

**ФГБОУ ВО НОВОСИБИРСКИЙ ГАУ
ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ**

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические указания для контрольной и самостоятельной работ

НОВОСИБИРСК 2019

УДК 577.1 (07)
ББК 28.672, я 7
Б 633

Кафедра физиологии и биохимии человека и животных

Составители: канд. биол. наук, доцент О.С. Котлярова,
аспирант С.М. Чыдым

Рецензент: канд. вет. наук, доцент И.М. Зубарева

Биологическая химия: методические указания для контрольной и самостоятельной работ/ Новосиб. гос. аграр. ун-т; Ф-т ветеринарной медицины; сост.: О.С. Котлярова, С.М. Чыдым. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2019. – 75 с.

Методические указания предназначены для студентов очной и заочной формы обучения по дисциплине «Биологическая химия» по направлению подготовки: 36.03.01 – Ветеринарно-санитарная экспертиза и специальности 36.05.01 – Ветеринария.

Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом ФВМ (протокол №21 от 11 апреля 2019).

Содержание

Введение.....	4
Раздел 1. Содержание и организация самостоятельной работы	6
Тема 1. Введение в курс биологической химии.	7
Тема 2. Химия белков. Аминокислоты.....	12
Тема 3. Ферменты и нуклеиновые кислоты.....	17
Тема 4. Химия углеводов	29
Тема 5. Химия липидов	35
Тема 6. Химия витаминов	39
Тема 7. Обмен веществ. Обмен белков	41
Тема 8. Обмен углеводов.	46
Тема 9. Обмен липидов.	51
Тема 10. Регуляция обмена веществ в организме.	57
Тема 11. Биоэнергетика.....	62
Раздел 2. Методические указания и задания к контрольной работе.....	66
Библиографический список	74

Введение

Биохимия является одной из фундаментальных дисциплин, обеспечивающих подготовку современных специалистов в области биологии и химии. Значительное место в профессиональной подготовке студентов по биохимии занимает самостоятельная работа, для которой и предназначено данное учебное пособие. Содержащиеся в пособии материалы развивают системный многоуровневый подход к усвоению курса биохимии и способствуют оперативному контролю и самоконтролю знаний

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- о химической структуре и превращение молекул в живой материи, а также изучить химические основы процессов жизнедеятельности всего организма.

Уметь:

- соблюдать технику безопасности при работе в лаборатории; оказывать первую помощь при несчастном случае; обрабатывать посуду;

- готовить реактивы для биохимических исследований; правильно интерпретировать результаты биохимических исследований, их ценность для комплексной диагностики состояния обмена веществ у животных;

- дать квалифицированные рекомендации по коррективке нарушения обмена веществ у животных; осуществлять подбор биохимических методов исследования белков, липидов, углеводов, минеральных веществ, ферментов и т.д.

Владеть:

- навыками работы с приборами для биохимических анализов;

- методикой расчетов результатов анализов;

- калориметрическими, рефрактометрическими, рН-метрическими и др. методиками исследования;

- навыками определения состояния обмена веществ по биохимическим показателям крови и мочи животных.

Дисциплина Биохимия в соответствии с требованиями ФГОС ВО направлена на формирование следующих вузовских профессиональных (ВПК) компетенций по направлению подготовки 19.03.04 – Технология продукции и организация общественного питания:

1. Способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ВПК-1).

Дисциплина Биохимия в соответствии с требованиями ФГОС ВО направлена на формирование следующих обще профессиональных (ОПК-5, 6) и профессиональных (ПК-1) компетенций по направлению 06.03.01 – Биология:

2. способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности (ОПК-5).

3. способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой (ОПК-6),

4. способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ (ПК-1).

Дисциплина Биохимия в соответствии с требованиями ФГОС ВО направлена на формирование следующих вузовских профессиональных (ВПК) компетенций по направлениям подготовки 19.03.03 – продукты питания животного происхождения, 19.03.02 – Продукты питания из растительного сырья:

1. Способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ВПК-1).

Раздел 1. Содержание и организация самостоятельной работы

Методические указания по самостоятельной работе студентов являются частью учебно-методического комплекса дисциплины «Биологическая химия», включающего конспект лекций, учебную программу, лабораторный практикум,

Самостоятельная работа студентов по курсу «Биологическая химия» включает изучение теоретического материала, написание контрольной работы, работу с научной, учебной, методической литературой. В методических указаниях приведены вопросы для самостоятельной проработки теоретического материала, тестовые задания и темы для написания контрольной работы. Приводится список литературы, необходимой для самостоятельной подготовки.

Самостоятельная работа способствует развитию у студента таких необходимых навыков, как выбор и решение поставленной задачи, сбор и аналитический анализ опубликованных данных, умение выделять главное и делать обоснованное заключение. Самостоятельная работа способствует развитию у студентов навыков самостоятельного исследования, научного и литературного саморедактирования.

