ход лабораторной работы

№ пробирки Условия опыта	1 пробирка		2 пробирка		3 пробирка	
Субстрат	2 мл 1 % р-ра крахмала		2 мл 1 % р-ра крахмала		2 мл 1 % р-ра крахмала	
Буфер	1 мл pH = 2		1 мл pH = 7		1 мл pH = 10	
Катализатор	р-р амилазы слюны 1 мл		р-р амилазы слюны 1 мл		р-р амилазы слюны 1 мл	
Инкубация	водяная баня 10 мин 38-40 ⁰ С		водяная баня 10 мин 38-40 ⁰ С		водяная баня 10 мин 38-40 ⁰ С	
Содержимое каждой пробирки разделить на две части	проба Люголя	проба Фелинга	проба Люголя	проба Фелинга	проба Люголя	проба Фелинга

Сделайте вывод, в каком случае качественные пробы положительные, а в каком случае – отрицательные.

5. Влияние активаторов и ингибиторов на активность амилазы слюны

Таблица 17

Ход лабораторной работы

№ пробирки Условия опыта	1 пробирка		2 пробирка		3 пробирка	
Субстрат	2 мл 1 % р-ра крахмала		2 мл 1 % р-ра крахмала		2мл 1 % р-ра крахмала	
Активаторы и ингибиторы	1 мл р-ра NaCl		1 мл р-ра CuSO ₄		1 мл дист. воды	
Катализатор	р-р амилазы слюны 1 мл		р-р амилазы слюны 1 мл		р-р амилазы слюны 1 мл	
Инкубация	водяная баня 10 мин 38-40 ⁰ С		водяная баня 10 мин 38-40 ⁰ С		водяная баня 10 мин 38-40 ⁰ С	
Содержимое каждой пробирки разделить на две части	проба Люголя	проба Фелинга	проба Люголя	проба Фелинга	проба Люголя	проба Фелинга

Сделайте вывод, в каком случае качественные пробы положительные, а в каком случае – отрицательные.

Контрольные вопросы

1. Как можно оценить специфичность ферментов?
2. Какую реакцию катализирует амилаза?
3. Объясните принцип метода определения активности каталазы.
4. Принципы метода определения амилазы слюны.
5. Что называют скоростью химической реакции: а) для гомогенных реакций б) для гетерогенных реакций?
6. Какие факторы влияют на скорость химических реакций?
7. Что называют «энергией активации»?
8. Что называют константой химического равновесия?

2.2. ТЕМА: МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ МЕХАНИЗМА ДЕЙСТВИЯ ФЕРМЕНТОВ

Лабораторная работа 5

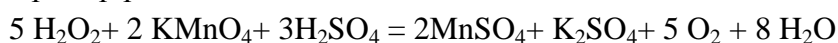
Количественное определение активности каталазы, катализирующей расщепление пероксида водорода с образованием молекулярного кислорода (по А.Н. Баху и А.И. Опарину)

Таблица 18

Ход лабораторной работы

Реагенты, условия опыта	Количество реагента, мл
Картофель или морковь растереть с кварцевым песком в ступке, добавляя воду. Растертую массу количественно перенести в мерную колбу и довести водой до 100 мл. Оставить на 30-60 минут, после чего отфильтровать	На 2 г картофеля или моркови 2-3 мл воды для уменьшения кислотной реакции добавить карбонат кальция на кончике шпателя до прекращения выделения пузырьков углекислого газа
В коническую колбу на 200 мл поместить пероксид водорода и вытяжку фермента. Через 30 минут действие фермента прекращают прибавлением серной кислоты, смесь оттитровать раствором перманганата калия до устойчивой розовой окраски в течение 1 минуты. Отметить количество мл р-ра KMnO_4 , пошедшего на титрование	К 25 мл 0,1 н р-ра H_2O_2 добавить 20 мл вытяжки фермента, через 30 минут прибавить 5 мл 10 % р-ра серной кислоты и оттитровать 0,1 н р-ром KMnO_4
Одновременно поставить контроль. 20 мл вытяжки кипятить 5 минут. В коническую колбу на 200 мл поместить пероксид водорода и кипяченую вытяжку фермента, через 30 минут добавить серной кислоты, смесь оттитровать раствором перманганата калия до устойчивой розовой окраски в течение 1 минуты. Отметить количество мл р-ра KMnO_4 , пошедшего на титрование. По разности между опытным V_2 и контрольным V_1 титрованием находят количество перманганата, эквивалентное количеству разложенного ферментом пероксида водорода	К этому раствору после охлаждения добавить 25 мл 0,1 н р-ра H_2O_2 , через 30 минут добавить 5 мл 10% р-ра серной кислоты и оттитровать 0,1 н р-ром KMnO_4

Пример расчета:



1 мл 0,1 н р-ра KMnO_4 соответствует 1,7 мг H_2O_2

$$V_1 - V_2 = X$$

$$X \cdot 1,7 = Y$$

$Y \cdot 100 / 20 \cdot 2 = Z$ – масса H_2O_2 разложенная за 30 мин. каталазой, содержащейся в 2 г исследуемого материала.

Контрольные вопросы

1. При каких оптимальных условиях следует определять активность ферментов?
2. Как можно воздействовать на скорость ферментативной реакции?
3. Что характеризует K_m ? Чему она равна численно?
4. Какова зависимость величины K_m и сродства фермента к субстрату?
5. Способы выражения каталитической активности ферментов.

Модуль 3. СЛОЖНЫЕ БЕЛКИ

Задача: сформировать знания о сложных белках, их структуре, свойствах, многообразии и роли в общем метаболизме.

Краткое содержание модуля

Многие белки в своем составе, помимо аминокислот, могут содержать и небелковые компоненты. Такие небелковые соединения в составе белков получили название *простетических групп*. В зависимости от химического состава простетической группы сложные белки можно разделить на несколько групп, или классов.

Витаминпротеины. Это белки, простетическая группа которых содержит витамины. Витамины являются веществами-предшественниками для синтеза большинства кофакторов ферментов и коферментов.

Витамины – это низкомолекулярные органические соединения, являющиеся незаменимыми пищевыми компонентами, которые в ничтожно малых количествах обеспечивают нормальное функционирование организма. По физико-химическим свойствам витамины делятся на две группы: *водорастворимые и жирорастворимые*. В обеих группах выделяют витаминopodobные вещества, которые по биологическим свойствам похожи на витамины, но синтезируются в организме и требуются в больших количествах.

Пути метаболизма витаминов

Некоторые витамины поступают в организм в виде провитаминов, а затем в клетках эпителия кишечника или в тканях превращаются в биологически активные вещества (БАВ).

После всасывания жирорастворимые витамины депонируются в клетки органов (главным образом в печени), а большинство водорастворимых превращаются ферментативным путем в коферменты и активно участвуют в метаболизме. Те и другие со временем подвергаются катаболизму и выводятся из организма, поэтому необходимо постоянное поступление их с пищей в строго определенных количествах.

При нарушении баланса витаминов развиваются состояния *гипервитаминоза, гиповитаминоза* или *авитаминоза*.

Причины гипо- и авитаминозов

I. Экзогенные:

- нерациональное, однообразное питание;
- дисбактериоз (изменение состава микрофлоры кишечника), вызванный длительным применением антибиотиков или сульфаниламидных препаратов.

II. Эндогенные:

- нарушение всасывания жирорастворимых витаминов при заболевании печени или желчекаменной болезни (не поступает желчь в тонкий кишечник);
- нарушение всасывания витамина В₁₂ при тотальной резекции желудка (не вырабатывается гастромукопротеин);
- нарушение образования коферментов (вследствие генетически обусловленных дефектов апофермента или ферментов, которые участвуют в синтезе коферментов);
- усиление распада витаминов в организме;

– физиологически обусловленная высокая потребность в витаминах (растущий организм, беременность).

Хромопротеины. Это белки, простетическая группа которых имеет окраску. К ним относятся многие белки, содержащие металлы. Например, церулоплазмин – белок, содержащий медь, имеет синюю окраску. Белок, переносящий витамин В₁₂, имеет розовый цвет (этот витамин содержит в своем составе кобальт). Хорошо изучены белки, содержащие железо: гемоглобин, миоглобин, цитохромы. Они имеют красную окраску. Присутствие витамина В₂ придает белкам желтый цвет (флавопротеины).

Хромопротеины условно делят на группы:

1. Гемопроотеины (содержат гем).
2. Хлорофиллпротеины (содержат хлорофилл).
3. Кобамидпротеины (содержат вит. В₁₂).
4. Ретинальпротеины (содержат вит. А).
5. Флавопротеины (содержат вит. В₂).

Гликопротеины. Это белки, простетическая группа которых содержит углеводы. Гликопротеины – это небольшая часть белково-углеводных комплексов, к которым относятся также протеогликаны и мукопротеины. Этим белкам принадлежит важная роль в структурной организации клеток и тканей, они выполняют защитные функции. Основная часть внеклеточных белков – это гликопротеины.

Углеводы широко представлены в растениях и животных, где они выполняют как структурные, так и метаболические функции. В растениях в процессе фотосинтеза из углекислого газа и воды синтезируется глюкоза, которая далее запасается в виде крахмала или превращается в целлюлозу – структурную основу растений. Животные способны синтезировать ряд углеводов из жиров и белков, но большая часть углеводов поступает с пищей растительного происхождения (крахмал).

К углеводам относятся соединения, обладающие разнообразными и часто совершенно различными свойствами. Среди них есть вещества низкомолекулярные и высокомолекулярные, кристаллические и аморфные, растворимые в воде и нерастворимые в ней, гидролизуемые и негидролизуемые, способные легко окисляться и сравнительно устойчивые к действию окислителей и т.д. Это многообразие качеств находится в тесной связи с химической природой углеводов, со строением их молекул; оно предопределяет то или иное участие углеводов в процессах жизнедеятельности и в построении тканей животных и растительных организмов.

Во всех без исключения организмах углеводы служат материалом, при окислении которого выделяется энергия, необходимая для поддержания и осуществления химических реакций. Такие углеводы рассматривают как резервные (крахмал, гликоген, инсулин). Наряду с этим промежуточные продукты окисления углеводов могут использоваться для синтеза других органических соединений (аминокислот – «заменимых», глицерина, жирных кислот и др.). Перечисленные функции углеводов (структурная, энергетическая, метаболическая) рассматриваются как канонические.

Однако в последнее время было выяснено, что углеводам принадлежат и многие нестандартные, неканонические функции. Многие углеводы и углеводсодержащие биополимеры обладают уникальным строением и специфичностью. Например, выполняют транспортную функцию – гидрофобных веществ и металлов (транскортин, церулоплазмин,

гаптоглобин, трансферрин), защитную функцию (иммуноглобулины, интерферон), ферментативную (холинэстераза, рибонуклеаза В), гормональную (гонадотропин, кортикотропин), рецепторную, антигенную; участвуют в процессе свертываемости крови (протромбин, фибриноген), определяют группу крови; играют роль антифризов, обладают термостабильностью; входят в состав белков-слизей (муцин, гастромукопротеин, урогликопротеины), а также в состав межклеточного пространства, то есть составляют основную часть соединительной ткани (гликозаминогликаны, или старое название – мукополисахариды). Если они образуют комплекс с белком, то их называют протеогликанами.

Липопротеины. Это белки, простетическая группа которых содержит липиды. Они обеспечивают транспорт липидов в крови, являются компонентами биологических мембран.

Липиды имеют *общие черты*:

1. Это сложные эфиры какого-либо спирта и высокомолекулярной жирной кислоты (ВЖК).
2. Они гидрофобны, относительно нерастворимы в воде, но избирательно растворимы в неполярных растворителях: спирте, ацетоне, четыреххлористом углероде, хлороформе, диэтиловом эфире, петролейном эфире, бензоле и др.

Избирательная растворимость в органических растворителях используется в практике для экстракции липидов из тканей и крови, а также фракционирования (метод тонкослойной хроматографии на пластинках силикагеля).

Металлопротеины. Их простетическая группа представлена металлами. Они транспортируют или участвуют в депонировании металлов (ферритин, трансферрин).

Нуклеопротеины. Простетическая группа у таких белков – нуклеиновая кислота. Различают *дезоксирибонуклеопротеины* (простетическая группа ДНК) и *рибонуклеопротеины* (простетическая группа РНК) – см. табл. 31. Им принадлежит важная роль в сохранении, передаче и реализации генетической информации.

Фосфопротеины. Белки, которые содержат в своем составе фосфорную кислоту, широко распространены в клетке потому, что процесс фосфорилирования является способом влияния на конформацию белка и поэтому используется в системах регуляции процессов жизнедеятельности.

Таким образом, разнообразие строения простетических групп данных соединений объясняет многообразие выполняемых функций.

Простетические группы соединяются разными типами связей. Так, для нуклеопротеинов характерной является ионная связь, у гликопротеинов и фосфопротеинов преобладает связь ковалентная, у липопротеинов – силы гидрофобного взаимодействия, для металлопротеинов характерны донорно-акцепторные связи.

Наряду с большими различиями указанных протеинов у них есть общее свойство, а именно стабилизация белкового компонента простетической группой. Видимо, большие простетические группы протеинов занимают значительную часть поверхности глобулы белка, препятствуя разворачиванию полипептидных цепей и поддерживая их нативную конформацию. Отрыв простетической группы, даже если он осуществляется в мягких условиях, приводит к понижению стабильности белкового компонента, а часто к его денатурации.

3.1. ТЕМА: ВИТАМИНЫ И ВИТАМИНОПОДОБНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Лабораторная работа 6

Количественное определение аскорбиновой кислоты иодометрическим методом

Таблица 19

Содержание аскорбиновой кислоты в некоторых продуктах

Наименование продукта	Содержание аскорбиновой кислоты мг на 100 г продукта
Шиповник сухой	1500
Смородина черная	300
Калина	70
Земляника	60
Малина	30
Яблоки (Антоновка)	30
Лимоны	40
Апельсины	40
Петрушка, укроп	150
Капуста белокочанная	20
Капуста квашеная	20
Картофель свежий	10

Таблица 20

Ход лабораторной работы

Реагенты, условия опыта	Количество реагента, мл
Капусту или картофель мелко порезать и растереть в ступке с песком, добавляя р-р HCl	К 2 г капусты или картофеля по мере растирания постепенно добавить 10 мл 2% р-ра HCl
Хорошо перемешать массу, отфильтровать через стеклянную воронку с ватой в коническую колбу. Массу на фильтре промыть несколькими каплями дист. воды, фильтрат оттитровать	В фильтрат прилить 1 мл 0,5% р-ра крахмала и титровать рабочим 0,003 н раствором I ₂ до появления синего окрашивания от одной лишней капли титранта

По результатам анализа сделать вычисления:

$$C_3(\text{аскорб. к-ты}) * V(\text{аскорб. к-ты}) = C_3(I_2) * V(I_2)$$

$$C_3(\text{аскорб. к-ты}) = C_3(I_2) * V(I_2) / V(\text{аскорб. к-ты})$$

$$m(\text{аскорб. к-ты}) = C_3(\text{аскорб. к-ты}) * M_3 * V(\text{аскорб. к-ты})$$

Сделать пересчет в мг на 100 г продукта. Полученный результат сравнить с нормой.

Контрольные вопросы

1. Объясните принцип метода количественного определения аскорбиновой кислоты.
2. Объясните принципы качественных реакций на исследованные водорастворимые витамины.
3. Принципы методов количественного обнаружения витаминов А, D, Е, К.
4. Коферментом каких ферментов является витамин: а) В₁; б) В₂; в) В₆; г) В₁₂; д) РР; е) Н; ж) С?

3.2. ТЕМА: СЛОЖНЫЕ БЕЛКИ – ХРОМОПРОТЕИНЫ И УГЛЕВОДБЕЛКОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Лабораторная работа 7 Выделение муцина и его гидролиз

Муцин – это кислый белок – гликопротеин, поэтому он осаждается в кислой среде и растворяется в щелочной.

Таблица 21

Ход лабораторной работы

Условия опыта	№ пробирки	1 пробирка	2 пробирка
Субстрат		2 мл слюны	5 мл слюны
30 % р-р уксусной кислоты		1 мл	1 мл
		провести качественную реакцию на белок (биуретовую реакцию)	3 мл 10 % раствора HCl, кипятить в водяной бане в течение 30 минут (частичный гидролиз муцина)
Содержимое второй пробирки разделить пополам и провести качественные реакции на белок и углеводный компонент		–	Биуретовая реакция Реакция Фелинга

Привести доказательства того, что муцин является сложным белком – гликопротеином.

Лабораторная работа 8 Определение сахаров в моче

Таблица 22

Ход лабораторной работы

№ работы	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
Выявляемый компонент	глюкоза	глюкоза	глюкоза (виноградный сахар)
Реакция	проба на глюкозу	проба Бенедикта	проба Гайнеса
Реактивы	1) CuSO ₄ · 5 H ₂ O; 2) Na ₂ CO ₃ (в виде порошка)	В колбу на 0,25л налить 175 мл дист. воды, добавить 43,25 г лимоннокислого натрия, 25 г безводного Na ₂ CO ₃ , нагреть до растворения. Отдельно растворить 4,33 г CuSO ₄ в 25 мл воды. Смешать оба раствора, взболтать, охладить и довести до 0,25л дист. водой	1) 1,33 г CuSO ₄ растворить в 40 мл воды; 2) 1,5 г глицерина развести в 20 мл воды; 3) 5,0 г NaOH растворить в 40 мл воды. Смешать 1 и 3 раствора, добавить 2 раствор
Ход работы	К смеси порошков 1 и 2 из равных частей добавить несколько капель мочи, нагреть до кипения и охладить	В пробирку налить 5 мл реактива Бенедикта и прибавить 0,4-0,5 мл мочи, перемешать, нагреть в течение 2 мин и охладить	К 3-4 мл реактива прилить 2 мл мочи, кипятить
Аналитический сигнал	Желто-зеленая или коричневая окраска	Зеленый – 0,5-5 г/л глюкозы; желто-зеленый – 5-7,5 г/л; желтый – 10 г/л; красный – 20 г/л	Желтая окраска или красная окраска р-ра и осадок

№ работы	Опыт 4	Опыт 5	Опыт 6	Опыт 7
Выявляемый компонент	глюкоза (виноградный сахар)	фруктоза	лактоза и мальтоза	пентоза
Реакция	проба Ниландера	проба Селиванова	проба Белька	проба Биаля
Реактивы	2 г нитрата висмута растирают в ступке с 4 г сегнетовой соли, растворяют в 100 мл 10 % р-ра NaOH и фильтруют (хранить в темной посуде)	0,5% р-р резорцина в 1 н HCl	1) конц. р-р аммиака 2) 20% р-р KOH	1 г орцина растворить в 500 мл 30% р-ра HCl + 1 мл 10% р-ра FeCl ₃
Ход работы	К моче прибавить реактив в соотношении 2:1 и кипятить 3 мин.	К 1 мл 0,5 % р-ра резорцина прибавить 2 мл мочи. Смесь быстро нагреть на водяной бане до закипания	К 5 мл мочи прилить 2,5 мл конц. р-ра аммиака, 0,2 мл 20% р-ра KOH и нагреть на водяной бане 30 мин при 60 ⁰ C	5 мл реактива Биаля нагревают с 1 мл мочи
Аналитический сигнал	Коричневый цвет изменяется на черный, при стоянии образуется темный осадок	Интенсивно-красный цвет	Мальтоза – красный цвет; лактоза – коричневый цвет	Желто-зеленая окраска

Для каждой реакции запишите уравнения реакций и сделайте вывод.

Контрольные вопросы

1. Что называют углеводами? Как они классифицируются?
3. В чем сходство и различие в строении крахмала и гликогена?
4. В чем состоит принцип метода обнаружения: а) крахмала в растворе; б) гликогена; в) продуктов гидролиза крахмала?

Лабораторная работа 9 Открытие железа в гемоглобине

Таблица 23

Ход лабораторной работы

<p>1. Несколько капель дефибринированной крови выпаривают досуха в небольшой фарфоровой чашке (под тягой), обугливают и озоляют, добавляя 2-3 капли азотной кислоты (конц.) и продолжая нагревание до образования сухого остатка. При этом гем, являясь органическим веществом, разрушается, а железо переходит в состав золы.</p> <p>2. Сухой остаток соскабливают и полученный порошок переносят в пробирку. Добавляют 20 капель 10% раствора соляной кислоты и взбалтывают в течение нескольких минут для растворения осадка и получения FeCl₃.</p> <p>Содержимое пробирки поделить на две части и проделать реакции на Fe³⁺.</p>	
<p>К одной части жидкости добавить по каплям 5 % р-р K₄Fe(CN)₆ до появления зеленого или синего окрашивания вследствие образования берлинской лазури, которая затем может выпасть в виде синего осадка</p>	<p>К другой части жидкости добавляют по каплям 5 % раствор KCNS до появления розового или красного окрашивания, указывающего на образование роданистого железа</p>

Лабораторная работа 10

Получение кристаллов гемина

При нагревании высушенной крови с ледяной уксусной кислотой кровяной пигмент распадается на глобин и гематин. Гематин при действии хлористого водорода, возникающего при взаимодействии хлористого натрия (имеющегося в крови или добавленного) и уксусной кислоты, переходит в хлорпроизводное – гемин. Последний выкристаллизовывается при остывании.

Таблица 24

Ход лабораторной работы

Реагенты, условия опыта	Количество реагента, мл
Пипеткой наносят на предметное стекло каплю крови и размазывают ее краем другого предметного стекла (полученный мазок не должен быть очень тонким). Кровь высушивают над пламенем горелки (температура должна быть не более 60 ⁰ С)	После полного высушивания добавляют 1-2 капли ледяной уксусной кислоты, накрывают покровным стеклом и осторожно нагревают на маленьком пламени до закипания кислоты
По охлаждении препарата его рассматривают под микроскопом и зарисовывают форму кристаллов	Если кристаллов гемина обнаружить не удастся, то вводят под покровное стекло еще 1-2 капли ледяной уксусной кислоты, поднося пипетку к краю покровного стекла, и вновь нагревают. Перед обработкой ледяной уксусной кислотой добавляют один маленький кристаллик хлористого натрия

Лабораторная работа 11

Определение конъюгированного и общего билирубина в крови по методу Ендрассика-Грофа

Метод основан на взаимодействии билирубина с диазотированной сульфаниловой кислотой с образованием окрашенного азосоединения, интенсивность окраски которого пропорциональна содержанию билирубина. Конъюгированный (прямой) билирубин реагирует быстро, общий билирубин реагирует в присутствии кофеинового реактива.

1. Определение общего билирубина

Таблица 25

Ход лабораторной работы

Компонент пробы	Объем (мл) компонента, вносимого в ...	
	опытную пробу	холостую пробу
Диазосмесь	0,25	–
Раствор кофеинового реактива	1,0	1,0
Исследуемый образец	0,2	0,2
Пробы перемешать, выдержать в темном месте 2 мин при температуре 20-25 ⁰ С, добавить:		
Раствор натрия гидроксида (1 моль/л) и калий-натрия виннокислого (0,93 моль/л)	1,0	1,0
Перемешать, выдержать в темном месте 10 мин, при температуре 20-25 ⁰ С		

Измерить оптическую плотность опытной пробы относительно холостой при длине волны 578 нм в кювете с толщиной поглощающего слоя 1 см. Окраска стабильна в течение 30 минут.

2. Определение конъюгированного (прямого) билирубина

Таблица 26

Ход лабораторной работы

Компонент пробы	Объем (мл) компонента, вносимого в ...	
	опытную пробу	холостую пробу
Диазосмесь	0,25	–
Раствор хлористого натрия	2,0	2,0
Исследуемый образец	0,2	0,2

Перемешать, выдержать 5 минут в темном месте при температуре 20-25⁰С и измерить оптическую плотность опытной пробы относительно холостой при длине волны 546 нм в кювете с толщиной слоя 1 см. Объемы реактивов и образцов можно изменять пропорционально указанным.

Контрольные вопросы

1. Представьте схему синтеза гема, указав соответствующие ферменты.
2. Каково строение молекул: а) гемоглобина; б) миоглобина? Их роль в организме человека?
3. Что называют «кооперативным аллостерическим эффектом»?
4. Типы гемоглобинов. Укажите сродство к кислороду различных типов гемоглобинов. Биологическое значение этого явления.
5. Что называют: а) «прямым» билирубином; б) «непрямым» билирубином? Диагностическое значение определения этих показателей в сыворотке крови.
6. Объясните принцип метода определения: а) общего билирубина; б) «прямого» билирубина; в) «непрямого» билирубина.

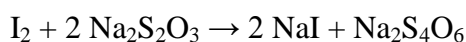
3.3. Тема: Липиды и сложные белки – липопротеины

Лабораторная работа 12

Количественное определение йодного числа или степени непредельности жира

Данный метод позволяет судить о степени непредельности жира, обусловленной характером высших жирных кислот в его составе.