Структура самостоятельной работы студентов

1. Подготовка и выполнение контрольной работы по разделу «Введение в курс биологической химии».
2. Подготовка и выполнение контрольной работы по разделу «Химия белков. Аминокислоты».
3. Подготовка к устному опросу по разделу «Ферменты и нуклеиновые кислоты».
4. Подготовка и выполнение контрольной работы по разделу «Химия углеводов».
5. Подготовка и выполнение контрольной работы по разделу «Химия липидов».

6. Подготовка и выполнение контрольной работы, подготовка реферата по разделу «Химия витаминов».
7. Подготовка и выполнение контрольной работы по разделу «Обмен веществ. Обмен белков».
8. Подготовка к устному опросу по разделу «Обмен углеводов».
9. Подготовка к тестированию по разделу «Обмен липидов».
10. Подготовка и выполнение контрольной работы по разделу «Регуляция обмена веществ в организме».
11. Подготовка и выполнение контрольной работы по разделу «Биоэнергетика».

Содержание тематического блока и задания для проработки изученных материалов

Тема 1. Введение в курс биологической химии.

Кровь животного характеризуется относительным постоянством величины рН, учитывая, что активность ферментных систем находится в тесной связи с этим показателем. Действительно, многочисленные биохимические процессы в организме протекают при строго определенных величинах рН. Так, величина рН крови лошади равна 7,2-7,6; крупного рогатого скота — 7,3-7,5; свиней — 7,8-7,9; собак — 7,3-7,4.

В организм животного с кормами поступают соединения кислого и щелочного характера. Дополнительно в результате эндогенных химических реакций в организме постоянно образуются различные органические и минеральные кислоты (H_2CO_3 , H_3PO_4 , H_2SO_4 , HCl), а также щелочнореагирующие соединения (аммиак, креатин, отдельные аминокислоты). Однако эта ситуация не изменяет величины рН тканей благодаря наличию в ней буферных систем крови, легких, почек.

Буферные системы крови являются первой линией защиты против изменений концентраций H^+ . Межклеточные буферные системы, быстро

реагируя, предупреждают падение рН в крови при усилении продукции H^+ в результате метаболизма. Однако они не способны удалить избыток H^+ .

Легкие представляют вторую линию защиты против изменения концентрации H^+ . Дыхание стимулируется при падении в крови рН, в результате чего усиливается частота дыхательных движений и удаление CO_2 . Однако избыток кислоты или основания не может быть удален через легкие.

Почки представляют третью линию защиты против нарушений кислотно-щелочного отношения в организме. Почки нормализуют концентрацию H^+ в тканях организма, экскретируя HCO_3^- при алкалозе, и экскретируя H^+ , и продуцируя HCO_3^- при ацидозе. Для этого требуется несколько часов.

Наиболее важными буферными системами крови являются: бикарбонатная, фосфатная, система «гемоглобин — оксигемоглобин», белки плазмы крови. Обычно буферная система представлена слабой кислотой и солью этой кислоты. Буферная емкость (сила буферной системы) крови очень велика; для смещения рН крови к ней следует добавить в 320 раз больше кислоты, чем к такому же количеству воды.

Бикарбонатная буферная система плазмы крови представлена уголекислотой (H_2CO_3) и бикарбонатом натрия (NaHCO_3) в соотношении 1:20. В количественном плане эта система составляет 53% от общей буферности крови. При поступлении в кровь более сильных кислот, которые теоретически могли бы вызвать существенный сдвиг величины рН, этого не происходит, так как кислота реагирует с бикарбонатом буфера, в результате чего наступает увеличение количества не этой сильной кислоты, а слабой угольной кислоты. Избыток угольной кислоты возбуждает дыхательный центр, и при поступлении ее с кровью в капилляры легких она разлагается на воду и уголекислый газ.

Таким образом, вместо избытка слабой H_2CO_3 и величина рН крови остается неизменной. В случае поступления основных продуктов, способных изменить величину рН крови, за счет участия в реакции угольной кислоты происходит увеличение содержания бикарбонатов:

Подобным образом действует и фосфатная буферная система, которая состоит из двух солей фосфорной кислоты с различной степенью выраженности кислотных свойств (NaH_2PO_4 и Na_2HPO_4) в соотношении 1:4. При этом с более кислыми продуктами реагирует Na_2HPO_4 (двузамещенный фосфат):

Со щелочными продуктами реагирует однозамещенный фосфат буфера — NaH_2PO_4 . В результате реакции получают менее щелочной продукт — двузамещенный фосфат.

Обладая слабо выраженными кислыми или основными свойствами, эти фосфаты не накапливаются в тканях, а выделяются с мочой из организма.

Способность белков проявлять как кислые, так и основные свойства объясняет буферное действие белков плазмы крови. В составе полипептидных цепей белковых молекул имеются остатки активно ионизирующих диамино- и дикарбоновых кислот. Основания подавляют диссоциацию боковых радикалов диаминокислот, и тогда белок ведет себя как кислота (HPr).

Кислоты подавляют диссоциацию боковых радикалов дикарбоновых аминокислот, и в этом случае белок выступает как соль.

Буферные свойства гемоглобина объясняются как его белковой природой, так и способностью находиться в двух формах — в форме гемоглобина и оксигемоглобина. Оба белка являются слабыми кислотами (HNB и HNBO_2), однако оксигемоглобин — более сильная кислота по сравнению с гемоглобином и угольной кислотой, тогда как гемоглобин, лишенный кислорода, как кислота является слабее угольной кислоты. Созданию буферных систем гемоглобина способствует высокое содержание в эритроцитах калия. В эритроцитах различают две буферные системы.

Взаимодействуя с угольной кислотой, калиевая соль гемоглобина приводит к образованию вместо более сильной угольной кислоты более слабой — гемоглобина, степень кислотности которого значительно ниже.

В этом видна связь буферного действия гемоглобина с его ролью в транспорте углекислоты от тканей к легким.

Организм животного постоянно продуцирует большие количества кислот; основной кислотой является угольная, которая в норме экскретируется через легкие. Неспособность легких выполнять эту функцию приводит к сдвигу рН тканей в кислую сторону (ацидоз) или в щелочную сторону (алкалоз). Ацидоз и алкалоз являются причиной дисбаланса между образованием и потерей ионов H^+ .

Различают два типа ацидоза и алкалоза: респираторные и метаболические. Респираторный (газовый) ацидоз является результатом гиповентиляции легких (слабое удаление CO_2), что приводит к аккумуляции кислот в тканях. Так, закупорка дыхательных путей, болезни центральной нервной системы вызывают острый респираторный ацидоз. Хронический респираторный ацидоз имеет место при хронических болезнях легких, например, при эмфиземе. Примером метаболического ацидоза может быть накопление в организме молочной кислоты, образующейся в повышенном количестве при недостатке кислорода в тканях в результате снижения функции сердечно-сосудистой системы.

Типичны ацидозы и при кетозах, когда в тканях организма идет усиленный, но неполный распад жиров с накоплением кислых кетоновых тел (ацетон, ацетоуксусная и [3-гидрокси- масляная кислоты). Ацидозы могут отмечаться при высококонцентрированном или силосно-жомовом кормлении, при диарее у молодняка, вследствие потери щелочного содержимого кишечника. При борьбе с ацидозами часто используется лактат натрия, в результате метаболизма которого образуется бикарбонат натрия.

Более частой причиной алкалозов является гипервентиляция легких в результате беспокойства животного, а также лихорадки, отравления салицилатами. Алкалозы могут возникнуть при частых рвотах с потерями больших количеств кислого желудочного содержимого. Алкалоз может быть при передозировке животному карбоната кальция. При гипервентиляции

легких рН крови может достигать 7,8-8,0. Однако гипервентиляция не протекает длительно, чтобы стать критической для животного.

На кислотно-щелочное равновесие влияет характер кормления животного. Корма животного происхождения подкисляют организм. В мясных кормах сравнительно много фосфора и серы, при окислении которых образуются радикалы соответствующих кислот. Растительные корма содержат много органических солей, которые подщелачивают организм.

Для оценки кислотно-щелочного равновесия принято определять резервную щелочность крови. Резервная щелочность — это количество миллилитров углекислоты, которое может связаться в форме бикарбоната 100 мл плазмы крови. В норме величина резервной щелочности плазмы крови для крупного рогатого скота 46-66 об% CO_2 , для свиней — 45-55, для лошадей — 56-80 об% CO_2 . Снижение этих величин характерно для ацидозов, а увеличение — для алкалозов.

Задание 1.1. Буферные системы крови

I. Проработайте:

по учебникам:

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.
3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).

следующие разделы:

1. Буферные системы крови.
2. Буферная емкость крови.

II. Ответьте на следующие вопросы.

1. Активная реакция среды и методы ее определения.
2. Титруемая, активная и резервная кислотность.
3. Буферные системы. Их свойства.
4. Буферная емкость растворов.
5. Дисперсные системы. Дисперсная фаза и дисперсная среда.
6. Ацетатная буферная система.

III. Напишите формулы:

- 1) фосфатной буферной системы;
- 2) карбонатной буферной системы;
- 3) ацетатной буферной системы.

Тема 2. Химия белков. Аминокислоты

Термин «протеин» ввел голландский ученый Г. Мульдер и обозначил его «Pr», по его мнению, белок имел следующую формулу $C_{40} H_{62} N_{10} O_{12}$. Белок сыворотки крови – $10PrS_2P$. Открытие белков привело к тому, что их стали считать важнейшими органическими соединениями, с которыми связана жизнь. Развитие биологической науки полностью подтвердило особое значение белков для живых организмов. Они выполняют важнейшие функции в живых организмах. С ними связан иммунитет, биологический катализ, сократимость мышечных волокон и ряд других неизменно важных функций.