Йодное число – это количество граммов йода, присоединившегося к 100 г жира. Избыток йода, не прореагировавший с жиром, оттитровывается тиосульфатом натрия:



Ход лабораторной работы

1 колба – опытная проба	2 колба – контрольная проба
В колбу на 100 мл отмерить 2,5 мл 1% спиртового раствора жира, добавить 1,5 мл 0,1 н спиртового раствора йода и 50 мл дистиллированной воды	В колбу на 100 мл отмерить 2,5 мл дистиллированной воды, добавить 1,5 мл 0,1 н спиртового раствора йода и 50 мл дистиллированной воды

Содержимое обеих колб тщательно перемешать и оставить при комнатной температуре на 5 минут, затем содержимое проб оттитровать 0,1н раствором тиосульфата натрия до полного исчезновения окраски йода.

$$\text{Йодное число} = (V_1 - V_2) * 0,0127 * 100 / 0,025$$

V_1 – пошло на титрование контроля;

V_2 – пошло на титрование опыта;

0,0127 – количество граммов йода, содержащееся в 1 мл 0,1н раствора;

100 – количество граммов жира, на которые ведут расчет;

0,025 – количество жира, содержащееся в 2,5 мл 1% раствора.

Контрольные вопросы

1. Как обнаружить ненасыщенные жирные кислоты и перекисные соединения в растительном масле?
2. Объясните принцип метода определения иодного числа.
3. Для чего определяют иодное число?

Лабораторная работа 13**Эмульгирование жира с использованием желчи, соды, мыла и белка в качестве эмульгаторов**

Данный процесс необходим для переваривания липидов. В результате действия эмульгаторов понижается поверхностное натяжение на границе «жир/вода».

Таблица 28

Ход лабораторной работы

1 пробирка	2 пробирка	3 пробирка	4 пробирка	5 пробирка
0,5 мл растительного масла	0,5 мл растительного масла	0,5 мл растительного масла	0,5 мл растительного масла	0,5 мл растительного масла
1 мл дист. воды	1 мл желчи	1мл р-ра яичного белка	1 мл 1% р-ра мыла	1 мл 1% р-ра Na_2CO_3

Все пробирки тщательно встряхнуть и через 3-4 минуты отметить устойчивость эмульсии. Расположить исследуемые вещества в порядке уменьшения их эмульгирующей способности.

Контрольные вопросы

1. Почему желчь изменяет активность липазы?
2. Как определить наличие желчных кислот?

Лабораторная работа 14

Обнаружение фосфора в фосфолипидах

При минерализации органический фосфор фосфолипидов переводится в неорганический ортофосфат. Последний с молибденовой кислотой образует фосфорно-молибденовую кислоту, которая может быть восстановлена аскорбиновой кислотой в молибденовую синь.

Таблица 29

Ход лабораторной работы

Реагенты, условия опыта	Количество реагента, мл
Спиртовый р-р яичного желтка выпарить на кипящей водной бане, добавить конц. серную и азотную кислоты, минерализовать на песчаной бане 30 мин, охладить	6 кап. спиртового р-ра яичного желтка + 6 кап. конц. серной и азотной кислот
Добавить дист. воды и фенолфталеин, нейтрализовать NaOH до бледно-розового цвета	+ 1 мл дист. воды + 1 кап. фенолфталеина
Прилить р-р молибденовокислого аммония и р-р аскорбиновой кислоты, перемешать, синее окрашивание указывает на наличие фосфорной кислоты	+ 2 мл р-ра молибденовокислого аммония + 1-2 мл аскорбиновой кислоты

Запишите уравнения реакций и сделайте вывод.

Контрольные вопросы

1. Что называют «липидами» и как их классифицируют? Приведите структурные формулы каждого класса липидов.
2. Какие принципы положены в основу методов определения фосфолипидов?

3.4. Тема: Сложные белки – нуклеопротеины

Лабораторная работа 15

Извлечение нуклеопротеинов дрожжей

Таблица 30

Ход лабораторной работы

Реагенты, условия опыта	Количество реагента, мл
Дрожжевую массу растирают пестиком 1-2 минуты для разрушения клеток, с добавлением эфира, дист. воды и песка	1 г дрожжей + 1 капля эфира + 2 капли дист. воды + 0,1 г кварцевого песка
Затем добавляют р-р едкого натра и продолжают растирать 5 минут	+ 4 мл 0,4% раствора гидроксида натрия
Содержимое ступки центрифугируют 10 минут. Надосадочную жидкость переносят в стакан, подкисляют уксусной кислотой. Осадок РНК-протеина отделяют центрифугированием	pH = 4,5

Лабораторная работа 16
Изучение химического состава рибонуклеопротеинов дрожжей

Таблица 31

Структура рибонуклеопротеина

РНК-протеины			
Белок (протамин или гистон)	Нуклеиновая кислота – РНК (или полинуклеотиды)		
↓	↓		
Полипептиды	Мононуклеотиды		
↓			
Аминокислоты	Пуриновое или пиримидиновое основание	Рибоза	Фосфорная кислота

Таблица 32

Ход лабораторной работы

Реагенты, условия опыта		Количество реагента, мл	
Дрожжи перемешивают с серной кислотой и дист. водой и помещают в колбу с обратным холодильником. Колбу кипятить на водяной бане при слабом нагревании 1 час. После охлаждения содержимое отфильтровать, а с фильтратом провести реакции на составные части нуклеотидов		200 мг дрожжей + 5 мл 10% р-ра H ₂ SO ₄ + 5 мл дист. воды	
Биуретовая реакция на белок	Серебряная проба на пуриновые основания	Реакция на пентозы	Молибденовая проба на фосфорную кислоту
1 мл гидролизата + 2 мл 10 % раствора NaOH + 1 каплю 1 % раствора CuSO ₄ ; аналитический сигнал – розово-фиолетовый цвет	0,5 мл гидролизата + аммиак до щелочной реакции на лакмус + 0,5 мл аммиачного раствора оксида серебра; аналитический сигнал – хлопьевидный осадок	0,5 мл гидролизата + 0,5 мл 10 % р-ра NaOH + по каплям CuSO ₄ до образования гидроксида меди нагреть до кипения; аналитический сигнал – красный осадок оксида меди	0,5 мл гидролизата + равный объем молибденового реактива кипятить несколько минут; аналитический сигнал – желтый осадок фосфорно-молибденово-кислого аммония

Контрольные вопросы

1. Что называют «нуклеиновыми кислотами»? Их биологическая роль?
2. Каково отличие РНК от ДНК по составу и функциям?
3. Что называют: а) первичной структурой НК; б) вторичной структурой НК?
4. Какие связи обуславливают первичную и вторичную структуры НК?
5. Какова роль свободных нуклеотидов в клетке?
6. Принципы методов выделения нуклеопротеинов из тканей и изучение их химического состава.

МОДУЛЬ 4. ОБМЕН БЕЛКОВ И НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

Задачи:

- 1) сформировать знания о структуре, свойствах, путях катаболизма нуклеиновых кислот;
- 2) сформировать знания о путях катаболизма белков в желудочно-кишечном тракте и тканях организма, а также о судьбе конечных продуктов распада;
- 3) сформировать практические навыки выделения нуклеиновых кислот и качественного анализа продуктов их гидролиза;
- 4) сформировать практические навыки количественного определения белка и продуктов его метаболизма;
- 5) сформировать навыки решения ситуационных задач.

Краткое содержание модуля

Обмены белков и нуклеиновых кислот, как и другие обмены, состоят из процессов синтеза и распада.

Особенность этих обменов в том, что поступающие с пищей белки и нуклеиновые кислоты не используются организмом и подвергаются распаду до своих мономеров.

Экзогенный распад нуклеиновых кислот. Переваривание нуклеопротеидов начинается в желудке, где происходит отщепление белковой части, а собственно нуклеиновые кислоты перевариваются в тонком кишечнике при действии гидролитических и фосфоролитических нуклеаз. В конечном итоге остаются пентоза с остатком фосфорной кислоты и азотистые основания, которые подвергаются эндогенному распаду. Распад пуриновых азотистых оснований – процесс, состоящий из пяти реакций, заканчивающийся образованием мочевой кислоты. Распад пиримидиновых азотистых оснований заключается в восстановлении урацила и тимина до дигидроурацила и дезаминировании цитозина. Конечными продуктами при распаде урацила и цитозина являются углекислый газ, аммиак, β-аланин, а при распаде тимина – углекислый газ, аммиак и β-аминоизомасляная кислота.

Для синтеза нуклеиновых кислот в организме азотистые основания синтезируются вновь.

Синтез азотистых оснований. Источниками атомов для пуриновых азотистых оснований являются: глутамин, углекислый газ, аспартат, глицин и тетрагидрофолат. Источники атомов пиримидинового цикла – глутамин, аспартат, углекислый газ. Синтез пуриновых азотистых оснований начинается с наращивания на пентозофосфатном остове цикла и образуется инозиновая кислота (ИМФ). Последняя через реакции с аспарагиновой кислотой образует адениловую кислоту. Биосинтез гуанозинмонофосфата начинается с дегидрирования ИМФ, затем при аминировании образуется ГМФ.

Распад белков протекает гидролитическим путем. Экзогенный распад, то есть переваривание, начинается в желудке с помощью ферментов гастриксина и пепсина, затем продолжается в тонком кишечнике ферментами, синтезируемыми поджелудочной железой (трипсин, химотрипсин, эластаза), и ферментами, синтезируемыми клетками тонкого кишечника (карбоксипептидазы, аминопептидазы). Завершается переваривание три- и дипептидазами до свободных аминокислот, которые всасываются через мембраны клеток слизистой кишечника.

Эндогенный обмен белков и аминокислот. Отработанные белки организма также подвергаются утилизации в лизосомах и протеосомах, где локализованы протеазы (катепсины и калликреины). Внутри клеток аминокислоты используются для синтеза

собственных белков организма, для образования важнейших интермедиатов, подвергаются специфическим реакциям или распадаются с образованием мочевины.

Основные реакции аминокислот:

– дезаминирование, наиболее широко распространено прямое окислительное дезаминирование глутаминовой кислоты с образованием α -кетоглутаровой;

– переаминирование (непрямое окислительное дезаминирование) характерно чаще для аланина и аспарагиновой кислот;

– декарбоксилирование аминокислот, приводящее к образованию биогенных аминов (например, серотонин, гистамин), и реакции по углеводородному радикалу.

Образующийся в процессе распада белков и дезаминирования аминокислот аммиак подвергается обезвреживанию в орнитиновом цикле клеток печени. Данный цикл состоит из трех этапов и пяти реакций. У млекопитающих в цикле образуется мочевина, которая выводится с мочой.

Кроме того, аминокислоты подвергаются специфическим реакциям. Например, аспарагиновая кислота является предшественником для биосинтеза углеводов, пуриновых и пиримидиновых оснований, участвует в реакциях трансаминирования, метилирования.

4.1. ТЕМА: ОБМЕН НУКЛЕОТИДОВ И НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

Лабораторная работа 17

Определение мочевой кислоты в моче колориметрическим методом (по Мюлер-Зейферу)

Мочевая кислота восстанавливает фосфорновольфрамовый реактив, в результате чего образуются оксиды вольфрама синего цвета, интенсивность окраски пропорциональна количеству мочевой кислоты. В норме с мочой за сутки выделяется 0,3–1,2 г мочевой кислоты.

Мочу развести в 50 раз.

Таблица 33

Ход лабораторной работы

Компонент пробы	Объем (мл) компонента, вносимого в ...	
	опытную пробу	холостую пробу
Вода	–	1,5
Исследуемый раствор	1,5	–
Насыщенный р-р Na_2CO_3	0,7	0,7
Реактив Фолина	0,05	0,05
Раствор синее. Объем доводят до 10 мл и колориметрируют на фотоэлектроколориметре с красным светофильтром. Расчет мочевой кислоты производят по формуле $C = a \cdot b \cdot v / 1,5 \cdot 1000$ C – мочевая кислота в мг, выделенная с мочой за сутки a – количество мочевой кислоты в пробе, найденное по калибровочной кривой б – разведение мочи в – количество мочи, в мл за сутки 1,5 – количество мочи, взятой для исследования 1000 – коэффициент пересчета микрограммов на миллиграммы		

Построение калибровочной кривой.

Стандартный раствор мочевого кислоты: 5 мл основного (20 мг%) стандартного раствора мочевого кислоты в мерной колбе довести водой до 50 мл.

Таблица 34

Ход лабораторной работы

Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4	Опыт 5	Опыт 6	Опыт 7
0,1 мл рабочего р-ра мочевого кислоты (2 мкг мочевого к-ты) + 0,7 мл насыщ. р-ра Na ₂ CO ₃ + 0,05 мл р-ра Фолина	0,2 мл рабочего р-ра мочевого кислоты (4 мкг мочевого к-ты) + 0,7 мл насыщ. р-ра Na ₂ CO ₃ + 0,05 мл р-ра Фолина	0,4 мл рабочего р-ра мочевого кислоты (8 мкг мочевого к-ты) + 0,7 мл насыщ. р-ра Na ₂ CO ₃ + 0,05 мл р-ра Фолина	0,6 мл рабочего р-ра мочевого кислоты (12 мкг мочевого к-ты) + 0,7 мл насыщ. р-ра Na ₂ CO ₃ + 0,05 мл р-ра Фолина	0,8 мл рабочего р-ра мочевого кислоты (16 мкг мочевого к-ты) + 0,7 мл насыщ. р-ра Na ₂ CO ₃ + 0,05 мл р-ра Фолина	1 мл рабочего р-ра мочевого кислоты (20 мкг мочевого к-ты) + 0,7 мл насыщ. р-ра Na ₂ CO ₃ + 0,05 мл р-ра Фолина	2 мл рабочего р-ра мочевого кислоты (40 мкг мочевого к-ты) + 0,7 мл насыщ. р-ра Na ₂ CO ₃ + 0,05 мл р-ра Фолина

Объем жидкости довести до 10 мл в каждой пробирке. Колориметрировать на фотоэлектроколориметре в кюветах с толщиной оптического слоя 10 мм с красным светофильтром против контроля на реактивы.

Контрольные вопросы

1. Какое значение для диагностики имеет определение мочевого кислоты в сыворотке крови?
2. Какие колебания концентрации мочевого кислоты в сыворотке крови соответствуют норме?
3. Опишите принципы методов количественного определения мочевого кислоты в биологических жидкостях.

4.2. ТЕМА: ОБМЕН БЕЛКОВ

Лабораторная работа 18

Количественное определение белка по биуретовой реакции

Таблица 35

Ход лабораторной работы

Компонент пробы	Объем (мл) компонента, вносимого в ...	
	опытную пробу	холостую пробу
Биуретовый реактив (CuSO ₄ , сегнетовая соль, KI, щелочь)	5	5
Исследуемый раствор белка	0,1	–
NaCl (0,9 %)	–	0,1
Через 30 минут колориметрировать на фотоэлектроколориметре в кювете шириной 10 мм при зеленом светофильтре против контроля		
Количество белка в растворе определяется по имеющемуся калибровочному графику, построенному по стандартным растворам белка		

Контрольные вопросы

1. Назовите причины, вызывающие отклонения от нормы общего содержания белка в сыворотке крови.
2. Объясните принципы биуретового метода определения содержания белка в растворе.
3. Каковы нормальные значения концентрации общего белка в сыворотке крови здорового человека?

Лабораторная работа 19

Качественное обнаружение белка и мочевины в моче

Мочевина является одним из конечных продуктов распада белка. На ее долю приходится примерно 85-90 % общего азота мочи. За сутки с мочей выделяется порядка 30 г мочевины. Разложение мочевины происходит с выделением пузырьков газа (CO_2 и N_2).

В присутствии концентрированной азотной кислоты происходит необратимая денатурация белка.

Таблица 36

Ход лабораторной работы

№ работы	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
Выявляемый компонент	белок	мочевина	мочевина
Реакция	проба Геллера	проба с гипобромитом натрия	проба с азотистой кислотой
Реактивы	конц. HNO_3	р-р NaBrO	3 % р-р NaNO_2 ; 3 % р-р HCl
Ход работы	К 1 мл конц. HNO_3 осторожно по стенке пробирки наложить 1 мл исследуемой мочи	К 2 мл исследуемой мочи добавить 1 мл NaBrO	К 2 мл исследуемой мочи добавить 1 мл 3 % р-ра NaNO_2 и 1 мл 3 % р-ра HCl
Аналитический сигнал	На границе наслаивания образуется кольцо белого или желтоватого цвета	При встряхивании выделяются пузырьки газа	

Для реакций с мочевиной запишите уравнения реакций и сделайте вывод.

Лабораторная работа 20

Количественное определение белка в моче по методу Робертса–Стольникова

В присутствии концентрированной азотной кислоты происходит необратимая денатурация белка. Эмпирически установлено, что при наслаивании в азотную кислоту раствора белка в концентрации 0,0033 % белое кольцо образуется между второй и третьей минутами, следовательно, подобрав такое разведение, когда белое кольцо образуется в этом временном интервале, можно определить концентрацию белка с исходной порцией мочи, умножив степень разведения на 0,0033 %.

Заготовить 2 ряда пробирок по 8 шт. в каждом. В пробирках 2-го ряда приготовить кратное разведение исследуемой биологической жидкости в 2, 4, 8, 16, 32, 64, и 128 раз.

Ход лабораторной работы

1 ряд	1 мл конц. HNO ₃	1 мл конц. HNO ₃	1 мл конц. HNO ₃	1 мл конц. HNO ₃	1 мл конц. HNO ₃	1 мл конц. HNO ₃	1 мл конц. HNO ₃	1 мл конц. HNO ₃
2 ряд	1 мл мочи	1 мл мочи + 1 мл воды	1 мл воды + 1 мл смеси из предыдущей пробирки	1 мл воды + 1 мл смеси из предыдущей пробирки	1 мл воды + 1 мл смеси из предыдущей пробирки	1 мл воды + 1 мл смеси из предыдущей пробирки	1 мл воды + 1 мл смеси из предыдущей пробирки	1 мл воды + 1 мл смеси из предыдущей пробирки 1 мл смеси вылить

После разведения мочи произвести поочередное наслаивание содержимого каждой пробирки на концентрированную азотную кислоту. Отметить, в какой пробирке белое кольцо образовалось через 2-3 минуты после начала опыта.

Например, кольцо появилось в 5 пробирке, где разведение мочи произведено в 16 раз, следовательно, концентрация белка в исходной порции исследуемой жидкости составляет $0,0033\% \cdot 16 = 0,05\%$ или 0,5 г/л.

Контрольные вопросы

1. Какое значение для диагностики имеет исследование содержания мочевины в сыворотке крови?
2. Напишите уравнения реакций, ведущих к биосинтезу мочевины в гепатоцитах печени. Назовите ферменты процесса.
3. Опишите принципы методов определения мочевины в биологических жидкостях.

Лабораторная работа 21**Количественное определение аминного азота методом формольного титрования**

Ход лабораторной работы

Реагенты, условия опыта	Количество реагента, мл
К раствору аминокислоты (Ала) добавить 20 % нейтральный р-р формалина, р-р фенолфталеина и титровать 0,01 н р-ром КОН до слабо-розовой окраски	5 мл р-ра ала + 5 мл 20 % нейтрального р-ра формалина + 3 кап. р-ра фенолфталеина

Написать уравнения реакций аланина и формальдегида, а также реакцию взаимодействия полученного соединения с КОН. Рассчитать количество азота в исследуемом объекте (1 мл 0,01 н КОН соответствует 0,14 мг азота).

Контрольные вопросы

1. Какова судьба всосавшихся аминокислот в организме человека?
2. В чем заключается биологическое значение цикла аланин–глюкоза?

3. Какие аминокислоты подвергаются:
- а) прямому окислительному дезаминированию;
 - б) непрямому;
 - в) гидролитическому;
 - г) внутримолекулярному?

Напишите уравнения реакций.

4. Принцип метода обнаружения переаминирования.
5. Приведите уравнения реакций основных путей обезвреживания аммиака в клетках тканей (кроме гепатоцитов).

Модуль 5. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ

Задачи:

- 1) сформировать представление о современной теории биологического окисления;
- 2) сформировать знания о типах биологического окисления, их механизмах и роли в организме.

Краткое содержание модуля

Биологическое окисление – это совокупность реакций окисления, протекающих во всех клетках. Основной функцией данного процесса является обеспечение организма энергией в доступной для использования форме в виде АТФ. Основной путь биологического окисления протекает в митохондриях, однако кроме этого процесса есть еще альтернативные пути окисления, служащие для различных целей.

Субстраты окисления – ограниченное число органических низкомолекулярных веществ, образующиеся в ходе *процесса унификации* продуктов катаболизма белков, углеводов и липидов. Благодаря метаболическим превращениям все многообразие высокомолекулярных веществ превращается в ограниченную группу субстратов (унификация) окисления в ходе трех этапов:

- 1) гидролиз в желудочно-кишечном тракте до мономеров с высвобождением 1 % энергии в виде тепла;
- 2) превращение в тканях до окси- и кетокислот, 20-30 % энергии рассеивается в виде тепла;
- 3) окисление в митохондриях: пируват подвергается окислительному декарбоксилированию, затем в виде ацетил-КоА, конденсируясь с оксалоацетатом, вступает в реакции цикла Кребса. При протекании реакций цикла, катализируемых дегидрогеназами, которые являются первичными донорами атомов водорода, идущих в дыхательную цепь, 70-80 % энергии выделяется в виде АТФ.

Биологическое окисление протекает в «энергетических станциях» клетки – митохондриях, обладающих необходимыми ферментативными системами: пируватдегидрогеназным комплексом, окислительными ферментными системами цикла Кребса, дыхательной цепью, АТФ-синтетазой.

Биологическое окисление (тканевое дыхание) осуществляется в аэробных условиях: поток электронов от окисляемых субстратов устремляется к их конечному акцептору –

молекуле кислорода по цепи переносчиков (дыхательной цепи), расположенных по возрастанию редокс-потенциалов.

Структура дыхательной цепи. В клетках эукариот дыхательная цепь расположена во внутренней мембране митохондрий, у дышащих бактерий – в мезосомах или тилакоидах. Компоненты встроены в митохондриальную мембрану в виде 4-х белково-липидных комплексов: НАДН-КоQН₂-редуктаза (комплекс I), сукцинат-КоQ-редуктаза (комплекс II), КоQН₂-цитохром с-редуктаза (комплекс III), цитохром а-цитохромоксидаза (комплекс IV).

Окислительное фосфорилирование и дыхательный контроль. В дыхательной цепи происходит разделение протонов и электронов: протоны переносятся через мембрану, создавая ΔpH , электроны движутся по цепи переносчиков от убихинона к цитохромоксидазе, генерируя разность электрических потенциалов, необходимую для образования АТФ протонной АТФ-синтазой. Механизм сопряжения окисления и фосфорилирования описывается хемиосмотической концепцией, предложенной в 1960 г. П. Митчеллом. Согласно этой концепции, движение электронов по дыхательной цепи является источником энергии для транслокации протонов через митохондриальную мембрану. Возникающая при этом разность электрохимических потенциалов ($\Delta\mu H$) приводит в действие АТФ-синтазу, катализирующую реакцию соединения АДФ и Φ_H с образованием АТФ.

Коэффициент фосфорилирования P/O показывает эффективность окислительного фосфорилирования и количество участков, в которых перенос электронов сопряжен с накоплением энергии, достаточной для образования АТФ. Максимальное значение P/O равно 3 (реакция окисления идет с участием НАД) и 2 (окисление субстрата через флавиновые дегидрогеназы). Однако экспериментально определяемые значения P/O оказываются меньше 3. Таким образом, процесс дыхания не полностью сопряжен с фосфорилированием. Клеткам свойственно поддерживать запасы АТФ на необходимом уровне с помощью *дыхательного контроля*. В норме скорость митохондриального транспорта электронов регулируется содержанием АДФ. Выполнение клеткой функций с затратой АТФ приводит к накоплению АДФ, который в свою очередь активизирует тканевое дыхание.

В дыхательной цепи есть только три участка, разность потенциалов на которых достаточна для синтеза АТФ. Таким образом, сопряжение окисления и фосфорилирования происходят там, где разность потенциалов превышает 0,15 Вольт, а на остальных участках энергия рассеивается в виде тепла. Если дыхательная цепь начинается от НАД-зависимой дегидрогеназы, то участков сопряжения три, коэффициент фосфорилирования также равен трем, а если от ФАД-зависимой дегидрогеназы – функционируют два участка и коэффициент равен 2.

Альтернативные пути окисления. Короткие пути окисления осуществляются с помощью вторичных аутооксидабельных флавиновых и первичных аутооксидабельных ферментов. Этот тип более распространен в растительных клетках, а также и в клетках животных и человека, протекает в пероксисомах. Кислород используется для окисления аминокислот, полиаминов, биогенных аминов с образованием перекиси водорода. Основная функция в животных клетках – фагоцитоз.

Большое значение также имеет *монооксигеназный путь – микросомальное окисление*, протекающее на мембранах ЭПР. Ферментативная система этого пути – система цитохрома P₄₅₀. Функциональное значение – внедрение атома кислорода в гидрофобную

молекулу субстрата, что приводит к приобретению гидрофильности и выведению ксенобиотиков из организма.