Молекулярная масса белков колеблется в пределах от 1000 до нескольких миллионов атомных единиц. Опыты показали, что в состав белков входят 20 органических соединений, получивших название – аминокислоты. Всего насчитывается больше 100 аминокислот, но в состав растительных и живых организмов входят только 20. В составе микробов, вирусов могут находиться другие аминокислоты, но человеком и животными эти аминокислоты не усваиваются. В состав аминокислоты входит

обязательно аминогруппа и карбоксильная группа.

Аминокислоты обладают оптической активностью, то есть, способностью отклонять плоскость поляризованного луча влево или вправо. Поэтому признаку их делят на L и D аминокислоты. В состав растительных и живых организмов входят только L-аминокислоты. D-аминокислоты или правовращающиеся встречаются у микробов, грибов и некоторых других соединений. Организмом человека и животных эти аминокислоты не усваиваются.

Аминокислоты по своему строению могут иметь различное количество функциональных групп. Так существуют аминокислоты, имеющие в своем составе две аминогруппы и одну карбоксильную группу. Например, лизин. Существуют аминокислоты, состоящие из 1-ой карбоксильной и 2-х токсильных групп. Их называют моноаминодикарбоновые. Например, аспарагиновая кислота. Имеются ещё циклические аминокислоты, в основе которых лежит бензольное или гетероциклическое кольцо.

В современной классификации белки делят на протеины (простые белки) и протеиды (сложные белки). Простые белки состоят только из аминокислот, сложные белки состоят из небелковой части, которая может быть представлена углеводом, липидом, нуклеиновой кислотой, металлом и др. соединениями.

Пептиды, природные или синтетические соединения, молекулы которых построены из остатков α-аминокислот, соединенных между собой пептидными (амидными) связями $C(O)NH$. Могут содержать в молекуле также неаминокислотный компонент (например, остаток углевода). По числу аминокислотных остатков, входящих в молекулы пептидов, различают дипептиды, трипептиды, тетрапептиды и т.д. Пептиды, содержащие до 10 аминокислотных остатков, называются олигопептидами, содержащие более 10 аминокислотных остатков полипептидами.

Задание 2.1. АМИНОКИСЛОТЫ И ПЕПТИДЫ

I. Проработайте:

по учебникам:

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.
3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).

следующие разделы:

1. Аминокислотный состав белков.
2. Пептиды.

II. Ответьте на следующие вопросы.

1. Почему аминокислоты обладают амфотерными свойствами?
2. В виде каких ионов существуют моноаминомонокарбоновые аминокислоты в интервале значений pH от 4,0 до 9,0?
3. Чем объясняются основные свойства лизина и кислотные свойства аспарагиновой кислоты?
4. Какие аминокислоты обладают измеримой буферной емкостью при физиологических значениях pH тканей и органов (7,1—7,4)?
5. В какой области значений pH и почему находится изоэлектрическая точка: а) кислой; б) нейтральной; в) основной аминокислоты?
6. Какие аминокислоты (кислые, основные или нейтральные) преобладают в составе пептида, если изоэлектрическая точка его лежит в слабокислой среде?
7. В какой среде (кислой, нейтральной, щелочной) лежит изоэлектрическая точка следующих пептидов: а) (H) асп-гли-вал-цис(OH); б) (H) фен-ала-мет-глн (OЩ; в) (H) цис-ала-иле-тир-цис-асп (OH)?

8. Какой из пептидов: а) сер-глю-цис-тир-асп или б) вал-лиз-мет-фен-тир будет обладать большей растворимостью в воде при pH 7,0?

9. Каков суммарный заряд пептидов: а) глутатиона восстановленного; б) (Н)мет-тре-вал-про-фен(ОН); в) (Н)иле-арг-лиз(ОН); г) (Н)асн-про-тре-цис(ОН) — в кислой, нейтральной и щелочной средах? Напишите в ионном виде формулы указанных пептидов.

III. Напишите структурные формулы:

1) протеиногенных аминокислот, обладающих: а) анионными; б) катионными; в) гидрофобными радикалами;

2) протеиногенных аминокислот, имеющих в своем составе: а) серу; б) гетероциклическое кольцо; в) гидроксильную группу;

3) оптических изомеров валина, изолейцина, фенилаланина и триптофана;

4) всех трипептидов, которые можно получить из следующих аминокислот: а) аланин, пролин, гистидин; б) глицин, глутаминовая кислота, фенилаланин; в) аспарагин, серин, аргинин; дайте названия полученным пептидам.

Задание 2.2. СТРУКТУРА БЕЛКОВОЙ МОЛЕКУЛЫ

I. Проработайте:

по учебникам:

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.

3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).

следующие разделы:

1. Доказательства пептидной теории строения белка.
2. Тонкое строение полипептидной цепи.
3. Первичная структура белка и методы ее определения.
4. Видовая и мутационная вариабельность в аминокислотной последовательности белков.
5. Вторичная структура белковой молекулы — параметры α -спирали; β -структура белковой молекулы.
6. Надвторичная структура белков.
7. Третичная структура белков.
8. Четвертичная структура белка.

II. Ответьте на следующие вопросы.

1. Каковы доказательства полипептидной теории строения белковой молекулы?
2. Что понимают под первичной структурой белка?
3. В какой мере выяснена в настоящее время первичная структура белка?
4. Какова последовательность операций, лежащая в основе расшифровки первичной структуры белка традиционными методами?
5. Какие ферменты используют при расшифровке первичной структуры белка?
6. В чем выражается видовая специфичность первичной структуры инсулина, и каковы вариации первичной структуры нормального гемоглобина и гемоглобулина S человека?
7. В чем проявляется принцип тождества и аналогии в первичной структуре различных белков?
8. Что понимают под вторичной структурой белковой молекулы?
9. Каково тонкое строение пептидной связи (длина связи, вид сопряжения, копланарность, транс-конфигурация)?
10. Какие типы конфигураций полипептидной цепи наиболее часто встречаются среди белков?

11. Каковы параметры α -спирали (шаг спирали, число аминокислотных остатков в витке, высота аминокислотного остатка, период идентичности)?
12. Что представляет собой β -структура полипептидной цепи? Каким образом ориентированы водородные связи, стабилизирующие α -спирали и β -слои, относительно оси белковой молекулы?
13. На каких экспериментальных данных базируются работы, в которых предсказана вторичная структура белков?
14. Что понимают под надвторичной структурой?
15. Что понимают под третичной структурой белка? Какие виды взаимодействий поддерживают третичную структуру белковой молекулы?
16. Каков перечень аминокислот, радикалы которых участвуют в образовании ковалентных, водородных, ионных связей и гидрофобных взаимодействий при формировании третичной структуры белка?
17. Что понимают под четвертичной структурой белка?
18. Чем отличаются олигомерное и агрегированное состояния от четвертичной структуры белка?
19. Какие типы взаимодействий способствуют соединению протомера в мультимер?
20. Сколько субъединиц содержится в молекулах гемоглобина, вируса табачной мозаики и лактатдегидрогеназы и каково их пространственное расположение?
21. Какие классы выделяют среди белков в соответствии с представительством в составе их молекул α -спиралей и β -слоев?

Тема 3. Ферменты и нуклеиновые кислоты

Ферменты, или энзимы, представляют собой высокоспециализированный класс веществ белковой природы, используемый живыми организмами для осуществления с высокой скоростью многих тысяч взаимосвязанных химических реакций, включая синтез, распад и взаимопревращение огромного множества разнообразных химических

соединений. Жизнь и многообразие ее проявлений – сложная совокупность химических реакций, катализируемых специфическими ферментами.

Учение о витаминах – витаминология – в настоящее время выделено в самостоятельную науку, хотя еще 100 лет назад считали, что для нормальной жизнедеятельности организма человека и животных вполне достаточно поступления белков, жиров, углеводов, минеральных веществ и воды.

Витамины – это пищевые незаменимые факторы, которые, присутствуя в небольших количествах в пище, обеспечивают нормальное развитие организма животных и человека и адекватную скорость протекания биохимических и физиологических процессов. Нарушения регуляции процессов обмена и развитие патологии часто связаны с недостаточным поступлением витаминов в организм, полным отсутствием их в потребляемой пище либо нарушениями их всасывания, транспорта или, наконец, изменениями синтеза коферментов с участием витаминов. В результате развиваются авитаминозы – болезни, возникающие при полном отсутствии в пище или полном нарушении усвоения какого-либо витамина. Известны так называемые гиповитаминозы, обусловленные недостаточным поступлением витаминов с пищей или неполным их усвоением. Практически у человека встречаются именно эти последние формы заболевания, т.е. состояния относительной недостаточности витаминов. В некоторых районах стран Азии, Африки и Южной Америки, где население употребляет однообразную, преимущественно растительную, пищу, встречаются иногда случаи полного авитаминоза. В литературе описаны также патологические состояния, связанные с поступлением чрезмерно больших количеств витаминов в организм (гипервитаминозы). Эти заболевания встречаются реже, чем гиповитаминозы, однако описаны случаи гипервитаминозов А, D, К и др.

Многие расстройства обмена веществ при авитаминозах обусловлены, как теперь установлено, нарушениями деятельности или активности ферментных систем, поскольку многие витамины входят в состав простетических групп ферментов.

Коферменты (от лат. со- - приставка, означающая совместность, и ферменты) (коэнзимы), органические природные соединения, необходимые для осуществления каталитического действия ферментов. Эти вещества, в отличие от белкового компонента фермента (апофермента), имеют сравнительно небольшую молекулярную массу и, как правило, термостабильны.

Задание 3.1. ОКСИДОРЕДУКТАЗЫ И ТРАНСФЕРАЗЫ

I. Проработайте:

по учебникам:

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.
3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).