Еще один вид окисления – *перекисное окисление липидов*. Окисление непредельных высших жирных кислот под действием активных форм кислорода в фосфолипидах мембран. В норме этот процесс способствует обновлению мембран.

5.1. ТЕМА: БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ. БИОЭНЕРГЕТИКА

Лабораторная работа 22

Обнаружение активности тирозиназы

Оксидазы относятся к подклассу аэробных дегидрогеназ класса оксидоредуктаз и участвуют в процессе переноса водорода от субстрата непосредственно на кислород с образованием перекиси водорода. Примером оксидаз, катализирующих окисление за счет кислорода воздуха, могут служить полифенолоксидазы, в частности, тирозиназа, которой много в яблоках и клубнях картофеля. При этом в процессе окисления тирозина как субстрата образуется красный пигмент – галахром, который в дальнейшем переходит в черный пигмент – меланин.

Мелкоизмельченный картофель (0,5-1 г) растереть в ступке с 3 мл дист. воды и профильтровать.

Таблица 39

Ход лабораторной работы

Компонент пробы	Объем (мл) компонента, вносимого в ...	
	опытную пробу	холостую пробу
Фильтрат, содержащий тирозиназу	1	1 (нагреть до кипения)
Субстрат	2 мл тирозина	2 мл тирозина
Содержимое пробирок перемешать и поставить в водяную баню при 37 ⁰ С. Каждые три минуты пробы встряхивать. Отметить изменение окраски в пробирках. Объяснить		

Контрольные вопросы

1. Каков механизм образования АФК в организме человека?
2. Каково значение ПОЛ в биологических процессах в организме человека?
3. Каково значение усиления ПОЛ в патологических процессах (атеросклероз, канцерогенез, радиационные поражения и др.)?
4. Что представляют собой ферментная и неферментная антиоксидантные системы? Механизмы их действия.
5. Каков принцип метода определения активности каталазы крови?
6. Чем отличаются оксидазный и оксигеназный пути использования кислорода в организме человека?
7. Напишите схему монооксигеназной цепи микросомального окисления, указав необходимые ферменты.
8. Какова роль цитохрома P₄₅₀ в микросомальном окислении?

Лабораторная работа 23
Обнаружение дегидрогеназ лимонного цикла

Таблица 40

Ход лабораторной работы

1 пробирка	2 пробирка	3 пробирка
Мышечная кашица	Мышечная кашица	Мышечная кашица
2 мл цитрата натрия 3 % р-р	2 мл сукцината натрия 3 % р-р	2 мл сульфосалициловой кислоты 20 % р-р (контроль)
В каждой пробирке удалить стеклянной палочкой пузырьки воздуха, добавить по капле 0,002 % р-ра метиленовой сини и по 5 кап. вазелинового масла для создания анаэробных условий. Пробирки поместить в термостат при 37 ⁰ С. Отметить изменение окраски. Объяснить		

Контрольные вопросы

1. Какие значения в вольтах имеют окислительно-восстановительные потенциалы систем, передающих протоны и электроны в организме человека и животных?
2. Какой принцип лежит в основе количественной оценки окислительного фосфорилирования?
3. Что служит показателем окислительного фосфорилирования в проведенных опытах?
4. Как оценивается разобщение дыхания и окислительного фосфорилирования?
5. Напишите структурными формулами с указанием ферментов восемь реакций ЦТК.
6. Укажите регуляторный фермент ЦТК и его активацию.
7. Укажите реакцию субстратного фосфорилирования в ЦТК.

Лабораторная работа 24
Обнаружение дегидрогеназ в молоке (реакция Шардингера)

Таблица 41

Ход лабораторной работы

1 пробирка	2 пробирка
1 мл свежего молока	1 мл свежего молока (прокипятить)
2 кап. 0,4 % р-ра формальдигида	2 кап. 0,4 % р-ра формальдигида
1 кап. 0,02 % р-ра метиленовой сини	1 кап. 0,02 % р-ра метиленовой сини
Перемешать содержимое пробирок и покрыть слоем вазелинового масла. Пробирки поместить в термостат при 37 ⁰ С. Отметить изменение окраски. Объяснить	

Контрольные вопросы

1. Что называют «окислительно-восстановительными» потенциалами?
2. Что называют «тканевым дыханием»; «дыхательным контролем»?
3. Какие реакции относят к а) эндоэргическим; б) экзоэргическим? Примеры.
4. В чем заключаются принципы сопряжения в биохимических реакциях? Примеры.
5. Представьте последовательность этапов в процессе окислительного фосфорилирования в митохондриях клетки, указав соответствующие ферменты.
6. Каковы условия фосфорилирования АДФ?
7. В чем суть разобщения окислительного фосфорилирования?
8. Принцип метода обнаружения активности сукцинат-дегидрогеназы.

МОДУЛЬ 6. ОБМЕН УГЛЕВОДОВ

Задачи:

- 1) сформировать знания о путях катаболизма и анаболизма углеводов в организме;
- 2) сформировать практические навыки определения метаболитов углеводного обмена.

Краткое содержание модуля

Обмен углеводов состоит из противоположно направленных процессов: катаболизм и анаболизм.

Катаболизм. Переваривание экзогенных углеводов в желудочно-кишечном тракте начинается в ротовой полости и осуществляется амилалитическим путем, поскольку основной фермент, расщепляющий крахмал – α -амилаза. Кроме этого фермента в переваривании поли- и олигосахаридов участвуют: олиго-1,6-гликозидаза, амило-1,6-гликозидаза, дисахаразы (мальтаза, изомальтаза, сахараза, лактаза). Обмен углеводов в тканях включает следующие процессы:

Дихотомический распад глюкозы – основной путь катаболизма глюкозы, приводящий к образованию 38 молекул АТФ и органических окси- и кетокислот – важнейших интермедиатов, переключающих обмен углеводов на другие виды обмена. Состоит из реакций аэробного гликолиза (10 реакций, 8 АТФ), окислительного декарбоксилирования двух молекул пировиноградной кислоты (1 реакция, 6 АТФ), цикла Кребса (8 реакций, 24 АТФ) с учетом работы дыхательной цепи и АТФ-синтетазы.

Пентозофосфатный путь (ПФП) – апотомический путь распада глюкозы, альтернативный гликолизу путь распада гексоз, функция которого заключается в образовании восстановительных эквивалентов НАДФН для реакций восстановления в процессах анаболизма и структурных предшественников для биосинтеза нуклеотидов и нуклеиновых кислот (рибозо-5-фосфат) и аминокислот (эритрозо-4-фосфат). В ПФП 8 реакций и условно выделяется две фазы: окислительная и неокислительная.

Гликогенолиз – распад гликогена, идущий фосфоролитическим путем, ферменты этого пути – фосфорилаза, α -1,4-глюкантрансфераза, амило-1,6-гликозидаза, фосфоглюкомутаза, глюкозо-6-фосфатаза.

К процессам **анаболизма углеводов** относятся глюконеогенез, гликогенез.

Глюконеогенез – процесс биосинтеза глюкозы de novo из веществ неуглеводной природы. Этот путь возможен во всех клетках, но особенно активен в печени и коре почек. Субстратами являются глюкогенные аминокислоты (например, аланин, глутаминовая кислота, аспарагиновая кислота), лактат, глицерин. Многие реакции глюконеогенеза катализируются теми же ферментами, что и при гликолизе, но есть три узких места – реакции, ферменты которых специфичны для глюконеогенеза: глюкозо-6-фосфатаза (отщепление фосфорной группы от глюкозо-6-фосфата с образованием свободной глюкозы), фруктозо-1,6-дифосфатаза (образование фруктозо-6-фосфата из фруктозо-1,6-дифосфата), пируваткарбоксилаза (образование ФЭП). Функция этого пути – поддержание глюкозы на постоянном уровне, особенно в условиях стресса.

Гликогенез – биосинтез гликогена из глюкозы, состоящий из пяти основных этапов с помощью ферментов гликогенсинтазы и амило-1,4-1,6-трансгликозидазы, а также гексокиназы, фосфоглюкомутаза, УДФ-глюкозо-1-фосфатуридилтрансферазы. Активно протекает в печени и мышцах.

Обмен углеводов подвергается сложной метаболитно-гормональной регуляции. К гормонам, которые влияют на углеводный обмен, принадлежат инсулин, глюкагон, кортизол, адреналин, при этом только инсулин снижает уровень глюкозы в крови, активирует гексокиназу, стимулирует биосинтез гликогена, остальные – повышают уровень глюкозы в крови, активируют процесс глюконеогенеза. Метаболитная регуляция: высокие концентрации АТФ и цитрата тормозят гликолиз, а АМФ активирует расщепление гликогена и тормозит глюконеогенез. Нарушения системы регуляции углеводного обмена лежат в основе различных заболеваний, в частности сахарного диабета. Кроме того, известен ряд наследственных заболеваний, связанных с полным отсутствием или синтезом дефектных ферментов обмена гликогена – гликогенозы.

6.1. ТЕМА: ОБМЕН УГЛЕВОДОВ

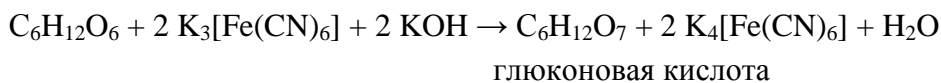
Лабораторная работа 25 Количественное определение сахара в крови по методу Хагедрона–Иенсена

Под сахаром крови понимают сумму всех редуцирующих веществ крови. В основном к их числу относится глюкоза, хотя кроме глюкозы в крови в незначительном количестве имеются и другие вещества, обладающие восстановительными свойствами (креатинин, мочевиная кислота, глюкатион и др.)

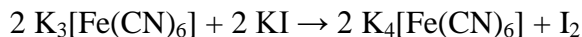
Содержание сахара в крови у здорового человека колеблется в пределах 80-120 мг%.

Метод относится к числу микрометодов, так как он позволяет определять сахар всего в 0,1 мл крови.

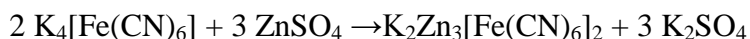
Принцип метода основан на редуцирующих свойствах сахара крови. Сахар, окисляясь, восстанавливает в щелочной среде $K_3[Fe(CN)_6]$ в $K_4[Fe(CN)_6]$.



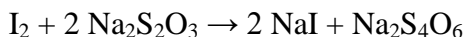
О количестве сахара судят иодометрически, определяя избыток $K_3[Fe(CN)_6]$.



Во избежание обратимости реакции образовавшийся $K_4[Fe(CN)_6]$ связывается $ZnSO_4$, который входит в состав тройного реактива ($ZnSO_4$, $NaCl$, KI).



Количество освободившегося йода эквивалентно KI и избытку $K_3[Fe(CN)_6]$. Оно измеряется количеством миллилитров гипосульфита, пошедшего на титрование в кислой среде в присутствии крахмала в качестве индикатора.



Содержание сахара в крови находят по результатам титрования при помощи таблицы 42.

Ход лабораторной работы

Компонент пробы	Объем (мл) компонента, вносимого в ...	
	опытную пробу	холостую пробу
0,45% р-р ZnSO ₄	5	5
0,1н р-р КОН	1	1
Кровь	0,1	–
Дист. вода	–	0,1
Пробирки поместить на кипящую водяную баню на 3 мин, отфильтровать		
0,005н р-р K ₃ Fe(CN) ₆	2	2
Пробирки поместить на кипящую водяную баню на 15 мин, охладить.		
Тройной реактив (5 г ZnSO ₄ и 25г NaCl растворить в колбе на 100 мл, отфильтровать, перед употреблением растворить 0,25г KI)	3	3
3% р-р уксусной кислоты	2	2
р-р крахмала	2-3 кап.	2-3 кап.
Оттитровать свободный I ₂ 0,05н р-ром Na ₂ S ₂ O ₃ до исчезновения синего окрашивания		

Пользуясь таблицей 43, найти содержание сахара в опытной и контрольной пробах. Из количества сахара, найденного для крови, вычесть данные, определенные для контрольной пробы и таким образом определить содержание сахара в 0,1 мл исследуемой крови.

Таблица 43

Содержание сахара в крови в соответствии с объемом Na₂S₂O₃

Na ₂ S ₂ O ₃ , мл	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,09	0,385	0,382	0,379	0,376	0,373	0,370	0,367	0,364	0,361	0,358
0,1	0,355	0,352	0,350	0,348	0,345	0,343	0,341	0,338	0,336	0,333
0,2	0,331	0,329	0,327	0,325	0,323	0,321	0,318	0,316	0,314	0,314
0,3	0,310	0,308	0,306	0,304	0,302	0,300	0,298	0,296	0,294	0,292
0,4	0,290	0,288	0,286	0,284	0,282	0,280	0,278	0,276	0,274	0,272
0,5	0,270	0,268	0,266	0,264	0,262	0,260	0,259	0,257	0,255	0,253
0,6	0,251	0,249	0,247	0,245	0,243	0,241	0,240	0,238	0,236	0,234
0,7	0,232	0,230	0,228	0,226	0,224	0,222	0,221	0,219	0,217	0,215
0,8	0,213	0,211	0,209	0,208	0,206	0,204	0,202	0,200	0,199	0,197
0,9	0,195	0,193	0,191	0,190	0,188	0,186	0,184	0,182	0,181	0,179
1,0	0,177	0,175	0,173	0,172	0,170	0,168	0,166	0,164	0,163	0,161
1,1	0,159	0,157	0,155	0,154	0,152	0,150	0,148	0,146	0,145	0,143
1,2	0,141	0,139	0,138	0,136	0,134	0,132	0,131	0,129	0,127	0,125
1,3	0,124	0,122	0,120	0,119	0,117	0,115	0,113	0,111	0,110	0,108
1,4	0,106	0,104	0,102	0,101	0,099	0,097	0,095	0,093	0,092	0,090
1,5	0,088	0,086	0,084	0,083	0,081	0,079	0,077	0,075	0,074	0,072
1,6	0,070	0,068	0,066	0,065	0,063	0,061	0,059	0,057	0,056	0,054
1,7	0,052	0,050	0,048	0,047	0,045	0,043	0,041	0,039	0,038	0,036
1,8	0,034	0,032	0,031	0,029	0,027	0,025	0,024	0,022	0,020	0,019
1,9	0,017	0,015	0,014	0,012	0,010	0,008	0,007	0,005	0,003	0,002

Контрольные вопросы

1. Объясните принципы методов определения глюкозы в крови.
2. Какое значение для диагностики имеет определение метаболитов и ферментов обмена углеводов?

Лабораторная работа 26 Обнаружение фосфотриоз в мышечной ткани

0,5 г измельченной мышцы экстрагируют 5 мл 2,5 % р-ром ТХУ на льду в течение 10 мин, интенсивно перемешивая. Добавляют 5 мл воды и фильтруют через бумажный фильтр.

Таблица 44

Ход лабораторной работы

Компонент пробы	Объем (мл) компонента, вносимого в ...	
	опытную пробу	холостую пробу
Фильтрат	1	–
NaOH, 2 моль/л	1	1
Через 20 мин после перемешивания, HCl, 2 моль/л	1	1
Фильтрат	–	1
Молибденовокислый аммоний, 1 % р-р в 0,025 моль/л р-ре серной кислоты	0,5	0,5
Аскорбиновая кислота, 1 % р-р	0,5	0,5
Содержимое пробирок довести до 10 мл дист водой. Пробы оставить при комнатной температуре на 10 мин, фотометрировать при 670 нм в кюветах 10 мм против контроля. По калибровочной кривой оценить содержание фосфора в пробе		

Лабораторная работа 27 Обнаружение молочной кислоты

1 г мышц растереть в ступке с песком в течение 1 мин, добавив 5 капель воды, затем прилить 3 мл дистиллированной воды и отфильтровать.

Таблица 45

Ход лабораторной работы

Реагенты, условия опыта	Количество реагента, мл
К фильтрату добавить по каплям реактив Уфельманна до появления фиолетовой окраски	3 мл фильтрата + реактив Уфельманна (20 кап 1 % р-р фенола + 2 кап 1 % р-ра FeCl ₂)

В присутствии молочной кислоты фиолетовая окраска переходит в желто-зеленую. Для сравнения провести реакцию с раствором молочной кислоты.

Контрольные вопросы

1. Назовите три фермента, регулирующих необратимые реакции гликолиза.
2. Какова судьба лактата в организме человека?

Модуль 7. ОБМЕН ЛИПИДОВ

Задача: сформировать знания о путях катаболизма и анаболизма липидов в организме.

Краткое содержание модуля

Обмен липидов делится на экзогенный – переваривание липидов в желудочно-кишечном тракте – и эндогенный – обмен в клетках и тканях. Кроме того, в организме идут процессы распада и синтеза липидов, в связи с чем можно выделить катаболизм и анаболизм липидов. Большую часть липидов пищи и тела млекопитающих и человека составляют триацилглицерины.

Переваривание липидов в желудочно-кишечном тракте происходит липолитическим путем (ферменты – липазы, фосфолипазы) в двенадцатиперстной кишке и тонком кишечнике, куда поступает желчь, являющаяся необходимым условием эмульгирования жиров. Она содержит желчные кислоты (гликохолевая, гликодезоксихолевая, таурохолевая, тауродезоксихолевая, тауролитохолевая и др.), стабилизирующие тонкую эмульсию и способствующие всасыванию липидов, а также активирующие панкреатическую липазу. В желудочно-кишечном тракте липиды распадаются до моно- и диглицеридов, глицерина и высших жирных кислот; в таком виде продукты распада всасываются клетками эпителия кишечника.

Обмен липидов в тканях. Распад триацилглицеролов в клетках протекает также с помощью фермента гормонозависимой триацилглицеролипазы, активирующейся по каскадному механизму. Продуктами гидролиза являются глицерин и высшие жирные кислоты. В дальнейшем глицерин подвергается фосфорилированию (фермент – глицеролкиназа), а затем окислению с образованием фосфодиоксиацетона (фермент – глицеролфосфатдегидрогеназа), который вступает в 6 стадию гликолиза. Таким образом, энергетический эффект окисления одной молекулы глицерина – 22 АТФ. Высшие жирные кислоты с четным числом атомов углерода подвергаются β -окислению. Конечным продуктом этого процесса является ацетил-КоА, что сопровождается очень большим выходом энергии, например, при окислении одной молекулы пальмитиновой кислоты образуется 130 молекул АТФ, стеариновой – 147.

Биосинтез триацилглицеринов. Глицерин образуется из фосфодиоксиацетона. Высшие жирные кислоты, за исключением эссенциальных, синтезируются в эндоплазматическом ретикулуме с помощью фермента пальмитилсинтетазы. Исходными веществами являются ацетил-КоА и малонил-КоА. Пальмитат – основной конечный продукт, но могут образовываться кислоты с более длинной цепью. Для синтеза триацилглицеринов используются: α -глицерофосфат и набор ацил-КоА, фермент – трансацилаза.

Биосинтез фосфолипидов на первых стадиях до образования фосфатидной кислоты совпадает с биосинтезом триацилглицеринов. Биосинтез холестерина является сложным процессом, в котором условно выделяют три этапа: образование мевалоновой кислоты из ацетил-КоА; синтез из мевалоновой кислоты активного изопрена с последующим превращением его в сквален, образование холестерина.

Регуляция обмена липидов в организме. Интенсивность превращения липидов в тканях организма зависит от их поступления с пищей и нейрогуморальной регуляции. Избыточное поступление тормозит распад эндогенных липидов, особенно в жировой ткани. Липаза активируется гормонами: адреналин, соматотропин, кортикотропин, биогенные амины (гистамин, серотонин). Инсулин тормозит аденилатциклазу и как следствие – липазу, кроме того, способствует новообразованию триацилглицеринов и холестерина из углеводов.

7.1. ТЕМА: ОБМЕН ЛИПИДОВ

Лабораторная работа 28

Качественные реакции на кетоновые тела

При взаимодействии ацетона с иодом в щелочной среде образуется йодоформ, присутствие которого узнается по появлению желтого осадка и характерному запаху.



Таблица 46

Ход лабораторной работы

№ работы	Опыт 1	Опыт 2
Выявляемый компонент	Кетоновые тела	Кетоновые тела
Реакция	Проба Легалья	Проба Либена
Реактивы	10 % р-р ацетона, 10 % р-р нитропруссид натрия, 10 % р-р NaOH, конц. уксусная кислота	10 % р-р ацетона, 10 % р-р NaOH; р-р KI в I ₂
Ход работы	К 2 мл р-ра ацетона добавить 1-2 кап. 10 % р-ра нитропруссид натрия и 3-4 кап. 10 % р-ра NaOH	К 1 мл мочи прилить 0,5-1 мл NaOH и 1 мл р-ра KI в I ₂ , перемешать.
Аналитический сигнал	Буро-красное окрашивание, после подкисления конц. уксусной кислотой жидкость приобретает вишнево-красное окрашивание	Желтоватый осадок, с запахом йодоформа

Для сравнения провести реакции с нормальной мочой.

Для каждой реакции запишите уравнения реакций и сделайте вывод.

Контрольные вопросы

1. Напишите схему биосинтеза кетоновых тел.
2. Каково диагностическое значение определения уровня кетоновых тел в крови?
3. Каково диагностическое значение определения уровня кетоновых тел в моче?
4. Объясните принципы методов обнаружения кетоновых тел в биологических жидкостях.
5. Как определить наличие кетоновых тел?

Лабораторная работа 29

Качественная реакция на желчные кислоты

Таблица 47

Ход лабораторной работы

Выявляемый компонент	Желчные кислоты			Желчные кислоты
Реакция	Обнаружение с помощью сениного цвета			Проба Петенкоффера
Реактивы	р-р желчи, серный порошок, дист вода			5 % р-р сахарозы, конц. серная кислота
Ход работы	1 пробирка 5-6 мл желчи + серный порошок	2 пробирка 0,5 мл желчи + 5 мл дист. воды + серный порошок	3 пробирка 5-6 мл воды + серный порошок	К 5 мл мочи прилить 2 мл р-ра сахарозы и осторожно по стенке 2 мл конц. серной кислоты. Не взбалтывать!
Аналитический сигнал	В первой пробирке порошок быстро опускается на дно, во второй – опускается медленнее, в третьей – остается на поверхности			Через 10-15 мин на границе раздела жидкостей образуется красно-фиолетовое кольцо

Запишите уравнения реакций и сделайте вывод.

Контрольные вопросы

1. Опишите принципы методов обнаружения желчных кислот.

Лабораторная работа 30 Переваривание жира молока липазой

Таблица 48

Ход лабораторной работы

1 колба	2 колба	3 колба
5 мл молока	5 мл молока	5 мл молока
0,5 мл дист. воды	0,5 мл р-ра желчи, разведенной в 5 раз	0,5 мл р-ра желчи, разведенной в 5 раз
10 кап. р-ра фенолфталеина	10 кап. р-ра фенолфталеина	10 кап. р-ра фенолфталеина
Содержимое колб нейтрализовать щелочью: добавить 1-2 кап. р-ра щелочи, а затем из бюретки титровать раствором щелочи до бело-розовой окраски		
1 мл панкреатина	1 мл панкреатина	–
Содержимое колб перемешать и оставить при комнатной температуре на 10 минут. Затем оттитровать р-ром щелочи. Титрование повторить еще дважды через 10-минутные интервалы		

Результаты занести в таблицу. Сопоставьте результаты и сделайте выводы.

Таблица 49

Ход лабораторной работы

Количество мл 0,05 н р-ра щелочи, израсходованного на титрование	Колба 1 молоко + вода + панкреатин	Колба 2 молоко + желчь + панкреатин	Колба 3 молоко + желчь
Через 10 минут			
Через 10 минут			
Через 10 минут			
Всего за 30 минут			

Контрольные вопросы

1. Каковы закономерности переваривания и всасывания липидов в ЖКТ?

Модуль 8. ГОРМОНЫ И РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Задачи:

- 1) сформировать знания о классификации, структуре и механизме действия гормонов;
- 2) сформировать практические навыки качественного обнаружения гормонов;
- 3) сформировать представления о взаимосвязи белкового, жирового и углеводного обменов и роли в этих процессах ключевых метаболитов.

Краткое содержание модуля

Для нормального функционирования всех типов клеток различных организмов помимо обмена веществ и энергии необходима интеграция функций, осуществляемая, в частности, *гормонами* – веществами, способными контролировать различные стороны клеточного метаболизма.

Классификация гормонов. Имеется несколько вариантов классификации.

По месту синтеза: гормоны центральных (гипоталамус, гипофиз) и периферических желез (например, щитовидная железа, половые железы) внутренней секреции, гормоноиды или гормоноподобные вещества (гормоны местного действия).

По строению гормоны делятся на белково-пептидные (сложные белки – гликопротеины, например, фолликулотропин, лютропин, тиреотропин; простые белки – пролактин, соматотропин, инсулин; пептиды – АКТГ, глюкагон, вазопрессин, окситоцин), производные аминокислот (адреналин, норадреналин, тироксин), стероиды (кортикостероиды, половые гормоны).

По регулируемым видам обмена гормоны делятся на регулирующие:

- обмен углеводов (диабетогенные – адреналин, норадреналин, глюкагон, иодтиронины; антидиабетогенные – инсулин),
- обмен белков (катаболические – адреналин, тироксин, глюкокортикоиды; анаболические – инсулин, мужские половые гормоны),
- обмен липидов (липолитические – тироксин, адреналин, глюкокортикоиды; липогенетические – инсулин),
- водно-солевой обмен (альдостерон, вазопрессин),
- обмен кальция и фосфора (кальцитонин, паратгормон),
- функции эндокринных желез (тропные гормоны гипофиза).

Гормоны отличаются необычайно высокой биологической активностью, высокой специфичностью, индуцируя строго специфичную клеточную реакцию клеток-мишеней. Большинство гормонов проявляет дистантное действие. Гормоны в крови связываются со специфическими транспортными белками и доставляются к тканям. Влияют на все стороны обмена веществ в клетках. Выделяют три основных варианта действия гормонов: мембранный или локальный, мембранно-опосредованный и цитозольный.

Мембранный заключается в том, что когда гормон связывается с клеточной мембраной, то изменяет ее проницаемость для глюкозы и аминокислот. Таким типом действия обладает инсулин.

Мембранно-опосредованный характерен для гормонов, не проникающих в клетку и действующих через вторичных посредников: циклические формы АМФ и ГМФ, ионы кальция. Основные этапы этого механизма протекают в плазматической мембране и связаны с узнаванием и трансформацией гормонального сигнала при помощи сложной надмолекулярной системы. По этому типу действует большое количество водорастворимых гормонов.

Цитозольный механизм характерен для гормонов, способных проникать через липидный бислой мембран. Это гормоны стероидной природы (половые, кортикостероиды). В клетке они взаимодействуют с циторецепторами, затем такой комплекс проникает через ядерную мембрану в ядро (транслокация). Взаимодействие гормон-рецепторного комплекса с ядерными структурами (регуляторные последовательности структурных генов в области промоторов) приводит к увеличению транскрипционной активности, а гормон-рецепторный комплекс отделяется от хроматина.

Все процессы обмена веществ в организме взаимосвязаны во времени и пространстве, образуя единое целое. Обмен веществ в организме включает ряд уровней: внешний обмен, транспорт метаболитов с жидкостью по кровеносным сосудам в различные органы, промежуточный обмен (включающий катаболические и анаболические процессы), образование конечных продуктов CO_2 , H_2O , мочевины, мочевой кислоты и ряда других небольших органических молекул, которые выводятся из организма.

Центральные пути сходны у всех живых организмов и приводят к образованию ключевых метаболитов. Принято выделять три главных этапа превращения основных биомолекул – белков, углеводов, липидов, – в процессе которых происходит генерация АТФ и образование структурных блоков, необходимых для реакций биосинтеза. Первый этап специфичен для каждого класса соединений и заключается в распаде крупных молекул (биополимеров) до мономеров, катализируется специфичными ферментными системами, завершается образованием мономерных молекул – гексоз, аминокислот, глицерола, жирных кислот. На втором этапе происходит превращение конечных продуктов первого этапа до общих, равнозначных для всех групп соединений 3- или 2-углеродных фрагментов – пирувата и ацетил-КоА. Эти соединения получили название ключевых, к которым также относятся глюкозо-6-фосфат, глицеральдегидтрифосфат, щавелевоуксусная и α -кетоглутаровая кислоты. Метаболические превращения второго этапа сопровождаются генерацией энергии в форме АТФ или генерированием восстановительных эквивалентов НАДФН, необходимых для реакций биосинтеза многих соединений. Третий этап включает реакции цикла трикарбоновых кислот. Это основной амфиболический путь, обеспечивающий полное окисление ацетил-КоА до CO_2 и H_2O , сопровождающийся генерацией энергии и предоставляющий исходные соединения для биосинтеза различных веществ. Важно отметить, что взаимопревращение метаболитов, образующихся при катаболизме веществ разных классов, тесно связано с энергетическим обменом. Единство метаболических процессов находится под воздействием условий внешней среды. В свою очередь способность живых организмов сохранять постоянство внутренней среды (биохимический гомеостаз) при помощи механизмов саморегуляции является одним из важнейших свойств всех живых систем.

8.1. ТЕМА: ГОРМОНЫ, СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ

Лабораторная работа 31

Цветные реакции на инсулин

Инсулин дает характерные реакции на белок: биуретовую, ксантопротеиновую, Фоля и Милона.

Проведите реакции и объясните положительный аналитический сигнал.

Контрольные вопросы

1. Какие виды гипергликоземии вам известны?
2. Каковы причины патологической гипергликоземии?
3. В чем причина возникновения инсулинзависимого сахарного диабета?
4. Каковы биохимические изменения углеводного обмена при голодании?

8.2. ТЕМА: ГОРМОНЫ, СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ

Лабораторная работа 32 Качественные реакции на гормоны

Таблица 50

Ход лабораторной работы

Выявляемый компонент	Адреналин		Тироксин
Реакция	реакция с хлоридом железа (III)	реакция с диазореактивом	реакция на гормоны щитовидной железы
Реактивы	р-р адреналина (1:1000); 3 % р-р FeCl ₃ ; 10 % р-р NaOH	р-р адреналина (1:1000); диазореактив (1 % сульфаниловая кислота + 5 % р-р NaNO ₂ в соотношении 1:1); 10 % р-р Na ₂ CO ₃	10 % р-р NaOH; таблетки тиреоидина; 10 % р-р H ₂ SO ₄ ; 1 % р-р крахмала; р-р KIO ₃
Ход работы	К 1 мл адреналина добавить 1 кап. р-ра FeCl ₃ и перемешать	К 2 мл диазореактива добавить 1,5 мл р-ра адреналина и 1 мл р-ра Na ₂ CO ₃ . Перемешать	В фарфоровой ступке измельчить 5 таблеток, перенести в колбу с помощью 5 мл воды, добавить 5 мл р-ра NaOH и кипятить 15 минут. К 3 мл охлажденного гидролизата добавить р-р H ₂ SO ₄ до кислой среды на лакмус. Затем прилить 5 кап. р-ра крахмала и 1 мл р-ра KIO ₃
Аналитический сигнал	Изумрудно-зеленое окрашивание, при добавлении 1 кап. р-ра NaOH развивается вишнево-красное окрашивание	Раствор окрашивается в красный цвет	Синее окрашивание

Запишите уравнения реакций и сделайте вывод.

Лабораторная работа 33 Количественное определение адреналина по Фолину

Таблица 51

Ход лабораторной работы

Реагенты, условия опыта	Количество реагента, мл
В пробирку на 10 мл помещают исследуемый р-р адреналина, р-р Na ₂ CO ₃ и реактив Фолина. Перемешать. Через 5 минут раствор синее и его колориметрируют на фотоэлектроколориметре с красным светофильтром против р-ра Na ₂ CO ₃	1 мл р-ра адреналина (1:1000) + 4 мл 10 % р-ра Na ₂ CO ₃ + 0,5 мл реактива Фолина

По калибровочной кривой рассчитывают концентрацию адреналина. Если окрашивание интенсивное, то проводят разведение 10 % р-ром Na_2CO_3 .

Контрольные вопросы

1. Каково влияние адреналина на активность ферментов в процессах: а) гликолиза; б) глюконеогенеза; в) биосинтеза и распада гликогена?
2. На каких клетках имеются белки-рецепторы для взаимодействия с: а) адреналином; б) йодтиронидами?
3. Каково влияние йодтиронинов на метаболизм в организме человека?
4. Опишите принципы методов обнаружения адреналина и йодтиронинов.
5. Опишите принцип метода количественного определения адреналина по Фолину.

8.3. ТЕМА: ВЗАИМОСВЯЗЬ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОБМЕНА. ГОРМОНЫ. РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Лабораторная работа 34 Общий анализ мочи

Таблица 52

Ход лабораторной работы

Анализируемые параметры	Количество реагента, мл
Определение pH	1 мл мочи + 1-2 капли универсального индикатора
Качественное определение хлоридов	1-2 мл мочи + 0,5 мл 10 % р-ра HNO_3 + 0,5 мл 1 % р-ра AgNO_3 по каплям
Качественное определение мочевины	1-2 мл мочи + половину объема р-ра NaOBr ; 1-2 мл мочи + равные объемы 3 % р-ра NaNO_3 и 3 % р-ра HCl
Качественное определение креатинина	1-2 мл мочи + 2-3 кап. 5 % р-ра нитропрусида натрия и подщелочить 3-4 кап. 10 % KOH
Обнаружение белка	2-3 мл мочи + 2-3 кап 5 % р-ра уксусной кислоты, нагреть до кипения
Обнаружение сахара	1-2 мл мочи + половина объема реактива Фелинга, нагреть
Обнаружение кетоновых тел	1 мл мочи + несколько кап. 10 % KOH и несколько кап. реактива Люголя
Обнаружение желчных кислот	1-2 мл мочи + 5-6 кап. 5 % р-ра сахарозы, наслоить 1-2 мл конц. H_2SO_4
Обнаружение кровяных пигментов	1-2 мл 2% р-ра гваяковой смолы + 3-5 кап. 1 % р-ра H_2O_2 , наслоить в пробирку с 1-2 мл мочи
Обнаружение желчных пигментов	К 1-2 мл конц. HNO_3 наслоить 1-2 мл мочи

Проведите анализ полученных результатов.

Контрольные вопросы

1. Каково диагностическое значение общего анализа мочи?

ВНЕАУДИТОРНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

1. Самоподготовка к аудиторным и лабораторным занятиям

Изучение теоретического материала начинают с ознакомления с темой и целью будущего занятия, с вопросами для самоподготовки. Изучается соответствующая лекция, раздел учебника с вычленением основных и второстепенных положений. Метаболические процессы записываются в виде схемы (все реагенты названы, указаны коферменты и названия ферментов), а рядом с каждым метаболитом пишется формула.

По каждому конкретному вопросу составляется план ответа. Возможно составление опорного конспекта. Уменьшенная до 4-5 шрифта страница учебника не является опорным конспектом.

Некоторым студентам оказывается полезным такой методический приём как составление словаря биохимических терминов. Помните, что ответ по любому предлагаемому вопросу вы всегда должны начинать с определения. Поэтому правильная формулировка терминов должна включаться в ваш план ответа или в опорный конспект.

Целесообразно проверить, как изучаемый вами вопрос сформулирован в вопросах коллоквиума и экзамена. Можно начать подготовку к экзамену уже в сентябре, составляя план или опорный конспект по вопросам.

Самоподготовка к занятию включает в себя и подготовку к лабораторной части. Необходимо по каждому опыту практикума выучить не только его название, но принцип метода, технику выполнения, для количественных методов анализа – формулу для расчёта и обязательно величину референтного интервала (норму) данного биохимического показателя и величины его измерения. В процессе самоподготовки вы должны чётко сформулировать для себя цель выполнения каждого опыта и возможный вывод.

2. Подготовка доклада и реферата

Для выполнения реферативной работы студентам предлагается внеаудиторная работа в библиотеке по избранной теме и в компьютерном классе, проведение индивидуальных консультаций с преподавателем при подготовке и рецензировании своей работы. Темы реферативных работ представлены по каждому модулю. Если студент загружен и не имеет возможности оформить реферативное сообщение должным образом, то он может представить собранный материал в виде доклада.

В пособии представлен список рекомендуемой дополнительной литературы. Однако это не ограничивает самостоятельные поиски студента, а лишь подсказывает направление научного поиска. Литературные источники должны включать как монографии по рассматриваемой проблеме, так и журнальные публикации последних лет.

Структура реферата должна включать:

1. *Введение* содержит план реферата, цель анализа данной проблемы и значение её решения в теоретическом и практическом планах.

2. *В содержательной части* рассматриваются современные представления об особенностях данного звена метаболизма в биохимической литературе, используемые авторами методы, проводится анализ основных материалов по проблеме, приводятся схемы

химических реакций, графики, рисунки, иллюстрирующие текстовые данные. По тексту даются ссылки [номер в списке литературы] на использованную литературу.

3. В заключительной части подводятся итоги и формулируются вопросы по данной проблеме, которые пока не нашли своего решения в науке.

4. Список литературы составляется в алфавитном порядке.

Реферативная работа докладывается (не зачитывается!) на занятии, обычно семинарском, по данной теме. Студент должен быть готов к защите своей работы перед лицом товарищей – свободно ориентироваться в материале, отвечать на вопросы. Оценка за реферат в условиях балльно-рейтинговой системы вносит вклад в повышающий коэффициент. Этот вид самостоятельной работы студентов проводится по индивидуальному графику. Контролируется и оценивается преподавателем.

3. Творческие работы

Каждый студент в течение учебного года имеет возможность выбрать тот вариант творческой работы, который ему больше по душе. Студент обращается к преподавателю для получения задания, а по его выполнении – отчитывается.

1. Перевод научной статьи с иностранного языка. Выполнение перевода научной статьи с английского языка позволяет студенту не только пополнить знания по предмету, но и ощутить свою включённость в мировое научное сообщество. Студенту предоставляется выбор: использовать предлагаемую преподавателем статью или ту, что заинтересовала его самого по данной проблеме.

Практическому использованию полученных знаний способствует выполнение творческих заданий.

2. Одним из вариантов творческого задания является *составление кроссвордов*. Составление кроссвордов по каждому модулю курса мы рассматриваем как способ самореализации и как показатель усвоения понятийного аппарата предмета, а подготовленные студентами кроссворды расширяют информационно-знаниевый блок образовательной среды и могут использоваться в качестве дидактического материала.

Использование такого материала позволяет каждому студенту работать в своём темпе. Студенты, быстрее остальных выполнившие практикум, с удовольствием преодолевают интеллектуальные преграды, разгадывая кроссворды.

Известный «феномен кроссворда»: стремление к микропобедам; человеческая потребность тренинга, даже за счёт простейшей активизации ассоциативных цепочек памяти; достаточная свобода выбора линии поведения при чётко сформулированных правилах и пространственно – заданных границах; наличие обратной связи: самоконтроль хода решения – вводит в процесс обучения игровой момент, элемент соревнования, повышает интерес к предмету.

3. Умение структурировать, анализировать, сопоставлять учебный материал вырабатывается у студентов при выполнении такого задания: сравнить изложение изучаемой темы в разных учебниках отечественных и зарубежных авторов и обосновать свои предложения о наиболее целесообразной форме представления материала. Если такое задание получают несколько студентов, то интересная дискуссия по этому вопросу обычно расценивается студентами и с чисто прикладных позиций (в каком учебнике лучше представлен материал) и как знак доброй воли преподавателя, который избавляет их от перегрузки информацией.

МОДУЛЬ 1. БЕЛКИ

1.1. Тема: Идентификация функциональных групп, радикалов аминокислот, типа связи в белке. Уровни организации белковой молекулы

Вопросы для самоподготовки

1. Определение белков. Классификация аминокислот по структуре, полярности радикала и биологической значимости. Структура аминокислот. Номенклатура и символическое обозначение аминокислот.
2. Пептидная связь (механизм образования, специфичность строения в составе белковой молекулы, биологическое значение). Первичная структура пептидов и белков (формирование, биологическое значение). Номенклатура пептидов и белков.
3. Водородные, ионные и ван-дер-ваальсовы взаимодействия в белковой молекуле (механизм образования, их сходство и отличие, биологическое значение). Вторичная структура белка: α -спираль и β -структура (их сходство и отличие).
4. Дисульфидная, эфирная и изопептидная связи в белковой молекуле (механизм образования, биологическое значение). Третичная структура белка (формирование, биологическое значение, основной вид связи, стабилизирующий структуру).
5. Четвертичная структура белка (сходство и отличие от третичной).

Вопросы для самопроверки

1. Напишите формулу пептида Глу–Тир–Про–Гис. Какие из ниже перечисленных цветных реакций будут положительными с данным пептидом?
 - а) биуретовая,
 - б) Фоля,
 - в) ксантопротеиновая,
 - г) Сакагучи.
2. Выберите правильные парные сочетания (соответствия) ключевых слов (обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, 5) и завершающих предложений (обозначены буквами а, б, в, г, д):

1) аланин	а) аминокислота, содержащая гуанидиновую группировку
2) метионин	б) содержится в природном пептиде карнозине
3) аргинин	в) α -амино- β (пара-оксифенил)пропионовая кислота
4) треонин	г) серусодержащая аминокислота
5) тирозин	д) оксиаминокислота
3. Напишите уравнение реакции образования глутатиона, дайте название этому соединению, отметьте его биологическое значение.
4. Напишите формулу тетрапептида, включающего в качестве структурных компонентов аланин, серин, метионин и гистидин. Отметьте краткое обозначение данных аминокислот и классифицируйте их. Дайте название полученному пептиду.

5. Напишите формулу следующего тетрапептида Иле–Фен–Лиз–Асп. Дайте полное название аминокислотам, входящим в его состав, и классифицируйте их. Назовите данный пептид. Покажите возможность образования водородных связей между двумя параллельными и двумя антипараллельными полипептидными цепями при формировании β -структуры белковой молекулы. Какой вариант является более стабильным?
6. Покажите возможность образования ковалентных связей между двумя фрагментами полипептидной цепи в белковой молекуле, имеющими следующую последовательность аминокислотных остатков:
- Глу – Ала – Сер – Мет – Тир – Цис – Три –
– Лиз – Про – Тре – Цис – Асп – Гис – Гли –
7. Подберите к каждому уровню структурной организации белка соответствующее понятие:
- | | |
|---------------------------|--|
| 1) первичная структура | а) конформация пептидного остова, в формировании которой участвуют водородные связи между пептидными группировками |
| 2) вторичная структура | б) порядок чередования аминокислот в белках |
| 3) третичная структура | в) пространственное расположение и характер взаимодействия пептидных цепей в олигомерном белке |
| 4) четвертичная структура | г) конформация полипептидной цепи, стабилизированная межрадикальными связями |

1.2. Тема: Физико-химические свойства белков

Вопросы для самоподготовки

1. Растворение белков в воде и слабых солевых растворах. Амфотерные свойства белков. Факторы стабилизации белковой молекулы в растворе.
2. Электрические свойства белков. Электрофоретическое разделение белков.
3. Высаливание белков. Диализ белков.
4. Денатурация белка. Характеристика денатурирующих белок агентов.
5. Биологическое, практическое и клиническое значение растворимости и осаждаемости белков.

Вопросы для самопроверки

1. Чем сопровождается денатурация белков?
 - а) нарушением большого числа межрадикальных связей,
 - б) уменьшением растворимости,
 - в) нарушением пространственной структуры,
 - г) изменением первичной структуры.
2. Для разделения полипептидов часто используется различие в их растворимости. Перепишите в тетрадь таблицу. Укажите около каждой аминокислоты, входящей в состав приведенных ниже трипептидов, свойство ее радикала (гидрофильный – г или

липофильный – л, а также заряд: 0, +, –). Сравните растворимость полипептидов 1 и 2 в каждой строчке (>, <, =).

рН	Трипептиды		Растворимость (>, <, =)
	1	2	
7	ала-сер-глу	асп-сер-гис	
9	глу-цис-три	вал-гли-арг	
4	арг-тре-ала	асп-цис-сер	

3. Что происходит с белками при высаливании и при денатурации?

- | | |
|--|---|
| 1) уменьшение растворимости белка | а) характерно только для высаливания |
| 2) изменение степени гидратации | б) характерно только для денатурации |
| 3) обратимое осаждение белка | в) характерно для обоих процессов |
| 4) необратимое изменение биологических свойств | г) не характерно ни для одного из указанных процессов |
| 5) сохранение нативной структуры | |
| 6) изменение молекулярной массы | |
| 7) необратимое осаждение белка | |

1.3. Тема: Методы выделения, разделения и очистки белков и аминокислот

Вопросы для самоподготовки

1. Методы выделения белков из биологической ткани.
2. Определение хроматографии. Методы хроматографического разделения аминокислот. Характеристика метода ионообменной хроматографии. Характеристика метода тонкослойной, адсорбционной, аффинной хроматографии и гельфильтрации.
3. Электрофоретическое разделение белков.
4. Диализ белков.

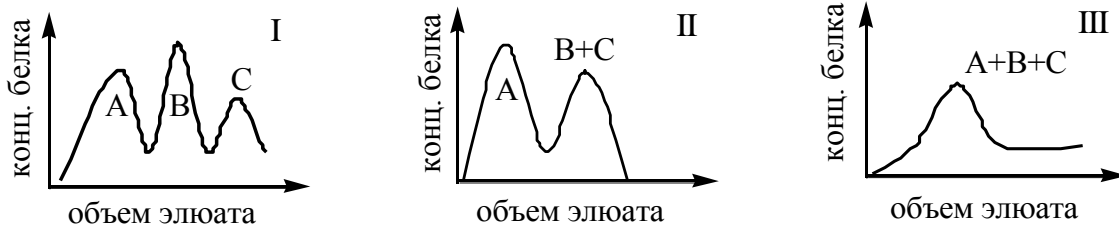
Вопросы для самопроверки

1. Какие из перечисленных ниже физико-химических свойств белков лежат в основе их разделения методами ионообменной хроматографии и электрофореза?

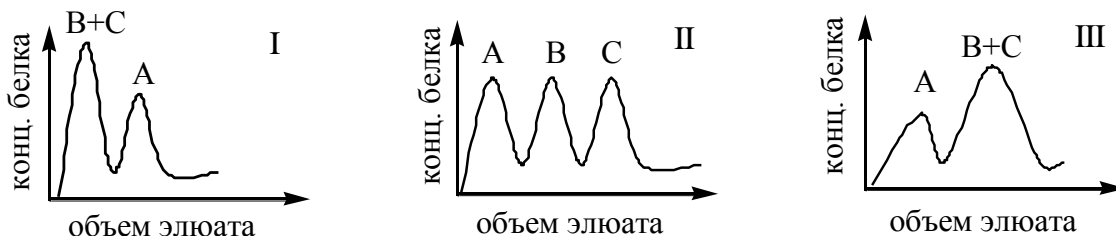
1) гидратация молекул	а) используется в ионообменной хроматографии
2) заряд молекул	б) применяется для электрофореза
3) форма молекул	в) применяется для обоих методов
4) молекулярная масса	г) не используется в данных методах
2. Дана смесь белков. Предложите методы, которые можно использовать для разделения белков.

Название белка	Молекулярная масса	РІ белка
Цитохром	13 370	10,65
Химотрипсиноген	23 240	9,5
Миоглобин	16 900	7,0

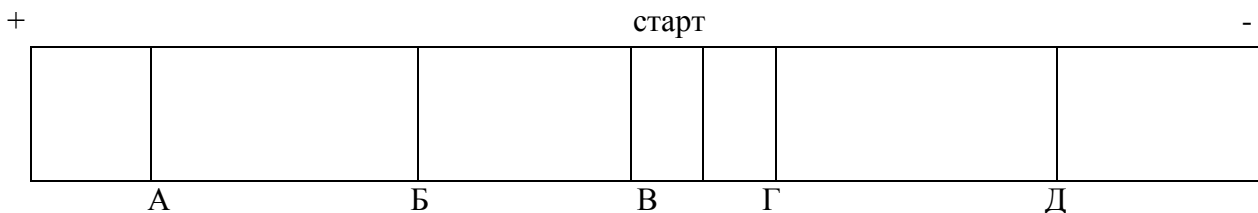
3. Смесь, содержащую белки А, В, С, с молекулярными массами, равными соответственно 160 000, 80 000 и 60 000, анализировали методом гель-фильтрации. Гранулы набухшего геля проницаемы для белков с молекулярной массой меньше 70 000. Какой из графиков правильно отражает результаты фракционирования? Укажите порядок выхода белков А, В, С с колонки.



4. Смесь, содержащую белки А, В, С, с молекулярными массами, равными соответственно 150 000, 75 000 и 65 000, анализировали методом гель-фильтрации. Гранулы набухшего геля проницаемы для белков с молекулярной массой меньше 100 000. Какой из графиков правильно отражает результаты фракционирования?



5. Смесь пептидов (P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , P_5) разделяли методом гель-электрофореза при pH 8,5. После разделения и окраски геля с целью обнаружения пептидных зон была получена электрофореграмма, показанная на рисунке. Зная ИЭТ пептидов ($P_1 = 8,7$; $P_2 = 5,5$; $P_3 = 10,2$; $P_4 = 8,2$; $P_5 = 7,2$), определите, какая зона соответствует каждому из них при условии, что все пептиды имеют одинаковую молекулярную массу.



Вопросы для итогового контроля по модулю 1

1. Биологические функции белков.
2. Классификация белков.
3. Уровни структурной организации белковой молекулы.
4. Пептидная связь: специфика ее строения, значение.
5. Виды связи в белковой молекуле при формировании вторичной и третичной структуры. Механизм образования, значение.
6. Природные пептиды: фаллоидин, окситоцин, вазопрессин, глутатион.