следующие разделы:

1. Общие понятия о ферментах. Строение ферментов. Активный и регуляторный центры молекулы фермента.
2. Номенклатура и классификация ферментов.
3. Механизм действия ферментов. Роль витаминов как коферментов в каталитическом процессе.
4. Оксидоредуктазы, их характеристика.
5. Пиридинферменты, их коферменты НАД, НАДФ в окисленной и восстановленной формах.
6. Флавинпротеины, их коферменты ФМН, ФАД в окисленной и восстановленной формах.

7. Убихинонпротеины, их функции. Цитохромы, их классификация и функции.

8. Понятие об ансамбле оксидоредуктаз в дыхательной цепи.

9. Трансферазы. Подклассы трансфераз и их коферменты: фосфотрансферазы, аминотрансферазы, гликозилтранс-феразы, ацилтрансферазы. Механизм реакции переаминирования с участием витамина В₆.

II. Ответьте на следующие вопросы.

1. Какие важнейшие классы ферментов и их коферменты вы знаете? Какие принципы положены в основу современной научной номенклатуры ферментов?

2. Каков смысл четырех чисел, составляющих шифр каждого индивидуального фермента?

3. Какие соединения служат коферментами первичных дегидрогеназ (пиридинпротеинов) и вторичных дегидрогеназ (флавинпротеинов)?

4. Какова структура и функции убихинонов?

5. Какова последовательность ферментов в оксидоредуктазном ансамбле (дыхательной цепи митохондрий)?

6. Каков перечень важнейших коферментов трансфераз? В каких процессах эти коферменты участвуют?

7. Каков механизм реакции переаминирования с участием пиридоксальфосфата в качестве кофермента?

8. К какому из классов и подклассов следует отнести ферменты, ускоряющие превращения:

а) аспартат + пируват \longleftrightarrow аланин + оксалоацетат;

б) глутамат + пируват \longleftrightarrow аланин + 2-оксоглутарат;

в) α -D-глюкопираноза + аденозинтрифосфат \longleftrightarrow глюкозо-6-фосфат + аденозиндифосфат;

г) β -D-фруктофураноза + АТФ \longleftrightarrow фруктозо-6-фосфат + АДФ;

д) лактат + НАД⁺ \longleftrightarrow пируват + НАДН+Н⁺;

е) оксалоацетат + НАДН+Н⁺ \longleftrightarrow малат + НАД⁺;

ж) NH₃ + CO₂ + АТФ

з) сахароза + Н₃РO₄ \longleftrightarrow глюкозо-1-фосфат + фруктоза;

и) УДФ-глюкоза + фруктозо-6-фосфат \longleftrightarrow УДФ + сахарозо-6-фосфат?

9. Какие важнейшие оксидоредуктазы и фосфаттрансферазы участвуют в реакциях детоксикации?]

III. С использованием структурных формул всех субстратов и коферментов осуществите нижеперечисленные превращения, дайте систематические названия соответствующим ферментам и укажите их класс и подкласс:

1) лактат + НАД⁺ \longleftrightarrow пируват + НАДН+Н⁺;

2) этанол + НАД⁺ \longleftrightarrow ацетальдегид + НАДН+Н⁺;

3) глюкозо-6-фосфат + НАДФ⁺ \rightarrow 6-фосфоглюконо-5-лактон + НАДФН+Н⁺;

4) гликолат + ФМН + O₂ \rightarrow глиоксилат + ФМН • Н₂ + Н₂O₂;

5) сукцинат + ФАД \rightarrow фумарат + ФАД • Н₂;

6) УДФ-глюкоза + глюкозо-6-фосфат \rightarrow УДФ + ?;

7) ацетил-КоА + глутамат \rightarrow HSKoA + N-ацетилглутамат;

8) тирозин + 2-оксоглутарат \longleftrightarrow п-оксифенилпируват + ?;

9) аспартат + пируват \longleftrightarrow аланин + ?;

10) глутамат + оксалоацетат \longleftrightarrow 2-оксоглутарат + ?;

11) сахароза + Н₃РO₄ \longleftrightarrow α,D-глюкопиранозо-1-фосфат + ?;

12) глутамат \rightarrow α-кетоглутарат \rightarrow сукцинат \rightarrow фумарат \rightarrow малат.

Задание 3.2. ГИДРОЛАЗЫ, ЛИАЗЫ, ИЗОМЕРАЗЫ И ЛИГАЗЫ

I. Проработайте:

по учебникам:

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших

учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.

3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).

следующие разделы:

1. Общее понятие о коферментах, витаминах и их классификации.
2. Строение и биологическая роль жирорастворимых витаминов А и D.
3. Строение и биологическая роль в обмене веществ водорастворимых витаминов В₁ и В₃.
4. Механизм действия ферментов.
5. Номенклатура и классификация ферментов.
6. Характеристика гидролаз, лиаз, лигаз и изомераз.

II. Ответьте на следующие вопросы.

1. Каковы принципы номенклатуры и классификации витаминов?
2. Какие ферменты относят к классу: а) гидролаз; б) лиаз; в) лигаз; г) изомераз?
3. Какова специфичность действия пепсина, трипсина и химотрипсина на пептидные связи?
4. Какова роль ограниченного протеолиза в образовании активных форм ферментов?
5. Какова классификация протеиназ в соответствии с механизмом их каталитического действия и строением активного центра?
6. Какие витамины и их производные являются простетическими группами карбоксилаз кетокислот и аминокислот?
7. Каковы основные этапы современной схемы механизма

ферментативного катализа?

8. Каков механизм действия ферментов? Охарактеризуйте на примере холинэстеразы.

9. Какова сущность современных концепций, объясняющих высокую эффективность биологического катализа?

10. Какие природные катализаторы называются абзимами? Каковы перспективы их практического использования?

11. Какие вещества называются рибозимами? Каково место рибозимов в эволюции биологического катализа?

3.3. Биохимия нуклеиновых кислот

В наше время трудно назвать область естествознания, которую не интересовала бы проблема структуры и функций нуклеиновых кислот. Несмотря на огромный прогресс, достигнутый в последние десятилетия при изучении химического состава и строения нуклеиновых кислот, много проблем предстоит еще решить для выяснения зависимости между структурой и биологической ролью нуклеиновых кислот. Нет сомнения, что именно на этом пути научного поиска исследования нуклеиновых кислот будут сделаны открытия, имеющие огромное значение для биологии, медицины и всей науки о живом. Эпохальное открытие принципа комплементарности нуклеиновых кислот позволило проникнуть в тайны не только тонкой структуры этих биополимеров, но и механизмов синтеза и воспроизведения биологических макромолекул. Нуклеиновые кислоты выполняют ряд важных биологических функций, не свойственных другим полимерным веществам. В частности, они обеспечивают хранение и передачу наследственной информации и принимают непосредственное участие в механизмах реализации этой информации путем программирования синтеза всех клеточных белков. Структурные компоненты нуклеиновых кислот выполняют, кроме того, функции кофакторов (коэнзим А, уридин-дифосфат-глюкоза и др.), аллостерических

эффекторов, входят в состав коферментов (никотинамидадениндинуклеотид, флавинадениндинуклеотид и др.), принимая тем самым непосредственное участие в обмене веществ, а также в аккумуляровании (накоплении), переносе и трансформации энергии. Они являются предшественниками вторичных посредников (мессенджеров) – циклических мононуклеотидов (цАМФ и цГМФ), выполняющих важную функцию в передаче внутриклеточных сигналов.

Нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК) относятся к сложным высокомолекулярным соединениям, состоят из небольшого числа индивидуальных химических компонентов более простого строения. Так, при полном гидролизе нуклеиновых кислот (нагревание в присутствии хлорной кислоты) в гидролизате обнаруживают пуриновые и пиримидиновые основания, углеводы (рибоза и дезоксирибоза) и фосфорную кислоту.

В молекуле ДНК углевод представлен дезоксирибозой, а в молекуле РНК – рибозой, отсюда их названия: дезоксирибонуклеиновая (ДНК) и рибонуклеиновая (РНК) кислоты. Кроме того, они содержат фосфорную кислоту, по два пуриновых и по два пиримидиновых основания; различия только в пиримидиновых основаниях: в ДНК содержится тимин, а в РНК – урацил. В составе ДНК и РНК открыты так называемые минорные (экзотические) азотистые основания.

Углеводы (рибоза и дезоксирибоза) в молекулах ДНК и РНК находятся в β -D-рибофуранозной форме.

Молекула пурина состоит из двух конденсированных колец: пиримидина и имидазола.

В составе нуклеиновых кислот встречаются три главных пиримидиновых основания: цитозин, урацил и тимин.

Помимо главных пиримидиновых оснований, в составе нуклеиновых кислот открыты минорные пиримидиновые основания, 5-метил- и 5-оксиметилцитозин, дигидроурацил, псевдоурацил, 1-метилурацил, оротовая кислота, 5-карбоксиурацил, 4-тиоурацил и др. Забегая несколько вперед, укажем, что только для тРНК список минорных оснований приближается к

50. На долю минорных оснований приходится до 10% всех нуклеотидов тРНК, что имеет, очевидно, важный физиологический смысл (защита молекулы РНК от действия гидролитических ферментов). Структурные формулы ряда минорных пиримидиновых оснований представлены в форме нуклеозидов – соединений с углеводным компонентом: О локализации и количественном содержании нуклеиновых кислот в клетках получены определенные данные. Доказано, что количественное содержание ДНК в клетках одного и того же организма отличается удивительным постоянством и исчисляется несколькими пикограммами, однако в клетках разных видов живых организмов имеются существенные количественные различия в содержании ДНК. Хорошо известно также, что ДНК преимущественно сосредоточена в ядре, а в митохондриях и хлоропластах содержится только небольшой процент клеточной ДНК. О количестве РНК нет точных данных, поскольку содержание ее в разных клетках в значительной степени определяется интенсивностью синтеза белка. На долю РНК приходится около 5–10% от общей массы клетки. Современная классификация различных типов клеточной РНК основывается на данных топографии, функции и молекулярной массы. Выделяют три главных вида РНК: матричную (информационную) – мРНК, которая составляет 2–3% от всей клеточной РНК; рибосомную – рРНК, составляющую 80–85% и транспортную – тРНК, которой около 16%. Эти 3 вида различаются нуклеотидным составом и функциями.