7. Характеристика простых белков: протаминов, гистонов, альбуминов, глобулинов и протеиноидов.
8. Методы выделения белков из биологического материала: экстракция солями, фенолом, спиртом и другие.
9. Методы фракционирования белков: высаливание, электрофорез, денатурация, изоэлектрическое фокусирование и другие.
10. Механизм возникновения электрического заряда у белковой молекулы, его значение. Факторы, влияющие на величину и знак заряда. Изоэлектрическая точка и изоэлектрическое состояние белков.
11. Высаливание белков, механизм данного процесса.
12. Денатурация белков, механизм процесса, биологическая роль.
13. Цветные реакции на белок и аминокислоты: биуретовая, нингидриновая, ксантопротеиновая, Фоля, Сакагучи, Адамкевича, Паули.
14. Хроматография аминокислот: бумажная, тонкослойная, колоночная.
15. Диализ белков, механизм процесса, его значение.
16. Формы белковых молекул (глобулярная и фибриллярная), свойства соответствующих белков.

Темы для рефератов

1. Биологически активные пептиды.
2. Иммуноглобулины и их биологическая роль.
3. Ядовитые белки и пептиды.
4. Физико-химические методы исследования белкового состава биологических жидкостей, используемые в диагностике заболеваний.

Темы конспектов по отдельным вопросам раздела

1. Современные представления о структуре белков.
2. Конформация белков.
3. Классификация белков.
4. Электрофорез белков.
5. Белки как амфотерные электролиты. Механизм возникновения заряда у белков. Факторы, влияющие на величину заряда белков.
6. Растворимость, высаливание и денатурация белков.
7. Виды гидролиза белков. Промежуточные и конечные продукты гидролиза белков.
8. Хроматография белков.

Темы для проектно-исследовательской работы

1. Выделение глутатиона из дрожжей и определение его аминокислотного состава.
2. Получение кристаллического альбумина.

МОДУЛЬ 2. ФЕРМЕНТЫ

2.1. Тема: Классификация и номенклатура ферментов

Вопросы для самоподготовки

1. Краткая история развития энзимологии.
2. Методы получения ферментных препаратов.
3. Применение ферментов.
4. Классификация ферментов по механизму действия и их номенклатура.
5. Сходство и отличие ферментов от минеральных катализаторов.
6. Признаки, по которым можно судить о действии ферментов, в частности амилазы слюны (реакция Люголя на обнаружение крахмала, который является субстратом для данного фермента, и реакция Фелинга на обнаружение мальтозы – конечного продукта расщепления крахмала при участии амилазы).
7. Классификация ферментов по специфичности действия.
8. Кинетика ферментативных реакций.
9. Регуляция активности ферментов.

Вопросы для самопроверки

1. Напишите формулы участвующих в реакциях веществ, определите тип катализируемой реакции, объясните принадлежность фермента к определенному классу и подклассу, дайте рабочее и систематическое название фермента, катализирующего следующее превращение:
 1. Молочная кислота + НАД \rightarrow Пировиноградная кислота + НАДН₂
 2. Янтарная кислота + ФАД \rightarrow Фумаровая кислота + ФАДН₂
 3. Аспарагиновая кислота + α -кетоглутаровая кислота \rightarrow
 \rightarrow ЩУК + Глутаминовая кислота
 4. Глюкоза + АТФ \rightarrow Глюкозо-6-фосфат + АДФ
 5. Глюкозо-1-фосфат + УТФ \rightarrow УДФ-Глюкоза + Пирофосфат
 6. Ацетилкоэнзим А + Холин \rightarrow Ацетилхолин + Коэнзим А
 7. Мочевина + Вода \rightarrow Аммиак + Углекислый газ
 8. Аспарагин + Вода \rightarrow Аспарагиновая кислота + Аммиак
 9. Ацетилхолин + Вода \rightarrow Уксусная кислота + Холин
 10. Глюкозо-6-фосфат + Вода \rightarrow Глюкоза + Фосфорная кислота
 11. Сахароза + Вода \rightarrow Глюкоза + Фруктоза
 12. Ала-Сер + Вода \rightarrow Аланин + Серин
 13. Глюкозо-6-фосфат \leftrightarrow Фруктозо-6-фосфат
 14. Аспарагиновая кислота \rightarrow Фумаровая кислота + Аммиак
 15. Аспарагиновая кислота \rightarrow Аланин + Углекислый газ
 16. Лизин \rightarrow Кадаверин + Углекислый газ
 17. Пировиноградная кислота + Углекислый газ + АТФ \rightarrow
 \rightarrow Щавелево-уксусная кислота + АДФ + Фосфорная кислота
 18. Уксусная кислота + Коэнзим А + АТФ \rightarrow
 \rightarrow Ацетилкоэнзим А + АМФ + Пирофосфат
 19. Аспарагиновая кислота + Аммиак + АТФ \rightarrow
 \rightarrow Аспарагин + АДФ + Фосфорная кислота

2. Оптимальные условия действия амилазы – фермента, расщепляющего крахмал: рН 6,8; $t = 37^{\circ}\text{C}$. Как изменится активность фермента в каждом из следующих случаев (\downarrow – уменьшится; \uparrow – увеличится)? Укажите причину изменения активности:
- а) рН инкубационной среды равен 5,
 - б) температура инкубации – 70°C ,
 - в) в инкубационную среду добавлен раствор CuSO_4 ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$),
 - г) в присутствии CuSO_4 ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) в среде увеличена концентрация крахмала.

2.2. Тема: Молекулярные основы механизма действия ферментов

Вопросы для самоподготовки

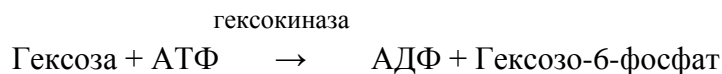
1. Строение ферментов. Ферменты-протеины и ферменты-протеиды.
2. Строение активного центра ферментов-протеинов и ферментов-протеидов. Понятие об аллостерическом центре в молекуле фермента. Взаимодействие перечисленных центров в процессе ферментативного катализа (динамическая модель фермента).
3. Коферменты. Классификация коферментов. Роль ионов металлов в ферментативном катализе.
4. Механизм действия ферментов. ES-, ES^1 - и EP-комплексы, роль их в понижении энергетического барьера реакции. Концепции взаимодействия фермента и субстрата.
5. Механизм действия ацетилхолинэстеразы (фермент-протеин) и аминотрансферазы (фермент-протеид). Изменение третичной и четвертичной структуры молекул ферментов в процессе ферментативного катализа.
6. Кинетика ферментативных реакций.
7. Регуляция активности ферментов.
8. Изоферменты. Множественные формы ферментов.
9. Мультиферментные комплексы.
10. Распределение ферментов в клетке и организме.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите возможные функции металлов в ферментативном катализе:
 - а) участвуют в связывании фермента с субстратом,
 - б) способствуют образованию комплементарной субстрату конформации активного центра,
 - в) участвуют в связывании фермента с коферментом,
 - г) стабилизируют четвертичную структуру фермента.
2. В схеме ферментативной реакции

$$\text{E} + \text{S} \xrightarrow{\text{I}} \text{ES} \xrightarrow{\text{II}} \text{ES}^* \xrightarrow{\text{III}} \text{P} + \text{E}$$
 римскими цифрами обозначены основные этапы ферментативного катализа (* – изменение конформации). Запишите, на каких из этих стадий происходит:
 - а) перераспределение электронной плотности в химических связях субстрата,
 - б) увеличивается комплементарность между субстратом и активным центром фермента,
 - в) образование новых химических связей в молекулах, превращаемых под действием фермента.

3. Изобразите в виде графиков зависимость скорости реакции, катализируемой гексокиназой, от концентрации субстратов глюкозы ($K_M = 0,04$ мМ) и фруктозы ($K_M = 1,5$ мМ), если считать $V_{\text{МАКС}}$ одинаковой (10 мМ/мин). В каком случае при одинаковой концентрации субстратов (например, 0,1 мМ) скорость реакции будет больше?



4. Выберите и запишите последовательность событий, происходящих при аллостерическом ингибировании активности фермента:
- 1) уменьшается скорость ферментативной реакции,
 - 2) изменяется конформация фермента,
 - 3) эффектор присоединяется в активном центре,
 - 4) изменяется конформация аллостерического центра,
 - 5) нарушается комплементарность активного центра субстрату,
 - 6) эффектор присоединяется в аллостерическом центре,
 - 7) изменяется конформация активного центра.

Вопросы для итогового контроля по модулю 2

1. Краткая история развития энзимологии.
2. Методы выделения и очистки ферментов.
3. Применение ферментов.
4. Специфика строения молекулы ферментного белка. Механизм действия ферментов на примере ацетилхолинэстеразы.
5. Классификация ферментов по механизму действия и их номенклатура.
6. Сходство и отличие ферментов от минеральных катализаторов.
7. Признаки, по которым можно судить о действии ферментов, в частности амилазы слюны (реакция Люголя на обнаружение крахмала, который является субстратом для данного фермента, и реакция Фелинга на обнаружение мальтозы – конечного продукта расщепления крахмала при участии амилазы).
8. Классификация ферментов по специфичности действия.
9. Структурно-функциональная организация молекулы фермента.
10. Кинетика ферментативных реакций.
11. Регуляция активности ферментов.
12. Изоферменты. Множественные формы ферментов.
13. Мультиферментные комплексы.
14. Распределение ферментов в клетке и организме.

Темы для рефератов

1. Множественные формы ферментов. Изоферменты.
2. Протеолитические ферменты и регуляция их активности.
3. Ингибиторы ферментов.
4. Применение ферментов в медицине, клинической диагностике, пищевой и легкой промышленности, фармации.
5. Иммуноферментный анализ.

Темы конспектов по отдельным вопросам раздела

1. Регуляция активности ферментов: виды, принцип функционирования, примеры.
2. Механизм действия ферментов на примере ацетилхолинэстеразы.
3. Мультиферментные комплексы.
4. Распределение ферментов в клетке и организме.

Темы для проектно-исследовательской работы

1. Определение условий переаминирования глутаминовой кислоты с пировиноградной кислотой.

Модуль 3. СЛОЖНЫЕ БЕЛКИ

3.1. Тема: Витамины и витаминоподобные вещества

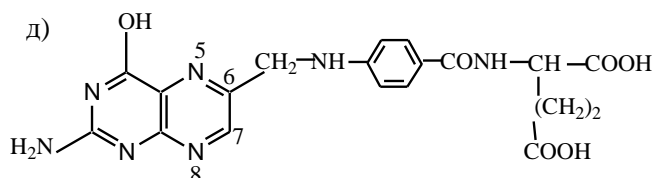
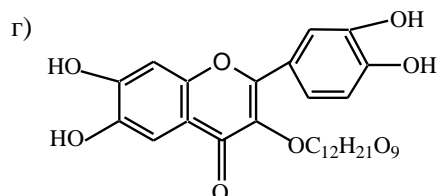
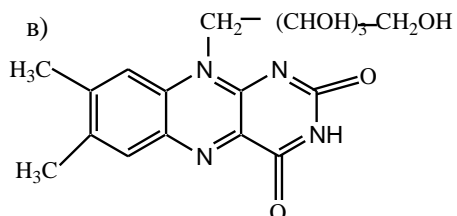
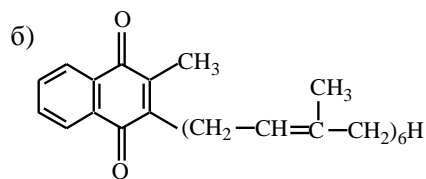
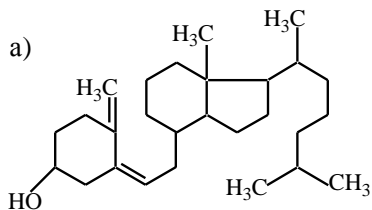
Вопросы для самоподготовки

1. История развития учения о витаминах (витаминологии).
2. Методы определения витаминов.
3. Классификация витаминов.
4. Характеристика витаминов А, Д, Е, К, Р, В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂, РР, Н, С, фолиевой кислоты по следующей схеме:
 - а) название витамина с учетом его структуры и биологического значения;
 - б) распространение витамина в природе и суточная потребность;
 - в) структура витамина и соответствующего кофермента;
 - г) биологическая роль витамина (механизм участия в метаболических процессах в норме);
 - д) состояния гипер-, гипо- и авитаминоза (основные признаки состояния и механизм нарушения обмена веществ).
5. Витминоподобные соединения.

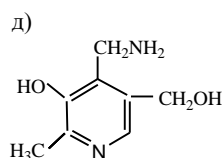
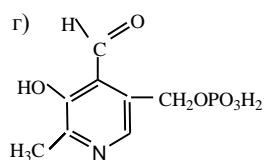
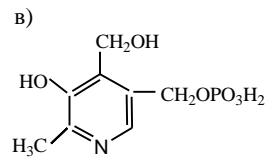
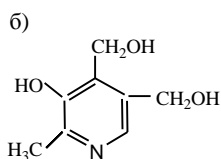
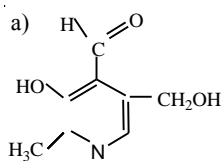
Вопросы для самопроверки

1. Производными стеролов являются:
 - а) цианкобаламин,
 - б) эргокальциферол,
 - в) ретинальацетат,
 - г) холекальциферол,
 - д) токоферол.
2. Витамин К₃ в своей структуре содержит:
 - а) кольцо пиримидина и тиазола,
 - б) метилбензохинон,
 - в) производное хинона, имеющее гидроксильные группы и остаток ацетата,
 - г) производное бензопирана,
 - д) сульфогруппу.

3. К группе жирорастворимых витаминов относятся:



4. Коферментом аминотрансфераз является:



5. Одним из наиболее эффективных природных антиоксидантов является:

- а) филлохинон,
- б) викасол,
- в) холекальциферол,
- г) ретинол,
- д) токоферол.

6. Для нормального световосприятия необходим:

- а) ретинол,
- б) токоферол,
- в) рибофлавин,
- г) пиридоксаль,
- д) биотин.

7. Антигеморрагическим действием обладает витамин:

- а) эргокальциферол,
- б) ретинол,
- в) филлохинон,
- г) рутин,
- д) аскорбиновая кислота.

8. В реакциях карбоксилирования принимает участие:

- а) тиамин,
- б) рибофлавин,
- в) биотин,
- г) пантотеновая кислота,
- д) карнитин.

9. В состав коферментов пируватдегидрогеназного комплекса входят витамины:

- а) тиамин,
- б) пиридоксин,
- в) филлохинон,
- г) рибофлавин,
- д) цианкобаламин.

10. Составной частью коэнзима А является:

- а) *n*-аминобензойная кислота,
- б) пиридоксин,
- в) карнитин,
- г) оротовая кислота,
- д) пантотеновая кислота.

11. На проницаемость капилляров влияет:

- а) никотинамид,
- б) рибофлавин,
- в) пиридоксин,
- г) рутин,
- д) пангамовая кислота.

12. Установите соответствие витаминов их участию в обмене:

- | | |
|---------------------|----------------------------|
| 1) тиамин | а) углеводов и липидов |
| 2) биотин | б) углеводов и аминокислот |
| 3) пиридоксин | в) нуклеиновых кислот |
| 4) фолиевая кислота | г) углеводов |

13. Установите соответствие витамина вызываемой им патологии при его недостатке:

- | | |
|-------------------------|--------------|
| 1) тиамин | а) себорея |
| 2) биотин | б) пеллагра |
| 3) аскорбиновая кислота | в) анемия |
| 4) ниацин | г) бери-бери |
| 5) фолиевая кислота | д) цинга |

14. Установите соответствие между названием витамина и его функциями:

- | | |
|------------------------------|--|
| 1) водорастворимые | а) действуют как антикоферменты |
| 2) авитамины | б) частично синтезируются в организме |
| 3) витаминopodobные вещества | в) превращаются в организме в коферменты |

15. Витамин В₁₂ не способен синтезироваться:

- а) животными клетками,
- б) растительными клетками,
- в) микроорганизмами.

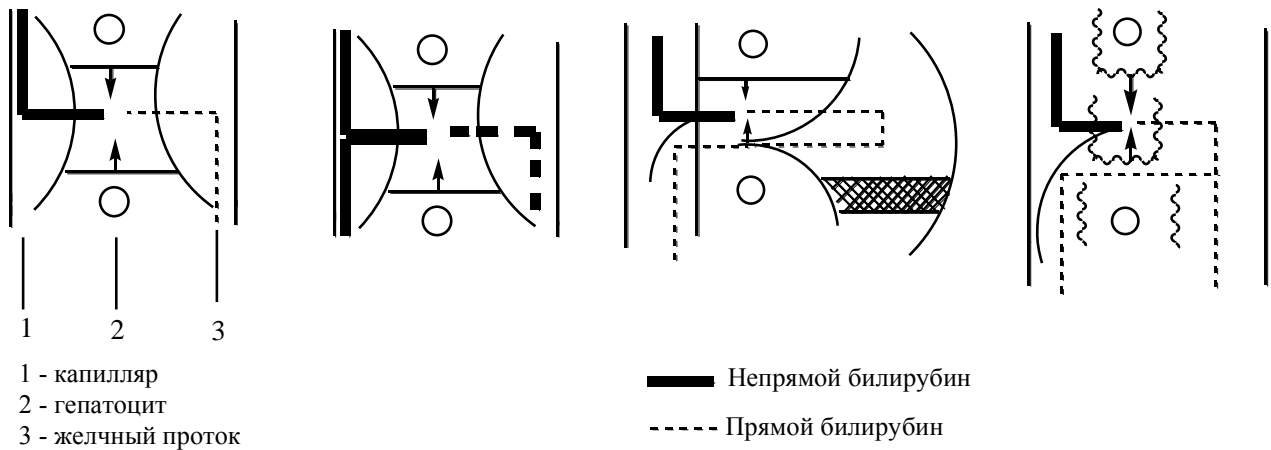
3.2. Тема: Сложные белки – хромопротеины и углеводбелковые комплексы

Вопросы для самоподготовки

1. Определение сложных белков (протеидов). Классификация.
2. Классификация хромопротеинов.
3. Характеристика гемоглобина как представителя Fe-содержащих гемопротеинов.
4. Классификация углеводбелковых комплексов. Отличительные признаки каждой группы соединений.
5. Характеристика муцина как кислого гликопротеина.
6. Выделение муцина из слюны и его гидролиз. Доказательство его принадлежности к группе сложных белков – гликопротеинов.
7. Качественное обнаружение железа в гемоглобине. Доказательство его принадлежности к Fe-содержащим цветным белкам.
8. Качественное обнаружение гемоглобина. Доказательство его принадлежности к Fe-содержащим гемопротеинам.

Вопросы для самопроверки

1. Заполните таблицу с использованием рисунка гепатоцита печени при различных патологических состояниях.



Название желтухи	Причины возникновения	Схема гепатоцита	Признаки			
			Кровь	Желчь	Моча	Кал
1. Желтуха новорожденных						
2. Гемолитическая желтуха						
3. Паренхиматозная желтуха						
4. Механическая желтуха						

2. Назовите свойства, характерные для прямого и непрямого билирубина, а также их общие свойства:

- | | |
|--|-----------------------|
| 1) плохо растворим в воде | а) прямой билирубин |
| 2) токсичен | б) непрямой билирубин |
| 3) легко выводится из организма | в) оба билирубина |
| 4) концентрация увеличивается при гемолитической желтухе | г) ни тот, ни другой |
| 5) концентрация в крови увеличивается при закупорке желчных протоков | |
| 6) транспортируется кровью в комплексе с альбуминами | |
| 7) представляет собой комплекс с глюкуроновой кислотой | |
| 8) является продуктом распада гема | |

3. Гем распадается с образованием железа и желчных пигментов. Какова дальнейшая судьба этих соединений?

- | | |
|---|---------------------|
| 1) полностью выводится из организма | а) железо |
| 2) транспортируется в комплексе со специфическим белком | б) желчные пигменты |
| 3) обезвреживается в печени | в) оба продукта |
| 4) депонируется в комплексе с ферритином | г) ни один из них |
| 5) повторно используется в синтезе гема | |

4. Выберите утверждения, правильно характеризующие структуру и биологическую роль протеогликанов:

- а) составным компонентом являются гликозамингликанов,
- б) белок составляет 5-10 % от массы протеогликанов,
- в) белок составляет 20-30 % от массы протеогликанов,
- г) составляют основную массу межклеточного матрикса соединительной ткани,
- д) образуют гелеобразные структуры,
- е) связаны со структурными белками соединительной ткани.

5. Укажите, какие компоненты образуются при гидролизе:

- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| 1) хондроитинсульфата | а) гиалуроновая кислота |
| 2) гиалуроновой кислоты | б) глюкуроонат-2-сульфат |
| 3) гепарина | в) N-ацетилглюкозамин |
| | г) N-ацетилгалактозамин-4-сульфат |
| | д) N-ацетилглюкозаминсульфат |

3.3. Тема: Липиды и сложные белки – липопротеины

Вопросы для самоподготовки

1. Определение липидов. Общие свойства, характерные для этих соединений.
2. Классификация и строение липидов. Отличительные признаки простых и сложных липидов.
3. Структура и биологическая роль нейтральных жиров (триацилглицеринов) как типичных представителей простых липидов.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите продукты, образующиеся при гидролизе перечисленных липидов:

- | | |
|------------------------------|---|
| 1) лецитин (фосфатидилхолин) | а) глицерин + жирные кислоты |
| 2) сфингомиелин | б) высокомолекулярный спирт + жирная кислота |
| 3) жиры | в) сфингозин + жирная кислота + простой сахар |
| 4) воска | г) сфингозин + жирная кислота + H_3PO_4 + холин |
| 5) цереброзиды | д) глицерин + жирная кислота + H_3PO_4 + холин |

2. Подберите к каждому типу липидов и их производных соответствующую функцию:

- | | |
|-------------------------|--|
| 1) триацилглицерины | а) источник энергии, структурные компоненты других липидов |
| 2) жирные кислоты | б) запасная форма источника энергии |
| 3) сфингомиелины | в) структурный компонент мембран |
| 4) простагландины | г) регуляторы тонуса гладкой мускулатуры |
| 5) таурохолевая кислота | д) антигеморрагический фактор |
| 6) витамин Е | е) эмульгатор |
| 7) витамин К | ж) антиоксидант |

3. Напишите по одной формуле триацилглицеринов, характерных для:
- а) твердого животного жира,
 - б) растительного масла.
4. Напишите структурные формулы холевой кислоты и ее производных – парных желчных кислот. Обведите части молекул, сообщающие им амфифильные свойства: сплошной линией – гидрофобные, пунктирной линией – гидрофильные.
5. Выберите положения, правильно характеризующие функции желчи:
- а) эмульгирует жиры,
 - б) активирует липазу,
 - в) способствует всасыванию моноацилглицеринов,
 - г) гидролизует жиры,
 - д) способствует всасыванию холестерина,
 - е) способствует всасыванию витамина Д,
 - ж) способствует всасыванию витамина К.
6. Напишите реакции, происходящие при переваривании пальмитоолеилстеароилглицерина. Над стрелкой укажите название фермента, катализирующего эту реакцию, его класс, факторы, необходимые для нормального протекания этой реакции в кишечнике. Какое вещество создает оптимум рН для этого фермента? Где оно образуется? Какие продукты переваривания жиров будут преобладать?
7. Какие особенности функций и обмена жиров связаны с гидрофобностью их молекул?
- а) транспортирование кровью и лимфой в составе липопротеинов,
 - б) всасывание в составе мицелл,
 - в) участие эмульгаторов в переваривании,
 - г) являются более компактной по сравнению с гликогеном формой запасаения энергетического материала,
 - д) нормальное переваривание и всасывание жиров необходимо для поступления в организм витаминов РР, В₆,
 - е) нормальное переваривание и всасывание жиров необходимо для поступления в организм витаминов А, Д, Е, К.
8. Предшественником простагландинов является арахидоновая кислота, которая отщепляется от фосфолипидов под действием фосфолипазы А₂. Напишите эту реакцию, используя в качестве субстрата фосфатидилхолин.
9. Для каждого типа липопротеинов подберите соответствующий состав:
- | | |
|----------------|--|
| 1) ЛВП | а) ~ 90% триацилглицеринов и 2% белков |
| 2) Хиломикроны | б) ~ 50% эфиров холестерина и холестерина |
| 3) ЛНП | в) ~ 50% белков и 20% эфиров холестерина и холестерина |
| 4) ЛОНП | г) ~10% белков и 50-55% триацилглицеринов |

3.4. Тема: Сложные белки – нуклеопротеины

Вопросы для самоподготовки

1. Понятие «нуклеиновые кислоты».
2. Главные и минорные азотистые основания в составе нуклеиновых кислот.
3. Комплементарность азотистых оснований в составе нуклеиновых кислот.
4. Углеводные компоненты нуклеиновых кислот.
5. Нуклеозиды (строение, классификация, номенклатура).
6. Нуклеотиды (строение, классификация, номенклатура, биологические функции).
7. Типы нуклеиновых кислот: ДНК и РНК (сходство и отличие по структуре и биологической роли).
8. Первичная структура нуклеиновых кислот.
9. Вторичная структура ДНК, правила Чаргаффа.
10. Третичная структура ДНК.
11. Виды РНК. Макромолекулярная структура РНК.

Вопросы для самопроверки

1. В молекуле ДНК число остатков аденина всегда равно числу остатков:
 - а) тимина,
 - б) гуанина,
 - в) цитозина,
 - г) ксантина,
 - д) урацила.
2. Водородные связи в молекулах нуклеиновых кислот не возникают между:
 - а) А – Т,
 - б) А – У,
 - в) Г – Ц,
 - г) Г – 5-метил Ц,
 - д) Г – А.
3. В чем состоит сходство и отличие псевдоуридина и урициловой кислоты?
4. Какие связи обеспечивают формирование первичной и вторичной структуры нуклеиновых кислот?

1) гликозидные	а) характерны для первичной структуры
2) сложно-эфирные	б) характерны для вторичной структуры
3) простые эфирные	в) характерны для обоих типов структур
4) водородные	г) не характерны ни для одной из них
5) гидрофобные	

5. Выберите утверждения, характеризующие первичную структуру РНК и ДНК:
- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1) в состав мономеров НК входят аденин, гуанин, цитозин | а) характерно для РНК |
| 2) в состав мономеров НК входят аденин, гуанин, цитозин, урацил | б) характерно для ДНК |
| 3) в состав мономеров биополимера входит дТМФ | в) характерно для обеих НК |
| 4) мономеры в молекуле биополимера связаны 3'-5'-фосфодиэфирными связями | г) не характерно ни для одной из НК |
| 5) мономеры в молекуле биополимера связаны пептидными связями | |
| 6) первичная структура представлена порядком чередования нуклеотидов в полинуклеотидной цепи | |
| 7) первичная структура представлена порядком чередования аминокислот в полипептидной цепи | |
6. Выберите правильное описание свойств мРНК, поступающей из ядра в цитоплазму:
- является полным транскриптом соответствующих генов,
 - имеет более короткую полинуклеотидную цепь, чем первичный транскрипт гена,
 - при молекулярной гибридизации с ядерной ДНК дает совершенные гибриды,
 - при гибридизации не дает совершенных гибридов.
7. При полном кислотном гидролизе нуклеиновых кислот образуются все перечисленные вещества, кроме:
- фосфорной кислоты,
 - пентозы,
 - пуриновых оснований,
 - аденозинтрифосфорной кислоты,
 - аденина.
8. В составе РНК содержится:
- рамноза,
 - фруктофураноза,
 - β , D-рибофураноза,
 - β , D-галактоза,
 - β , D-дезоксирибофураноза.
9. С цитозином не сочетается водородными связями:
- ксантин,
 - гипоксантин,
 - гуанин,
 - 5-оксиметилцитозин,
 - 2-аминопурин.
10. Напишите формулу тетрануклеотида, входящего в состав ДНК (РНК), имеющего следующую последовательность азотистых оснований: А–Ц–Г–Т(У). Дайте полное название этих структурных компонентов.

Вопросы для итогового контроля по модулю 3

1. Жирорастворимые витамины. Витамин А (ретинол). Химическое строение витаминов А₁ и А₂. Их геометрические изомеры. Участие витамина А₁ в зрительном акте: тонкая структура ретиналя (порядки связей) и возможное значение цис-транс-переходов в утилизации энергии света.
2. Витамин Д₁ (кальциферол). Химическая структура витаминов Д₂ (эргокальциферол) и Д₃ (холекальциферол), их роль в фосфорно-кальциевом обмене. Витамин Е (токоферол). Участие его в окислительно-восстановительных процессах.
3. Витамин К (филлохинон), его отношение к системе свертывания крови.
4. Витамин F (комплекс ненасыщенных жирных кислот).
5. Водорастворимые витамины. Витамин В₁ (тиамин): химическая природа и механизм действия.
6. Витамин В₂(рибофлавин), его строение и участие в окислительно-восстановительных реакциях.
7. Витамин В₃ (пантотеновая кислота), участие его в образовании коэнзима А.
8. Витамин В₅ (никотиновая кислота и амид никотиновой кислоты): структура и участие в переносе атомов водорода в составе НАД.
9. Витамин В₆ (пиридоксин), его формы (пиридоксол, пиридоксаль, пиридоксамин), значение для осуществления реакций переаминирования.
10. Витамин В₁₅ (цианкобаламин).
11. Витамин В_c (пангамовая кислота), его участие в переносе одноуглеродных фрагментов.
12. Витамин В_e (птероилглутаминовая кислота), механизм переноса метильной, оксиметильной и формальной групп при его посредстве.
13. Витамины В_т (карнитин), его значение в обмене веществ у насекомых. Холин, его функция в качестве поставщика метальных групп.
14. Витамин С (аскорбиновая кислота), строение его восстановленной и окисленной форм. Аскорбиген.
15. Витамин Р (рутин). Взаимообусловленность действия витаминов С и Р.
16. Витамин Н (биотин), его строение и роль в реакциях карбоксилирования.
17. Хромопротеины. Классификация.
18. Гемпротеины. Структура и функции. Оксигенирование гемоглобина.
19. Транспорт углекислого газа. Миоглобин. Структура и функции.
20. Отличительные особенности пероксидазы и каталазы.
21. Обмен Fe-содержащих хромопротеидов. Распад гемоглобина в ЖКТ.
22. Эндогенный обмен хромопротеидов. Биосинтез Нв (гемопоз). Эндогенный распад Нв. Гипербилирубинемии.
23. Общая характеристика класса липидов. Классификация липидов: простые липиды – жиры, воски и стериды; сложные липиды – фосфолипиды и гликолипиды. Локализация липидов в клетке и их биологическое значение.
24. Жиры (триглицериды), их структура и разнообразие в природе по качественному составу и соотношению высших жирных кислот. Простые и смешанные триглицериды. Геометрическая изомерия остатков непредельных высших кислот в составе триглицеридов и форма молекул триглицеридов. Высшие жирные кислоты, входящие в состав триглицеридов

- (насыщенные – пальмитиновая, стеариновая; ненасыщенные – олеиновая, линолевая, линоленовая). Физические и химические свойства триглицеридов.
25. Воски. Их состав (перечень высших жирных кислот и высших спиртов) и строение. Биологическая роль восков. Представители: спермацет; пчелиный, карнаубский, монтанный воски. Распространение, локализация в организме и функция восков.
 26. Стериды. Их состав и строение, физические и химические свойства. Стероиды, их структура, изомерия (конформации), представители (холестерол, эргостерол, стигмастерол, ситостерол, фукостерол). Характеристика высших жирных кислот, входящих в состав стеридов. Видовая специфичность стеролов и стеридов.
 27. Обмен стеридов. Гидролиз их при участии ферментов. Реакции восстановления и окисления стеролов в организме. Образование стероидов (холевые кислоты, стероидные гормоны и др.). Биогенез стеролов из ацетил-КоА через мевалоновую кислоту. Механизм действия диметилаллилтрансферазы. Переход сквалена в ланостерол. Биосинтез стеридов.
 28. Фосфолипиды: структура молекулы, характеристика высших жирных кислот, азотистых оснований и многоатомных спиртов, входящих в их состав. Фосфатиды, их физические и химические свойства. Распространение фосфолипидов в природе, их биологическая роль. Пути распада фосфатидов в организме. Характеристика фосфолипаз А, В, С и D.
 29. Гликолипиды, их состав и строение. Функции гликолипидов в тканях и органах.
 30. Общая характеристика углеводов и их классификации. Простые углеводы (моносахариды): номенклатура, изомерия, конформации, физические и химические свойства, представители (рибоза, глюкоза, галактоза, манноза, фруктоза, седогептулоза).
 31. Сложные углеводы. Дисахариды: типы строения, свойства, представители (сахароза, мальтоза, целлобиоза, лактоза).
 32. Полисахариды: классификация, химическая структура, свойства, важнейшие представители (крахмал, гликоген, клетчатка).
 33. Биологическое значение полисахаридов.
 34. Типы нуклеиновых кислот: ДНК и РНК (сходство и отличие по структуре и биологической роли).
 35. Первичная структура нуклеиновых кислот.
 36. Вторичная структура ДНК, правила Чаргаффа.
 37. Третичная структура ДНК.
 38. Виды РНК. Макромолекулярная структура РНК.

Темы для рефератов

1. История развития учения о витаминах (витаминологии).
2. Методы определения витаминов.
3. Характеристика витаминов: А, Д, Е, К, F, В₁, В₂, В₃, В₆, РР, Н, С, фолиевой кислоты (В₉), В₁₂.
4. Характеристика витаминоподобных веществ.
5. Углеводы в клеточном узнавании.

Темы конспектов по отдельным вопросам раздела

1. Углеводы: классификация, строение, функции.
2. Сравнительная характеристика гликопротеинов и протеогликанов, их биологическая роль.
3. Классификация, строение и функции хромопротеинов.
4. Липиды: классификация, строение, функции.
5. Липопротеины крови: строение, функции.

Темы для проектно-исследовательской работы

1. Изучение содержания липопротеинов в клетках зародышей местных сортов рыб.
2. Выделение гликогена из биологического материала.

Модуль 4. ОБМЕН БЕЛКОВ И НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

4.1. Тема: Обмен нуклеотидов и нуклеиновых кислот

Вопросы для самоподготовки

1. Определение нуклеопротеинов. Характеристика белковой части и простетической группы молекулы белка.
2. Способы выделения нуклеопротеинов и нуклеиновых кислот из биологических объектов.
3. Характеристика нуклеотидов, входящих в состав РНК и ДНК (сходство и отличие в их строении).
4. Обмен пуриновых и пиримидиновых оснований.

Вопросы для самопроверки

1. В результате гидролитического дезаминирования из аденина образуется:
 - а) гуанин,
 - б) гипоксантин,
 - в) ксантин,
 - г) мочева кислота,
 - д) цитозин.
2. Мочевая кислота образуется из дезаминированных пуриновых оснований при участии фермента:
 - а) аденинаминогидролазы,
 - б) уреазы,
 - в) ксантинооксидазы,
 - г) цитозинаминогидролазы,
 - д) рибонуклеазы.

3. Оротовая кислота синтезируется в результате взаимодействия:

- а) урацил + карбамилфосфат,
- б) уридиловая кислота + ФАД,
- в) карбамилфосфат + аспарагиновая кислота + НАД,
- г) карбамилфосфат + глутамин,
- д) урацил + НАД.

4. Выбрать правильные парные соответствия ключевых слов или словосочетаний (обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, 5) и терминов (обозначены буквами а, б, в, г, д):

- | | |
|----------------------------|------------------------|
| 1) пуриновое основание | а) тимидиловая кислота |
| 2) пиримидиновое основание | б) РНК |
| 3) нуклеозид | в) аденозин |
| 4) нуклеотид | г) гуанин |
| 5) рибонуклеиновая кислота | д) цитозин |

5. Выбрать правильные парные соответствия ключевых слов (обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, 5) и завершающих предложений (обозначены буквами а, б, в, г, д):

- | | |
|-------------------|--|
| 1) глутамин | а) требуется для биосинтеза нуклеозидтрифосфатов |
| 2) аланин | б) необходим для синтеза оротовой кислоты |
| 3) АТФ | в) продукт распада урацила и цитозина |
| 4) НАД | г) необходим для превращения ксантозин-5'-монофосфата в гуанозин-5'-монофосфат |
| 5) карбамилфосфат | д) необходим для превращения инозиновой кислоты в ксантиловую кислоту |

6. Выбрать правильные парные сочетания (соответствие) ключевых слов (обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, 5) и завершающих предложений (обозначены буквами а, б, в, г, д):

- | | |
|----------------------------|--|
| 1) рибозилтрансфераза | а) ускоряет реакцию:
$\text{уридин-3'-монофосфат} + \text{НОН} \rightarrow \text{нуклеозид} + \text{Фн}$ |
| 2) нуклеозидаза | б) катализирует процесс:
$\text{аденозин} + \text{Фн} \rightarrow \text{аденин} + \text{рибозо-1-фосфат}$ |
| 3) 3'-нуклеотидаза | в) обеспечивает ускорение реакции:
$\text{цитидин} + \text{НОН} \rightarrow \text{цитозин} + \text{рибоза}$ |
| 4) нуклеотидаминогидролаза | г) катализирует реакцию:
$\text{гуанозин} + \text{НОН} \rightarrow \text{Ксантозин} + \text{NH}_3$ |
| 5) нуклеотидаминогидролаза | д) ускоряет реакцию:
$\text{аденозин-5'-монофосфат} + \text{НОН} \rightarrow \text{инозин-5'-монофосфат} + \text{NH}_3$ |

7. Выбрать правильные парные сочетания (соответствие) ключевых слов (обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, 5) и завершающих предложений (обозначены буквами а, б, в, г, д):
- | | |
|---------------------|---|
| 1) фосфорилирование | а) осуществляется при превращении:
УМФ → ЦМФ |
| 2) метилирование | б) происходит в реакции: дТМФ → дТДФ |
| 3) восстановление | в) имеет место в реакции: дУМФ → дТМФ |
| 4) аминирование | г) характерно для процесса: ЦДФ → дЦДФ |
| 5) дезаминирование | д) идет при преобразовании: 5-метил-дЦДФ → дТДФ |
8. Написать последовательность реакций распада тимидилового нуклеотида.
9. Написать биосинтез ГМФ.

4.2. Тема: Обмен белков

Вопросы для самоподготовки

1. Переваривание белков:
 - характеристика ферментов желудочно-кишечного тракта, принимающих участие в расщеплении белков;
 - механизм активации протеиназ;
 - биологическое значение выработки протеолитических ферментов в неактивной форме;
 - судьба аминокислот, образующихся в результате гидролиза экзогенных белков.
2. Тканевой протеолиз.
3. Общие пути распада аминокислот:
 - характеристика различных видов дезаминирования аминокислот;
 - транспортные формы аммиака в организме;
 - реакция трансаминирования;
 - декарбоксилирование аминокислот.
4. Судьба основных конечных продуктов распада аминокислот в организме: кетокилот, аминов, углекислого газа и аммиака.
5. Содержание белка в сыворотке крови как интегративный показатель состояния белкового обмена. Построение калибровочной кривой для определения содержания белка в объекте.
6. Гипо- и гиперпротеинемия; причины, приводящие к развитию этих отличных от нормы состояний.
7. Общий азот крови как косвенный показатель содержания белка в данном биологическом объекте.
8. Суммарное содержание свободных аминокислот (аммонийный азот) и мочевины как показатели, характеризующие состояние синтеза и распада белка.
9. Протеинурия как аномальный показатель белкового обмена.

Вопросы для самопроверки

Для каждой незаконченной фразы нужно выбрать одно верное завершение:

1. Гидролиз белка только до пептидов идет в присутствии:
 - а) трипсина,
 - б) аргиназы,
 - в) карбоксипептидазы,
 - г) уреазы,
 - д) нуклеотидилтрансферазы.

2. В процессе обмена аминокислот наиболее энергично протекает окислительное дезаминирование:
 - а) аланина,
 - б) глицина,
 - в) аспарагиновой кислоты,
 - г) лизина,
 - д) глутаминовой кислоты.

3. Внутримолекулярное дезаминирование аминокислот ускоряет:
 - а) дегидрогеназа,
 - б) аммиаклиаза,
 - в) гидролаза,
 - г) аминотрансфераза,
 - д) изомераза.

4. В качестве продукта дезаминирования α -аминокислот в природе наиболее широко представлены:
 - а) непредельные кислоты,
 - б) предельные кислоты,
 - в) α -оксикислоты,
 - г) α -кетокислоты,
 - д) альдокислоты.

5. β -Аланин является:
 - а) составной частью кадаверина,
 - б) продуктом декарбоксилирования α -аминомасляной кислоты,
 - в) продуктом декарбоксилирования аспарагиновой кислоты и составной частью пантотеновой кислоты,
 - г) составной частью фенилаланина,
 - д) продуктом β -декарбоксилирования аспарагиновой кислоты.

6. Тирозин в организме переходит в биологически активное соединение:
 - а) кортикотропин,
 - б) инсулин,
 - в) глюкагон,
 - г) адреналин,
 - д) тестостерон.

7. При переносе аминокислоты с аминоациладенилата на концевой остаток аденозина молекулы тРНК образуется:
- пептидная связь,
 - водородная связь,
 - дисульфидная связь,
 - сложноэфирная связь,
 - амидная связь.
8. Выберите правильные парные соответствия ключевых слов или словосочетаний (обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, 5) и завершающих предложений (обозначены буквами а, б, в, г, д):
- | | |
|---|---|
| 1) аспарагиновая и глутаминовая кислоты | а) метаболиты цикла биосинтеза мочевины |
| 2) аспарагин и глутамин | б) первичные аминокислоты |
| 3) аланин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты | в) акцептируют аммиак в момент его образования в клетке |
| 4) лизин и триптофан | г) незаменимы для человека |
| 5) орнитин и цитруллин | д) являются источником легко мобилизуемого азота |
9. Выберите правильные парные соответствия ключевых слов или словосочетаний (обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, 5) и завершающих предложений (обозначены буквами а, б, в, г, д):
- | | |
|---|--|
| 1) β -декарбоксилирование аспарагиновой кислоты | а) обуславливает биосинтез аланина |
| 2) декарбоксилирование диамино-монокарбоновых аминокислот | б) приводит к образованию тирозина |
| 3) α -декарбоксилирование глутаминовой кислоты | в) обеспечивает образование γ аминomásляной кислоты |
| 4) окисление фенилаланина | г) способствует протеканию реакций трансметилирования |
| 5) деметилирование S-аденозилметионина | д) продуцирует диамины, обладающие высокой физиологической активностью |
10. Выберите правильные парные соответствия ключевых слов (обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, 5) и завершающих предложений (обозначены буквами а, б, в, г, д):
- | | |
|--------------|--|
| 1) тирозин | а) образует дисульфидные связи в белках и пептидах |
| 2) триптофан | б) является предшественником гормона адреналина |
| 3) цистеин | в) способен расщепляться с образованием ацетальдегида и глицина |
| 4) треонин | г) может превращаться в β -окси- β -метилглутарил-коэнзим А – важный промежуточный продукт в биосинтезе стеролов |
| 5) лейцин | д) служит источником никотиновой и индолилуксусной кислот |

11. В эксперименте установлено, что добавка глутаминовой кислоты в раствор, питающий сердце, оказывает положительное воздействие на физиологическую функцию сердечной мышцы, особенно в условиях недостаточного обеспечения кислородом. Каков механизм положительного действия указанной аминокислоты на деятельность сердца?
12. Какая аминокислота и каким образом синтезируется в клетке при наличии α -кетоглутаровой и пировиноградной кислот?
13. Известно, что одним из путей обезвреживания аммиака в организме является образование глутамина и аспарагина. Сколько молекул аммиака может связать одна молекула соответствующей аминокислоты? Следует ли рассматривать эти амиды как конечные продукты обмена белков?

Вопросы для итогового контроля по модулю 4

1. Пути распада нуклеиновых кислот до свободных нуклеотидов. Обмен нуклеозидфосфатов. Пути их деструкции. Конечные продукты распада пуриновых и пиримидиновых оснований.
2. Образование пиримидинового цикла из NH_3 , CO_2 и аспарагиновой кислоты в присутствии АТФ при участии соответствующих ферментов. Глутамин, глицин, формиат, CO_2 и аспарагиновая кислота как исходные вещества для биосинтеза пуриновых нуклеотидов.
3. Регуляция соотношения нуклеозид- и дезоксинуклеозидтрифосфатов в клетке. Биосинтез циклического АМФ из АТФ при посредстве аденилатциклазы.
4. Пути распада белков.
5. Гидролиз белков. Метаболизм аминокислот. Преобразование аминокислот по аминогруппе, карбоксильной группе и радикалу: механизмы соответствующих реакций и характеристика ферментов, участвующих в них.
6. Обмен аминокислот как источник возникновения биологически активных соединений (биогенных аминов, коферментов, ростовых веществ, витаминов, гормонов и т.п.).
7. Конечные продукты распада аминокислот. Пути связывания аммиака в организме. Механизм биосинтеза мочевины (орнитиновый цикл). Роль аспарагина и глутамина в связывании аммиака.

Темы для рефератов

1. Синтез и распад простых белков в тканях.
2. Тканевые превращения аминокислот.
3. Судьба продуктов обмена аминокислот.

Темы конспектов по отдельным вопросам раздела

1. Биосинтез пиримидиновых азотистых оснований, ключевые ферменты.
2. Распад пуриновых нуклеотидов.
3. Распад пиримидиновых нуклеотидов.
4. Характеристика и биологическое значение процессов переаминирования, декарбоксилирования и дезаминирования аминокислот.

Темы для проектно-исследовательской работы

1. Изучение количественного содержания белка в продуктах детского питания.
2. Количественное определение РНК колориметрическим методом в дрожжевых экстрактах.

Модуль 5. Биологическое окисление

5.1. Тема: Биологическое окисление. Биоэнергетика

Вопросы для самоподготовки

1. История развития учения о биологическом окислении.
2. Классификация процессов биологического окисления и их локализация в клетке.
3. Основные положения современной теории биологического окисления.
4. Унификация субстратов и энергии окисления. Суть каждого этапа.
5. Цикл лимонной кислоты: химизм и биологическая роль.
6. Устройство и биологическое значение дыхательной цепи.
7. Механизм действия дегидрогеназ основного пути биологического окисления.
8. Сопряжение окисления и фосфорилирования. Коэффициент фосфорилирования.

Вопросы для самопроверки

Для каждой незаконченной фразы нужно выбрать одно верное завершение.

1. Окислительные процессы в клетках с анаэробным обменом протекают только при условии:
 - а) включения кислорода в субстрат,
 - б) взаимодействий, приводящих к образованию диоксипроизводных,
 - в) дегидрирования субстрата,
 - г) процессов, приводящих к образованию монооксипроизводных,
 - д) наличия гидроксилаз.
2. Реакции биологического окисления, протекающие при непосредственном взаимодействии кислорода с субстратом, катализируются:
 - а) дегидрогеназами,
 - б) цитохромами,
 - в) оксидазами,
 - г) гемопротеинами,
 - д) НАД-коферментами.
3. Гидроксилазы ускоряют реакцию включения в субстрат:
 - а) двух атомов кислорода,
 - б) гидроксильной группы,
 - в) перекисной группировки,
 - г) одного атома кислорода,
 - д) нескольких атомов кислорода.
4. Дегидрогеназы, использующие кислород как акцептор, имеют в качестве кофермента:
 - а) никотинамидадениндинуклеотид,
 - б) флавинмонопнуклеотид,
 - в) тиаминпирофосфат,
 - г) пиридоксальфосфат,
 - д) тетрагидрофолиевую кислоту.

5. Поступление в дыхательную цепь митохондрий атомов водорода от восстановленного НАД и сукцината осуществляется при посредстве:
- а) флавопротеинов,
 - б) гемопропротеинов,
 - в) оксигеназ,
 - г) гидроксилаз,
 - д) медь-протеинов.
6. Процесс синтеза АТФ, протекающий сопряженно с реакциями окисления при участии системы дыхательных ферментов митохондрий, называется:
- а) субстратным фосфорилированием,
 - б) свободным окислением,
 - в) окислительным фосфорилированием,
 - г) хемосинтетическим фосфорилированием,
 - д) фотосинтетическим фосфорилированием.
7. Соединением, содержащим макроэргическую связь, является:
- а) глицерофосфат,
 - б) глюкозо-6-фосфат,
 - в) ацетилкоэнзим А,
 - г) янтарная кислота,
 - д) глицин.
8. Выберите правильные парные соответствия ключевых слов (обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, 5) и завершающих предложений (обозначены буквами а, б, в, г, д):
- | | |
|-----------------|--|
| 1) каталаза | а) обеспечивает включение молекулы кислорода в непредельные высшие жирные кислоты с образованием соединений перекисного типа |
| 2) пероксидаза | б) является гемопропротеином, обеспечивающим ускорение реакции переноса электронов за счет изменения валентного состояния атома железа |
| 3) липоксидаза | в) представляет в ряде случаев железопротеин, ускоряющий реакцию включения одного атома кислорода в субстрат в процессе биологического окисления |
| 4) гидроксилаза | г) представляет гемсодержащий белок, переносящий атомы водорода с одной молекулы пероксида водорода на другую |
| 5) цитохром | д) представляет гемсодержащий белок, переносящий атомы водорода с субстрата на пероксид водорода |
9. Энергетически для организма наиболее выгоден обмен углеводов, идущий по пути:
- а) брожения,
 - б) дыхания (дихотомический путь),
 - в) гликолиза,
 - г) дыхания (апотомический путь),
 - д) гликогенолиза.

10. Универсальным аккумулятором, донором и трансформатором энергии в организме является:
- а) 1,3-дифосфоглицериновая кислота,
 - б) фосфоенолпировиноградная кислота,
 - в) гуанозинтрифосфорная кислота,
 - г) аденозинтрифосфорная кислота,
 - д) цитидинтрифосфорная кислота.

Вопросы для итогового контроля по модулю 5

1. Определение понятия «биологическое окисление». Характеристика важнейших оксидоредуктаз первого типа: медьсодержащих оксидаз (аскорбатоксидаза, уриказа, цитрохром-оксидаза); флавопротеидов (оксидаза L-аминокислот, липоилдегидрогеназа, гликолатоксидаза); НАД- и НАДФ-протеидов; железосодержащих переносчиков электронов (негеминной природы – ферродоксины; геминной природы – цитохромы). Ансамбли оксидоредуктаз.
2. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты при посредстве мультиэнзимного комплекса. Цикл трикарбоновых и дикарбоновых кислот.
3. Сопряжение биологического окисления с фосфорилированием. Окислительное фосфорилирование на уровне субстрата и на уровне электротранспортной цепи. Механизм окислительного фосфорилирования на том и другом уровне. Дыхательная цепь ферментов, осуществляющих сопряжение окисления с фосфорилированием (гипотезы сопряжения окисления с фосфорилированным АДФ: химическая, конформационная и хемиосмотическая).
4. Локализация окислительного фосфорилирования в клетке. Митохондрии, их структура и функции; строение митохондриальной мембраны; структура элементарных частиц. Регуляция окислительного фосфорилирования в митохондриях. Разобщение окисления и фосфорилирования.
5. Свободное окисление; переключение с окисления, сопряженного с фосфорилированием, на свободное окисление.
6. Пероксисомы и их функции.
7. Современные представления о механизмах биологического окисления. Два типа оксидоредуктаз в клетке: а) обеспечивающие дегидрирование субстратов и передачу атомов водорода и электронов на кислород и другие акцепторы; б) катализирующие реакции непосредственного включения в субстрат кислорода (оксигеназы и гидроксилазы).
8. Короткие пути окисления.
9. Свободнорадикальное окисление. Активные формы кислорода. Перекисное окисление липидов. Антиоксидантная система клетки.
10. Микросомальное окисление.

Темы для рефератов

1. Микросомальное окисление.
2. Структура и функции протонной АТФазы.
3. Активные формы кислорода. Перекисное окисление липидов. Антиоксидантная система клетки.

Темы конспектов по отдельным вопросам раздела

1. Унификация субстратов и энергии окисления в организме.
2. Цикл трикарбоновых кислот. Характеристика отдельных ферментативных реакций цикла и их энергетическая эффективность.

Темы для проектно-исследовательской работы

1. Сравнительный анализ ферментативной активности сырого и кипяченого молока.

Модуль 6. ОБМЕН УГЛЕВОДОВ

6.1. Тема: Обмен углеводов

Вопросы для самоподготовки

1. Переваривание углеводов:
 - характеристика ферментов желудочно-кишечного тракта, принимающих участие в расщеплении углеводов;
 - судьба конечных продуктов гидролиза экзогенных углеводов;
 - всасывание глюкозы и пути ее использования в организме.
2. Синтез гликогена (гликогенез).
3. Пути распада гликогена:
 - амилолитический (гидролиз), характеристика ферментов, катализирующих данный процесс;
 - фосфоролитический (фосфоролиз), характеристика ферментов, катализирующих данный процесс.
4. Окисление глюкозы:
 - дихотомический путь распада глюкозы в аэробных и анаэробных условиях (сходство и отличие), биологическая роль процессов;
 - апотомический путь распада глюкозы, биологическая роль данного процесса.
5. Глюконеогенез как запасной путь биосинтеза глюкозы и гликогена в организме.

Вопросы для самопроверки

Для каждой незаконченной фразы нужно выбрать одно верное завершение.

1. Моносахариды D-ряда генетически связаны:
 - а) с D-глюкозой,
 - б) с D-фруктозой,
 - в) с D-глицериновым альдегидом,
 - г) с D-аланином,
 - д) с D-рибозой.

2. Глюкоза является:
- а) кетогексозой,
 - б) дисахаридом,
 - в) альдопентозой,
 - г) альдогексозой,
 - д) кетопентозой.
3. Фруктоза является:
- а) кетогексозой,
 - б) альдогексозой,
 - в) кетопентозой,
 - г) альдопентозой,
 - д) дисахаридом.
4. При полном гидролизе крахмала образуется:
- а) амилоза,
 - б) фруктоза,
 - в) глюкоза,
 - г) рибоза,
 - д) глюкозо-1-фосфат.
5. Продуктом кислотного гидролиза гликогена является:
- а) глюкозо-6-фосфат,
 - б) глюкозо-1-фосфат,
 - в) глюкоза,
 - г) фруктозо-6-фосфат
 - д) рибозо-5-фосфат.
6. Реакция $\text{АТФ} + \text{глюкоза} \rightarrow \text{АДФ} + \text{глюкозо-6-фосфат}$ осуществляется при участии:
- а) альдолазы,
 - б) фосфоглюкомутазы,
 - в) фосфорилазы,
 - г) фруктокиназы,
 - д) глюкокиназы.
7. Ферментами гликогенолиза являются все перечисленные, кроме:
- а) енолазы,
 - б) фосфорилазы,
 - в) пируваткиназы,
 - г) фосфофруктокиназы,
 - д) глюкокиназы.
8. Для превращения фруктозо-6-фосфата во фруктозо-1,6-дифосфат, кроме соответствующего фермента, необходим:
- а) АДФ,
 - б) НАДФ,
 - в) АТФ,
 - г) коэнзим А,
 - д) фруктозо-1-фосфат.

9. Глицеральдегидфосфатдегидрогеназа содержит в связанном с белком состоянии:

- а) НАД,
- б) НАДФ,
- в) АТФ,
- г) ионы $\text{Cu}(\text{II})$,
- д) ФМН.

10. Превращение глюкозо-6-фосфата во фруктозо-1,6-дифосфат осуществляется в присутствии:

- а) фосфоглюкомутазы и фосфоорилазы,
- б) фосфоглюкомутазы и альдолазы,
- в) глюкозофосфатизомеразы и фосфофруктокиназы,
- г) глюкозо-фосфатизомеразы и альдолазы,
- д) фосфоглюкомутазы и фосфофруктокиназы.

11. При гликолитическом распаде 1 моля глюкозы образуется:

- а) 1 моль АТФ,
- б) 3 моль АТФ,
- в) 8 моль АТФ,
- г) 38 моль АТФ,
- д) 50 моль АТФ.

12. Выберите правильные парные сочетания (соответствие) ключевых слов (обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, 5) и завершающих предложений (обозначены буквами а, б, в, г, д):

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1) трансальдолаза | а) содержит в качестве кофермента НАДФ |
| 2) глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназа | б) ускоряет реакцию превращения рибулозо-5-фосфата в ксилулозо-5-фосфат |
| 3) пентозофосфат-изомеразы | в) катализирует образование молекулы седогептулозо-7-фосфата из рибозо-5-фосфата и ксилулозо-5-фосфата, содержит тиаминпирофосфат в качестве кофермента и катионы двухвалентных металлов |
| 4) пентозофосфат-эпимеразы | г) обеспечивает каталитический перенос остатка диоксиацетона от кетозы-донора (седогептулозо-7-фосфат или фруктозо-6-фосфат) на альдозу-акцептор (3-фосфоглицеральдегид или эритрозо-4-фосфат) |
| 5) транскетолаза | д) катализирует превращение рибулозо-5-фосфата в рибозо-5-фосфат |

13. Выберите правильные парные сочетания (соответствие) ключевых слов (обозначены цифрами 1, 2, 3, 4) и завершающих предложений (обозначены буквами а, б, в, г, д):

- | | |
|---------------|--|
| 1) НАД | а) кофермент изоцитратдегидрогеназы |
| 2) НАДФ | б) кофермент малатдегидрогеназы |
| 3) НАД и НАДФ | в) кофермент сукцинатдегидрогеназы |
| 4) ФАД | г) кофермент глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы |

14. Выберите правильные парные соответствия ключевых слов или словосочетаний (обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, 5) и завершающих предложений (обозначены буквами а, б, в, г, д):
- | | |
|--|--|
| 1) амило-1,6-глюкозидаза | а) катализирует перенос части полигликозидной цепи у α -1,4-глюкана из положения 4 в положение 6 |
| 2) α -глюкан-ветвящая гликозилтрансфераза | б) расщепляет α -1,4-связи в гликогене |
| 3) фосфорилаза | в) расщепляет α -1,6-связи в амилопектине |
| 4) киназа фосфорилазы В | г) активирует фосфорилазу В путем ее фосфорилирования |
| 5) глюкозо-6-фосфатаза | д) катализирует реакции образования свободной глюкозы как при биосинтезе ее в процессе глюконеогенеза, так и при распаде гликогена |
15. Блюда из картофеля, приготовленные без соли, кажутся невкусными. Имеет ли добавление соли физиологический или только вкусовой смысл?
16. В эксперименте животному произведена перевязка протока поджелудочной железы. Отразится ли это на переваривании углеводов? Почему?
17. Один спортсмен пробежал дистанцию 100 м, а другой – 5 000 м. У которого из них выше содержание молочной кислоты в крови? Почему?
18. Рассчитайте энергетический эффект гликолиза при условии, что субстратом является гликоген, а скорость образования молочной кислоты составляет 0,05 мкмоль на 1 г ткани в 1 час.
19. При аэробном окислении глюкозы исследуемой тканью образуется 54 мкмоль углекислого газа в 1 ч. Чему равна интенсивность потребления глюкозы?
20. Проведен анализ мочи на содержание в ней углеводов. Обнаружена сахароза. Как можно объяснить полученный результат? Связано ли это с функцией пищеварительного тракта?
21. Будет ли амилаза слюны проявлять свою активность в желудке ребенка раннего грудного возраста? Если нет, то почему? Если да, имеет ли это значение в пищеварении ребенка?
22. После кормления молоком у ребенка грудного возраста наблюдается вспучивание живота, отрыжка, расстройство функции кишечника. Каков механизм наблюдаемых негативных явлений?
23. Один альпинист поднялся на высоту 3 000 м, а другой – 5 000 м. По каким метаболитам углеводного обмена можно было определить, на какую высоту поднялся каждый альпинист? Объясните механизм наблюдаемых различий.
24. Известно, что энергетическая эффективность аэробного дихотомического распада глюкозы составляет 38 АТФ. Однако в печени в результате данного процесса выделяется только 36 АТФ. Как можно объяснить это явление?

25. Известно, что гексокиназная реакция, приводящая к образованию фруктозо-6-фосфата в печени, ингибируется глюкозой. Как можно в подобной ситуации объяснить тот факт, что 80 % всей фруктозы метаболизируется именно в печени?
26. Почему при голодании происходит торможение гликолиза?
27. Известно, что восстановленный НАДФ, образующийся в результате апопомического окисления глюкозы, не проходит через митохондриальную мембрану и, следовательно, не может окисляться дыхательной цепью с сопутствующим образованием АТФ. И тем не менее пентозофосфатный путь генерирует АТФ. Как можно объяснить это явление?

Вопросы для итогового контроля по модулю 6

1. Обмен глюкозо-6-фосфата (дихотомический путь).
2. Обмен пировиноградной кислоты.
3. Гликолиз и гликогенолиз в аэробных и анаэробных условиях.
4. Химизм спиртового брожения.
5. Особая роль нуклеозиддифосфатсахаров в гликозилтрансферазных реакциях, обеспечение специфического биосинтеза олиго- и полисахаридов при их посредстве.
6. Синтез разветвленных молекул полисахаридов (глюкан-ветвящая гликозилтрансфераза и механизм ее действия).
7. Пентозо-фосфатный путь окисления глюкозы.
8. Глюконеогенез.

Темы для рефератов

1. Особенности метаболизма углеводов у микроорганизмов.
2. Особенности метаболизма углеводов у растений.
3. Регуляция метаболизма углеводов в клетке.
4. Клинические аспекты метаболизма углеводов.

Темы конспектов по отдельным вопросам раздела

1. Апопомический путь окисления глюкозы.
2. Глюконеогенез как запасной путь биосинтеза глюкозы и гликогена в организме.

Темы для проектно-исследовательской работы

1. Изучение содержания молочной кислоты в различных сортах мяса.
2. Количественное определение продуктов углеводного обмена.

Модуль 7. ОБМЕН ЛИПИДОВ

7.1. Тема: Обмен липидов

Вопросы для самоподготовки

1. Переваривание жиров:
 - условия, необходимые для расщепления экзогенных жиров;
 - парные желчные кислоты, их роль в переваривании жиров;
 - продукты гидролиза жира в пищеварительном тракте и механизм их всасывания в кишечнике.
2. Тканевый липолиз:
 - ферменты, участвующие в расщеплении эндогенных жиров;
 - судьба конечных продуктов распада тканевых жиров.
3. Окисление глицерина в тканях.
4. β -окисление предельных и ненасыщенных высших жирных кислот с нечетным и четным количеством атомов углерода в молекуле. Сходство и отличие этих процессов.
5. Биосинтез кетоновых тел.
6. Биосинтез глицерина из белков и углеводов.
7. Биосинтез высших жирных кислот.
8. Биосинтез нейтральных жиров и фосфатидов. Сходство и отличие этих процессов.

Вопросы для самопроверки

Для каждой незаконченной фразы нужно выбрать одно верное завершение.

1. α -сложноэфирные связи в молекулах триглицеридов подвергаются ферментативному гидролизу при участии:
 - а) фосфолипазы,
 - б) алиэстеразы,
 - в) липазы,
 - г) неспецифической эстеразы,
 - д) ацетилхолинэстеразы.
2. Глицерин, образовавшийся при распаде триглицеридов, независимо от пути его дальнейшего превращения в организме, прежде всего:
 - а) окисляется,
 - б) фосфорилируется,
 - в) восстанавливается,
 - г) метилируется,
 - д) ацилируется.

3. Высшие жирные кислоты в процессе их деструктивного обмена разрушаются преимущественно путем:
- восстановления,
 - α -окисления,
 - β -окисления,
 - ω -окисления,
 - декарбоксилирования,
4. При биосинтезе высших жирных кислот в мембране эндоплазматического ретикулула клетки углекислый газ используется:
- для образования пировиноградной кислоты,
 - при превращении малонил-КоА в β -кетобутирил-КоА,
 - для синтеза ацетил-КоА из одноуглеродных фрагментов,
 - для АТФ-зависимого синтеза малонил-КоА из ацетил-КоА,
 - при переходе β -кетацилпроизводных в β -оксиацилпроизводные.
5. Фосфатидная кислота синтезируется в результате:
- фосфорилирования глицерина,
 - восстановления фосфодиоксиацетона,
 - гидролиза сложных эфиров,
 - расщепления фосфоангидридов высших жирных кислот,
 - трансацилирования глицерофосфата.
6. Донором фосфохолина при биосинтезе фосфатидов является:
- уридиндифосфохолин,
 - цитидиндифосфохолин,
 - гуанозиндифосфохолин,
 - аденозиндифосфохолин,
 - тимидиндифосфохолин.
7. Выберите правильные парные соответствия ключевых слов или словосочетаний (обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, 5) и завершающих предложений (обозначены буквами а, б, в, г, д):
- | | |
|-------------------------|--|
| 1) ацетоацетил-КоА | а) образуется в качестве первого продукта при деструктивном обмене ацетил-КоА |
| 2) ацетил-КоА | б) превращается в β -окси- β -метилглутарил-КоА, соединяясь с молекулой ацетил-КоА |
| 3) мевалоновая кислота | в) синтезируется из β -окси- β -метилглутарил-КоА |
| 4) глиоксиловая кислота | г) шунтирует большую часть цикла три- и дикарбоновых кислот, соединяясь с молекулой ацетил-КоА |
| 5) цитрил-КоА | д) представляет конечный, быстро расходуемый продукт β -окисления высших жирных кислот |
8. У грудного ребенка в желудочном соке обнаружена высокоактивная липаза, тогда как у взрослого пациента ее не нашли. Свидетельствуют ли эти данные о патологическом явлении?

9. У больного при зондировании двенадцатиперстной кишки установлена задержка оттока желчи из желчного пузыря. Влияет ли это на переваривание жиров?
10. При лечебном голодании пациент несколько дней не получал пищу. Изменится ли содержание глюкозы и свободных жирных кислот в крови?
11. У ребенка, страдающего расстройством функции желудочно-кишечного тракта, выявлены признаки рахита. Каков механизм связи между наблюдаемыми явлениями?
12. Проведен анализ желудочного сока взрослого человека. Обнаружена ахлоргидрия. Будут ли в этих условиях перевариваться жиры в желудке? Если нет, то почему? Если да, то какие и почему?
13. Известно, что для всасывания высших жирных кислот в кишечнике необходимо в 2-4 раза большее количество парных желчных кислот, чем вырабатывается печенью. Объясните механизм данного явления.

Вопросы для итогового контроля по модулю 7

1. Распад жиров. Гидролиз их при участии липазы и алиэстеразы.
2. Обмен глицерина. Механизмы α - и β -окисления высших жирных кислот, их локализация в клетке и соотношение в животном и растительном царстве.
3. Обмен ацетил-КоА.
4. Механизм биосинтеза высших жирных кислот; малонил-КоА как акцептор ацильных остатков.
5. Строение и механизм действия синтетазы высших жирных кислот (работы Ф. Линена). Локализация биосинтеза высших жирных кислот в клетке.
6. Механизм биосинтеза триглицеридов, роль ацилтрансфераз (моно- и диглицеридтрансацилаз) в этом процессе.
7. Фосфатидные кислоты – промежуточные продукты в биосинтезе триглицеридов.
8. Биосинтез фосфолипидов.
9. Биосинтез и распад холестерина.

Темы для рефератов

1. Синтез высших жирных кислот.
2. Биосинтез фосфолипидов.

Темы конспектов по отдельным вопросам раздела

1. Биосинтез и распад холестерина.
2. Биосинтез холина.

Темы для проектно-исследовательской работы

1. Сравнительный анализ содержания жира в молоке, на основе его переваривания липазой.
2. Определение общего содержания липидов в тканях.

Модуль 8. ГОРМОНЫ И РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

8.1. Тема: Гормоны, структура и функции

Вопросы для самоподготовки

1. История развития учения о гормонах (эндокринологии). Эндокринные железы.
2. Номенклатура и классификация гормонов.
3. Гормоны гипоталамуса.
4. Гормоны гипофиза. Специфическая функция гормонов передней доли гипофиза.
5. Гормоны поджелудочной железы: инсулин и глюкагон (структура, механизм активации проинсулина, влияние на обмен углеводов, жиров и белков, гипопродукция инсулина – сахарный диабет).

Вопросы для самопроверки

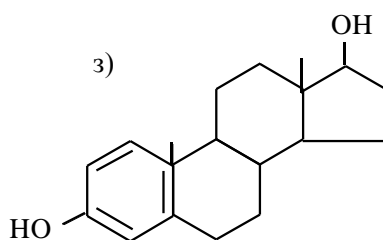
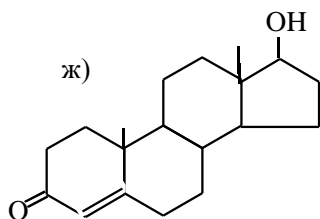
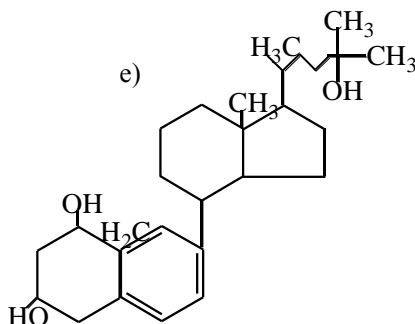
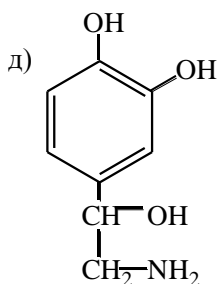
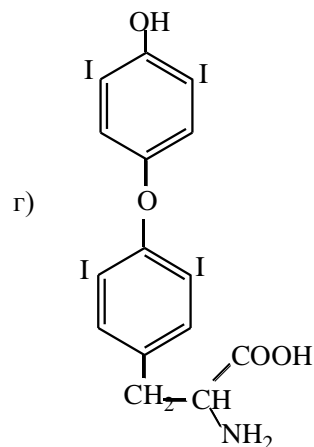
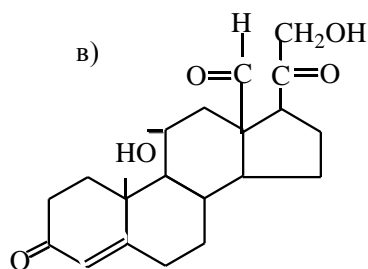
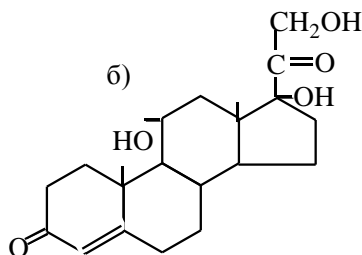
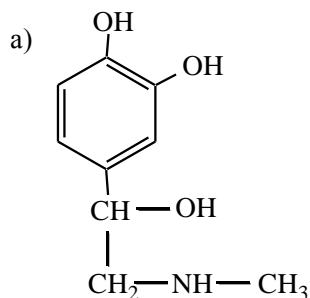
1. Распределите перечисленные гормоны по группам (1, 2, 3) в соответствии с их химическим строением:

1) белки	а) паратгормон
2) стероиды	б) прогестерон
3) производные аминокислот	в) трийодтиронин
	г) инсулин
	д) кортизол
	е) тиротропин
	ж) соматотропин
	з) кортикотропин
2. Выберите симптомы, характерные для сахарного и несахарного диабета.

1) гипергликоземия	а) характерно для сахарного диабета
2) полиурия	б) характерно для несахарного диабета
3) кетонемия	в) характерно для обоих случаев
4) ацидоз	г) не характерно ни для одного из состояний
5) азотемия	
3. Выберите изменения, характерные для сахарного и стероидного диабета.

1) гипергликоземия	а) характерно для стероидного диабета
2) кетонемия	б) характерно для сахарного диабета
3) полиурия	в) характерно для обоих случаев
4) гипертензия	г) не характерно ни для одного из состояний
5) гипогликоземия	

4. Установите соответствие между структурной формулой гормона и его названием:



- | | |
|-----------------|--------------------|
| 1) адреналин | 5) эстрадиол |
| 2) альдостерон | 6) тетраiodтиронин |
| 3) норадреналин | 7) тестостерон |
| 4) кальцитриол | 8) кортизол |

5. Два человека больны сахарным диабетом. Один – пожилой – страдает ожирением, у другого – молодого человека – вес тела существенно ниже нормы. В чем причина различия направленности обмена липидов?

8.2. Тема: Гормоны, структура и функции

Вопросы для самоподготовки

1. Гормоны мозгового вещества надпочечников: адреналин и норадреналин (структура, биосинтез, влияние на метаболические процессы).
2. Стероидные гормоны: кортикостероиды и половые гормоны. Химическое строение и биологическая роль кортизона, альдостерона, эстрадиола, прогестерона, тестостерона.
3. Гормоны щитовидной железы. Йодтиронины: структура, биосинтез, биологическая роль, гипо- и гиперпродукция (кретинизм, микседема, эндемический зоб, базедова болезнь).
4. Гормоноиды. Простагландины: строение, биологическая роль.

Вопросы для самопроверки

1. К указанным гормонам подберите соответствующие органы-мишени:
 - 1) кальцитонин а) почки
 - 2) альдостерон б) костная ткань
 - 3) кальцитриол в) кишечник
 - 4) паратгормон г) печень
 - 5) глюкагон
2. Выберите гормоны, которые обеспечивают указанные изменения в органах мишенях:
 - 1) стимулирует распад гликогена в печени и мышцах а) адреналин
 - 2) стимулирует липолиз в жировой ткани б) инсулин
 - 3) стимулирует глюконеогенез в) кортизол
 - 4) усиливает катаболизм аминокислот в мышцах
 - 5) увеличивает скорость поступления глюкозы в клетки мышц и жировой ткани
 - 6) стимулирует синтез жиров в жировой ткани
3. Расставьте цифры в порядке, отражающем последовательность событий, происходящих в гепатоците под влиянием адреналина:
 - а) гликоген → глюкозо-1-фосфат,
 - б) аденилатциклаза неактивная → аденилатциклаза активная,
 - в) адреналин → комплекс гормон-рецептор,
 - г) протеинкиназа неактивная → протеинкиназа активная,
 - д) фосфоорилаза «б» → фосфоорилаза «а»,
 - е) АТФ → цАМФ.
4. Выберите изменения, характерные для избыточной секреции кортизола и альдостерона:
 - 1) повышение концентрации натрия в плазме крови а) характерно для гиперальдостеронизма
 - 2) гипоглюкоземия б) характерно для гипокортицизма
 - 3) гипертензия в) характерно для обоих заболеваний
 - 4) увеличение 17-кетостероидов в моче г) не характерно ни для одного
 - 5) повышенное выведение натрия с мочой
 - 6) нарушение водно-электролитного обмена

5. При поступлении в организм небольшого количества углеводов усиливаются процессы депонирования энергетического материала. Укажите гормоны, обеспечивающие эти процессы, и изменения метаболизма, возникающие в органах-мишенях под влиянием этих гормонов.

8.3. Тема: Взаимосвязь различных видов обмена. Гормоны. Регуляция обменных процессов

Вопросы для самоподготовки

1. Взаимосвязь различных видов обмена. Ключевые метаболиты: 3-фосфоглицериновый альдегид, пировиноградная кислота, ацетил-КоА, глюкозо-6-фосфат, щавелево-уксусная кислота, α -кетоглутаровая кислота.
2. Внутриклеточная система регуляции обменных процессов.
3. Внеклеточные системы регуляции: гуморальная, эндокринная, нервная.
4. Основные механизмы регуляторного действия гормонов: мембранный или локальный; мембранно-цитозольный или косвенный; цитозольный или прямой.

Вопросы для самопроверки

1. При поступлении в организм большого количества углеводов усиливаются процессы депонирования энергетического материала.

Выберите гормоны, обеспечивающие эти процессы:

- 1) глюкагон
- 2) альдостерон
- 3) адреналин
- 4) инсулин
- 5) кальцитонин
- 6) кортизол

Выберите изменения метаболизма, возникающие в органах-мишенях под влиянием выбранных Вами гормонов:

- а) усиление синтеза гликогена в печени
- б) усиление синтеза жиров из углеводов
- в) усиление распада гликогена в печени и мышцах
- г) увеличение скорости поступления глюкозы и аминокислот в ткани
- д) ускорение липолиза в жировой ткани
- е) ускорение глюконеогенеза в печени

2. Выберите симптомы, характерные для голодания и сахарного диабета:

- | | |
|--------------------|---|
| 1) гипергликоземия | а) характерно для голодания |
| 2) кетонемия | б) характерно для сахарного диабета |
| 3) гипогликоземия | в) характерно для обоих случаев |
| 4) глюкозурия | г) не характерно ни для одного из состояний |
| 5) полиурия | |
| 6) алкалоз | |
| 7) ацидоз | |

3. Используя цифровые обозначения, представьте последовательность событий, обеспечивающих стимуляцию глюконеогенеза при голодании:

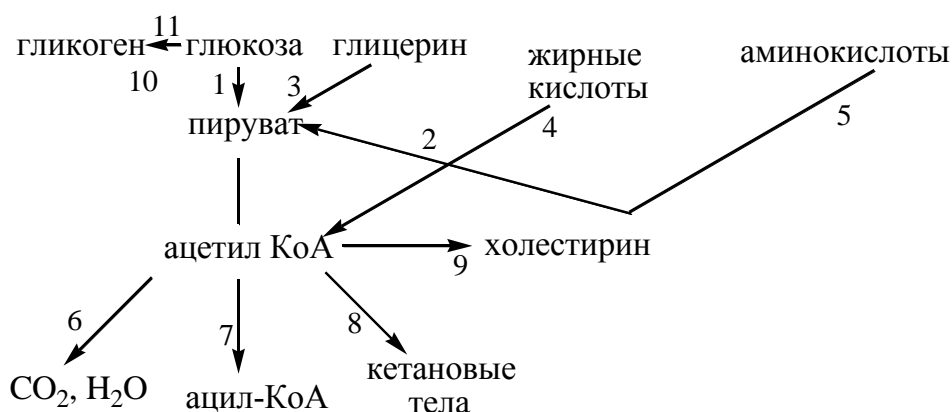
- 1) проникновение кортизола в клетки печени,
- 2) синтез и секреция кортиколиберина,
- 3) взаимодействие кортизола с рецептором,
- 4) взаимодействие кортикотропина с рецептором,
- 5) связывание комплекса гормон-рецептор с хроматином,
- 6) активация аденилатциклазы,
- 7) синтез и секреция кортизола,
- 8) связывание кортизола с транскортином,
- 9) синтез и секреция кортикотропина,
- 10) индукция синтеза ферментов глюконеогенеза.

4. Как изменится скорость перечисленных ниже процессов, происходящих в печени после приема пищи, богатой углеводами в период пищеварения (увеличится, уменьшится, не изменится)?

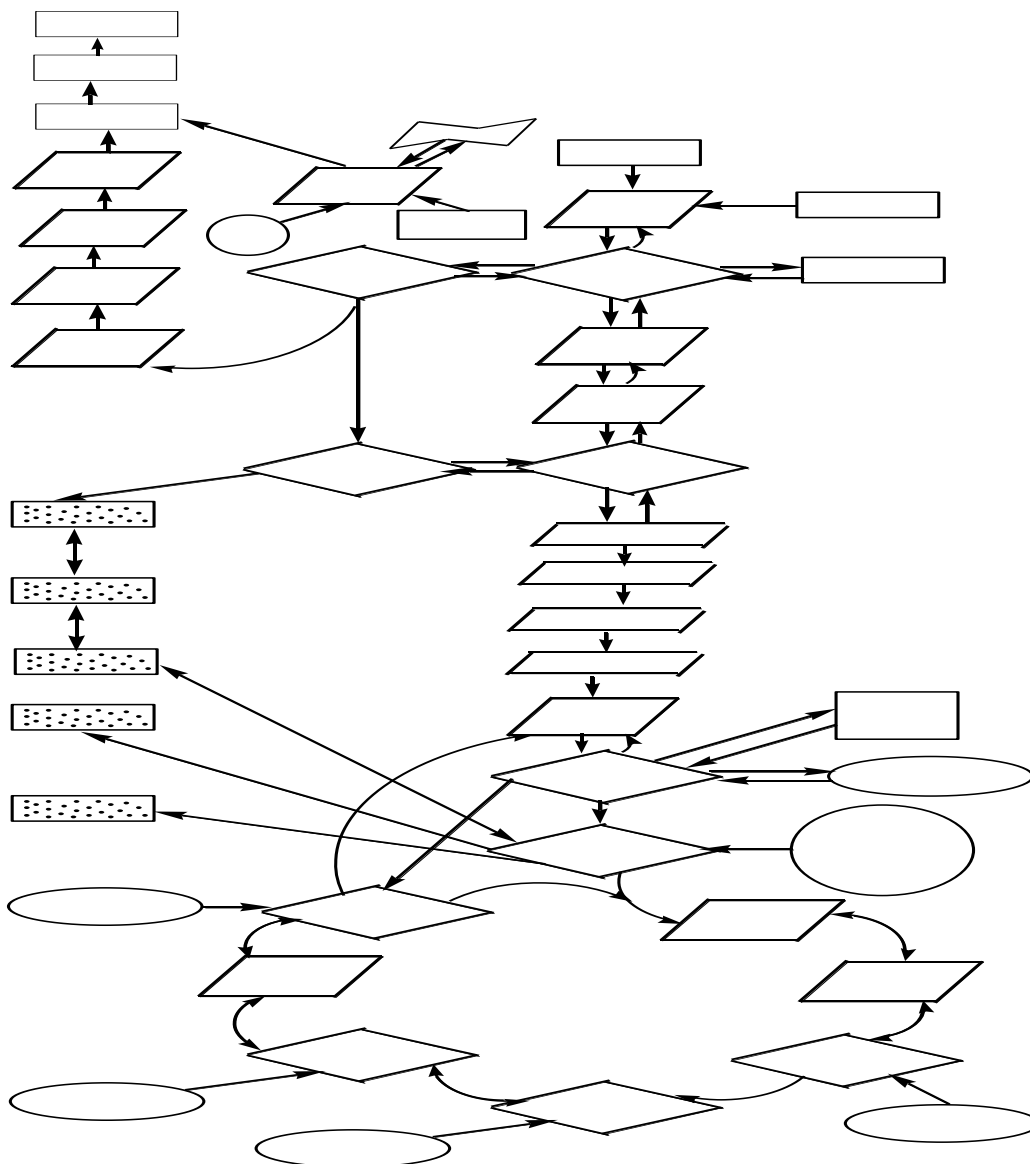
- 1) синтез гликогена,
- 2) синтез мочевины,
- 3) синтез глюкозы,
- 4) синтез кетоновых тел,
- 5) синтез фосфолипидов,
- 6) синтез альбуминов.

5. Перечислите номера реакций обмена ацетил-КоА в печени, скорость которых увеличится:

- а) после еды,
- б) при голодании,
- в) при сахарном диабете.



6. Заполните схему:



Вопросы для итогового контроля по модулю 8

1. История развития учения о гормонах.
2. Определение понятия «гормоны».
3. Причины обособления гормонов в процессе эволюции живой материи.
4. Номенклатура и классификация гормонов.
5. Пептидные гормоны: структура и функция.
6. Гормоны гипоталамуса и гипофиза.
7. Нейроэндокринные взаимосвязи.
8. Характеристика важнейших пептидных гормонов (окситоцин, вазопрессин, глюкагон, инсулин, адренкортикотропный гормон, тиреотропин, соматотропный гормон).
9. Механизм действия пептидных гормонов.
10. Прочие гормоны: адреналин, тироксин, ауксины, гиббереллины, простагландины. Их структура, механизм действия.
11. Стероидные гормоны: строение, свойства и функциональная активность кортикостерона, тестостерона, эстрадиола.
12. Механизм действия стероидных гормонов.

13. Биосинтез стероидных гормонов и его регуляция.
14. Роль циклической АМФ в регуляции биосинтеза стероидных гормонов.
15. Мембранный тип действия гормонов. Мембранно-внутриклеточный механизм регуляции обмена веществ.
16. Работа аденилат- и гуанилатциклазных систем. Участие ионов кальция в регуляции активности ферментов.
17. Цитозольный механизм действия гормонов.
18. Влияние гормонов на скорость ферментативных реакций: изменение активности ферментов путем ингибирования и активирования, изменение количества ферментов путем индукции и репрессии их биосинтеза или путем изменения скорости их распада; влияние на проницаемость мембран клеток и клеточных органоидов.
19. Общие положения о взаимосвязи обмена веществ в организме.
20. Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и белков. Первичность возникновения белков и вторичность появления нуклеиновых кислот в процессе развития живой материи. Конкретные формы взаимосвязи обмена белков и нуклеиновых кислот.
21. Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и углеводов. Роль 5-фосфорibuлезо-1-пирофосфата в биосинтезе пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Сопряжение окисления углеводов и биосинтеза нуклеозидтрифосфатов. Нуклеозиддифосфатсахара как коферменты и субстраты в биосинтезе сложных углеводов.
22. Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и липидов. Фосфорилирование АДФ сопряжено с окислением высших жирных кислот. Нуклеозиддифосфохолин как центральный метаболит при биосинтезе фосфатидов.
23. Взаимосвязь белкового и углеводного обмена. Роль пировиноградной кислоты в осуществлении перехода от углеводов к белкам и обратно. Иные формы связи белкового и углеводного обмена.
24. Взаимосвязь обмена белков и липидов. Синтез аминокислот за счет превращений ацетил-КоА в цикле трикарбоновых и дикарбоновых кислот. Липопротеидные мембраны и биосинтез белков.
25. Взаимосвязь обмена углеводов и липидов; роль ацетил-КоА в этом процессе.
26. Обмен веществ как единое целое.

Темы для рефератов

1. Гормоноподобные вещества: метаболиты арахидоновой кислоты – простагландины, лейкотриены, цитокины (биосинтез, структура, механизм действия).
2. Водно-минеральный обмен и его регуляция.

Темы конспектов по отдельным вопросам раздела

1. Определение, общая характеристика гормонов.
2. Классификации гормонов по строению, источнику выделения и механизму действия.
3. Механизмы действия гормонов: мембранный, мембранно-цитозольный, цитозольный.

Темы для проектно-исследовательской работы

1. Анализ содержания адреналина в крови.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Димитриев, А.Д. Биохимия: учеб. пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2010. – 165 с.
2. Биохимия: учеб. для вузов / ред. Е.С. Северин. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 779 с.
3. Комов, В.П. Биохимия: учеб. для вузов / В.П. Комов. – М.: Дрофа, 2004. – 639 с.

Дополнительная литература

4. Биохимия человека: в 2 т. / Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл; пер. с англ. В.В. Борисова, Е.В. Дайниченко; под ред. Л.М. Гиномдана. – М.: Мир: Бином. Лаборатория знаний. – Т.1. – 2009.
5. Биохимия человека: в 2 т. / Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл; пер. с англ. В.В. Борисова, Е.В. Дайниченко; под ред. Л.М. Гиномдана, В.И. Кандора. – М.: Мир: Бином. Лаборатория знаний. – Т.2. – 2009.
6. Филиппович, Ю.Б. Практикум по общей биохимии / Ю.Б. Филиппович, Т.А. Егорова, Г.А. Севастьянова. – М.: Просвещение, 1982.
7. Филиппович, Ю.Б. Упражнения и задачи по биологической химии / Ю.Б. Филиппович, Г.А. Севастьянова, Л.И. Щеголева. – М.: Просвещение, 1986.
8. Филиппович, Ю.Б. Основы биохимии / Ю.Б. Филиппович. – М.: Высшая школа, 1985.
9. Березов, Т.Т. Биологическая химия: учебник / Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 1998.
10. Биохимия. Тесты и задачи: учеб. пособие / под ред. Е.С. Северина. – М.: Веди, 2005.
11. Биохимия: краткий курс с упражнениями и задачами / под ред. Е.С. Северина, А.Я. Николаева. – М.: ГЕОТАР-МЕД, 2001.
12. Геннис, Р. Биомембраны: Молекулярная структура и функции / Р. Геннис. – М.: Мир, 1997.
13. Гилберт, С. Биология развития / С. Гилберт. – М.: Мир, 1995.
14. Жеребцов, Н.А. Биохимия: учебник / Н.А. Жеребцов, Т.А. Попова, В.Г. Артюхов. – Воронеж: Изд-во Воронежского госуд. ун-та, 2002.
15. Кольман, Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рем, пер. с нем. – М.: Мир, 2000.
16. Курилова, Т.В. Механизмы гормональной регуляции метаболизма и физиологических функций / Т.В. Курилова, Т.М. Соболевская, Д.З. Шибкова. – Челябинск, 1993.
17. Ленинджер, А. Биохимия / А. Ленинджер. – М.: Мир, 1976.
18. Мецлер, Д. Биохимия / Д. Мецлер. – М.: Мир, 1980.
19. Мусил, Я. Современная биохимия в схемах / Я. Мусил [и др.]. – М.: Мир, 1981.
20. Пустовалова, Л.М. Практикум по биологической химии / Л.М. Пустовалова. – Ростов-н/Д: Феникс, 1999.
21. Страйер, Л. Биохимия / Л. Страйер. – М.: Мир, 1984.
22. Строев, Е.А. Биологическая химия / Е.А. Строев. – М.: Высшая школа, 1986.
23. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия: учеб. для вузов / Н.А. Тюкавкина. – М.: Дрофа, 2004.
24. Уайт, А. Основы биохимии / А. Уайт [и др.]. – М.: Мир, 1981.
25. Чиркин, А.А. Практикум по биохимии: учеб. пособие / А.А. Чиркин. – Минск: Новое знание, 2002.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
АУДИТОРНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	6
Модуль 1. БЕЛКИ	8
Краткое содержание модуля	8
1.1. Тема: Идентификация функциональных групп, радикалов аминокислот, типа связи в белке. Уровни организации белковой молекулы	11
Лабораторная работа 1. Цветные реакции на белки и аминокислоты	11
1.2. Тема: Физико-химические свойства белков	12
Лабораторная работа 2. Реакции осаждения белков	12
1.3. Тема: Методы выделения, разделения и очистки белков и аминокислот	14
Лабораторная работа 3. Очистка и разделение белков и аминокислот	14
Модуль 2. ФЕРМЕНТЫ	16
Краткое содержание модуля	16
2.1. Тема: Классификация и номенклатура ферментов	18
Лабораторная работа 4. Общие свойства ферментов	18
2.2. Тема: Молекулярные основы механизма действия ферментов	21
Лабораторная работа 5. Количественное определение активности каталазы, катализирующей расщепление пероксида водорода с образованием молекулярного кислорода (по А.Н. Баху и А.И. Опарину)	21
Модуль 3. СЛОЖНЫЕ БЕЛКИ	22
Краткое содержание модуля	22
3.1. Тема: Витамины и витаминоподобные вещества	25
Лабораторная работа 6. Количественное определение аскорбиновой кислоты иодометрическим методом	25
3.2. Тема: Сложные белки – хромопротеины и углеводбелковые комплексы	26
Лабораторная работа 7. Выделение муцина и его гидролиз	26
Лабораторная работа 8. Определение сахаров в моче	26
Лабораторная работа 9. Открытие железа в гемоглобине	27
Лабораторная работа 10. Получение кристаллов гемина	28
Лабораторная работа 11. Определение конъюгированного и общего билирубина в крови по методу Ендрассика-Грофа	28
3.3. Тема: Липиды и сложные белки – липопротеины	29
Лабораторная работа 12. Количественное определение йодного числа или степени непредельности жира	29

Лабораторная работа 13. Эмульгирование жира с использованием желчи, соды, мыла и белка в качестве эмульгаторов	30
Лабораторная работа 14. Обнаружение фосфора в фосфолипидах	31
3.4. Тема: Сложные белки – нуклеопротеины	31
Лабораторная работа 15. Извлечение нуклеопротеинов дрожжей	31
Лабораторная работа 16. Изучение химического состава рибонуклеопротеинов дрожжей	32
МОДУЛЬ 4. ОБМЕН БЕЛКОВ И НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ	33
Краткое содержание модуля	33
4.1. Тема: Обмен нуклеотидов и нуклеиновых кислот	34
Лабораторная работа 17. Определение мочевой кислоты в моче колориметрическим методом (по Мюлер-Зейферу)	34
4.2. Тема: Обмен белков	35
Лабораторная работа 18. Количественное определение белка по биуретовой реакции	35
Лабораторная работа 19. Качественное обнаружение белка и мочевины в моче	36
Лабораторная работа 20. Количественное определение белка в моче по методу Робертса–Стольников	36
Лабораторная работа 21. Количественное определение аминного азота методом формольного титрования	37
МОДУЛЬ 5. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ	38
Краткое содержание модуля	38
5.1. Тема: Биологическое окисление. Биоэнергетика	40
Лабораторная работа 22. Обнаружение активности тирозиназы	40
Лабораторная работа 23. Обнаружение дегидрогеназ лимонного цикла	41
Лабораторная работа 24. Обнаружение дегидрогеназ в молоке (реакция Шардингера)	41
МОДУЛЬ 6. ОБМЕН УГЛЕВОДОВ	42
Краткое содержание модуля	42
6.1. Тема: Обмен углеводов	43
Лабораторная работа 25. Количественное определение сахара в крови по методу Хагедрона–Иенсена	43
Лабораторная работа 26. Обнаружение фосфотриоз в мышечной ткани	45
Лабораторная работа 27. Обнаружение молочной кислоты	45
МОДУЛЬ 7. ОБМЕН ЛИПИДОВ	46
Краткое содержание модуля	46
7.1. Тема: Обмен липидов	47

Лабораторная работа 28. Качественные реакции на кетоновые тела	47
Лабораторная работа 29. Качественная реакция на желчные кислоты	47
Лабораторная работа 30. Переваривание жира молока липазой	48
Модуль 8. ГОРМОНЫ И РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	48
Краткое содержание модуля	49
8.1. Тема: Гормоны, структура и функции	50
Лабораторная работа 31. Цветные реакции на инсулин	50
8.2. Тема: Гормоны, структура и функции	51
Лабораторная работа 32. Качественные реакции на гормоны	51
Лабораторная работа 33. Количественное определение адреналина по Фолину	51
8.3. Тема: Взаимосвязь различных видов обмена. Гормоны. Регуляция обменных процессов	52
Лабораторная работа 34. Общий анализ мочи	52
ВНЕАУДИТОРНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	53
Модуль 1. БЕЛКИ	55
1.1. Тема 1: Идентификация функциональных групп, радикалов аминокислот, типа связи в белке. Уровни организации белковой молекулы	55
Вопросы для самоподготовки	55
Вопросы для самопроверки	55
1.2. Тема: Физико-химические свойства белков	56
Вопросы для самоподготовки	56
Вопросы для самопроверки	56
1.3. Тема: Методы выделения, разделения и очистки белков и аминокислот	57
Вопросы для самоподготовки	57
Вопросы для самопроверки	57
Вопросы для итогового контроля по модулю 1	58
Темы для рефератов	59
Темы конспектов по отдельным вопросам раздела	59
Темы для проектно-исследовательской работы	59
Модуль 2. ФЕРМЕНТЫ	60
2.1. Тема: Классификация и номенклатура ферментов	60
Вопросы для самоподготовки	60
Вопросы для самопроверки	60
2.2. Тема: Молекулярные основы механизма действия ферментов	61
Вопросы для самоподготовки	61
Вопросы для самопроверки	61

Вопросы для итогового контроля по по модулю 2	62
Темы для рефератов	62
Темы конспектов по отдельным вопросам раздела	63
Темы для проектно-исследовательской работы	63
Модуль 3. СЛОЖНЫЕ БЕЛКИ	63
3.1. Тема: Витамины и витаминоподобные вещества	63
Вопросы для самоподготовки	63
Вопросы для самопроверки	63
3.2. Тема: Сложные белки – хромопротеины и углеводбелковые комплексы	66
Вопросы для самоподготовки	66
Вопросы для самопроверки	66
3.3. Тема: Липиды и сложные белки – липопротеины	68
Вопросы для самоподготовки	68
Вопросы для самопроверки	68
3.4. Тема: Сложные белки – нуклеопротеины	70
Вопросы для самоподготовки	70
Вопросы для самопроверки	70
Вопросы для итогового контроля по модулю 3	72
Темы для рефератов	73
Темы конспектов по отдельным вопросам раздела	74
Темы для проектно-исследовательской работы	74
Модуль 4. ОБМЕН БЕЛКОВ И НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ	74
4.1. Тема: Обмен нуклеотидов и нуклеиновых кислот	74
Вопросы для самоподготовки	74
Вопросы для самопроверки	74
4.2. Тема: Обмен белков	76
Вопросы для самоподготовки	76
Вопросы для самопроверки	77
Вопросы для итогового контроля по модулю 4	79
Темы для рефератов	79
Темы конспектов по отдельным вопросам раздела	79
Темы для проектно-исследовательской работы	79
Модуль 5. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ	80
5.1. Тема: Биологическое окисление. Биоэнергетика	80
Вопросы для самоподготовки	80
Вопросы для самопроверки	80
Вопросы для итогового контроля по модулю 5	82

Темы для рефератов	82
Темы конспектов по отдельным вопросам раздела	83
Темы для проектно-исследовательской работы	83
Модуль 6. ОБМЕН УГЛЕВОДОВ	83
6.1. Тема: Обмен углеводов	83
Вопросы для самоподготовки	83
Вопросы для самопроверки	83
Вопросы для итогового контроля по модулю 6	87
Темы для рефератов	87
Темы конспектов по отдельным вопросам раздела	87
Темы для проектно-исследовательской работы	87
Модуль 7. ОБМЕН ЛИПИДОВ	88
7.1. Тема: Обмен липидов	88
Вопросы для самоподготовки	88
Вопросы для самопроверки	90
Вопросы для итогового контроля по модулю 7	90
Темы для рефератов	90
Темы конспектов по отдельным вопросам раздела	90
Темы для проектно-исследовательской работы	90
Модуль 8. ГОРМОНЫ И РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	91
8.1. Тема: Гормоны, структура и функции	91
Вопросы для самоподготовки	91
Вопросы для самопроверки	91
8.2. Тема: Гормоны, структура и функции	93
Вопросы для самоподготовки	93
Вопросы для самопроверки	93
8.3. Тема: Взаимосвязь различных видов обмена. Гормоны. Регуляция обменных процессов	94
Вопросы для самоподготовки	94
Вопросы для самопроверки	94
Вопросы для итогового контроля по модулю 8	96
Темы для рефератов	97
Темы конспектов по отдельным вопросам раздела	97
Темы для проектно-исследовательской работы	97
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	98

Учебное издание

Лисун Наталья Михайловна

Зырянова Юлия Макаровна

**ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ-БАКАЛАВРОВ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Учебное пособие

ISBN 978-5-906777-88-1

Работа рекомендована РИСом университета.

Протокол № 11 (пункт 9) от 21.04.2016

Экспертиза В.А. Сычев

Издательство ЧГПУ

454080, Челябинск, пр. Ленина, 69

Редактор О.В. Угрюмова

Компьютерная верстка О.М. Нежиренко

Объем 5,03 уч.-изд. л.

Подписано в печать 07.07.2016

Формат 60x84/8

Тираж 100 экз.

Заказ №

Бумага типографская

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии ЧГПУ

454080, Челябинск, пр. Ленина, 69