Задание 3.3. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ДНК И РНК

I. Проработайте:

по учебникам:

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.

3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).

следующие разделы:

1. Химический состав нуклеиновых кислот.
2. Молекулярная масса, содержание и локализация в клетке ДНК и РНК.
3. Виды ДНК и РНК.
4. Строение структурных элементов нуклеиновых кислот.
5. Нуклеотидный состав ДНК и РНК.
6. Первичная структура ДНК.
7. Вторичная структура ДНК.
8. Третичная структура ДНК.
9. Свойства ДНК.
10. Структура и функции транспортных РНК.
11. Структура и функции рибосомных РНК.
12. Структура и функции матричных РНК.

II. Ответьте на следующие вопросы.

1. Какие вещества образуются при полном гидролизе нуклеиновых кислот?
2. Чем отличаются нуклеозиды от нуклеотидов?
3. Какие минорные азотистые основания встречаются в ДНК?
4. При помощи каких связей нуклеотидные остатки соединены в полинуклеотидные цепи?
5. Каковы различия в химическом составе молекул ДНК и РНК?
6. Каковы функции ДНК и РНК в клетке?
7. Какие виды ДНК (исходя из локализации ее в клетке) известны в настоящее время?

8. В чем состоит принцип комплементарности в строении нуклеиновых кислот?
9. В чем суть правил Чаргаффа?
10. Каковы основные параметры (шаг, число пар нуклеотидных остатков на виток, расстояние между нуклеотидными остатками по высоте, диаметр, поперечник большой и малой борозд) двойной спирали ДНК, находящейся в В-форме?
11. Какие взаимодействия обеспечивают удержание взаимозакрученных дезоксирибонуклеотидных цепей в составе биспиральной молекулы ДНК?
12. Какие волокнисто-кристаллические структуры ДНК выявлены в настоящее время?
13. Какова классификация РНК и как она связана с локализацией РНК в клетке?
14. В какой мере в настоящее время выяснена первичная структура разных видов рРНК?
15. Какую долю от клеточной РНК составляет рРНК? Сколько существует видов рРНК? Чем они отличаются друг от друга? Каковы функции рРНК?
16. Какую РНК называют матричной? Какова структура зрелой мРНК эукариот?
17. Какова молекулярная масса тРНК? Сколько нуклеотидных остатков входит в состав тРНК? Каковы характерные черты ее первичной, вторичной и третичной структур?
18. Какие специфические нуклеопротеиновые комплексы известны в настоящее время?

Задание 3.4. ОБМЕН НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

I. Проработайте:

по учебникам:

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших

учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.

3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).

следующие разделы:

1. Распад нуклеиновых кислот. Ферменты деструкции ДНК: дезоксирибонуклеазы, рибонуклеазы, рестриктазы.

2. Обмен нуклеозидфосфатов. Распад пуриновых и пиримидиновых оснований.

3. Биосинтез пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов.

4. Химизм реакции полимеризации полинуклеотидной цепи ДНК и РНК.

5. Комплементарный принцип при формировании первичной структуры нуклеиновых кислот.

6. Ферменты биосинтеза ДНК и белковые факторы репликации.

7. Основные этапы биосинтеза ДНК.

8. Транскрипция РНК.

9. Процессинг пре-мРНК.

II. Ответьте на следующие вопросы.

1. Какие важнейшие дезоксирибонуклеазы и рибонуклеазы катализируют разрыв межнуклеотидных фосфодиэфирных связей в молекулах ДНК и РНК?

2. В чем суть начального этапа деструкции пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов?

3. Каковы основные этапы распада пиримидиновых оснований?

Назовите ферменты этого процесса.

4. Какие ферменты катализируют распад пуриновых оснований? Какими стадиями можно представить этот распад?

5. Каковы основные этапы биосинтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов? Какие ферменты участвуют в этих процессах?

6. Как осуществляется превращение рибонуклеозидфосфата в дсзоксирибонуклеозидфосфат в процессе сборки нуклеотидов?

7. Какие соединения являются источниками амино- и метильных групп при превращении УТФ в ЦТФ и дУМФ в дТМФ?

8. Каков механизм химической реакции при формировании полинуклеотидной цепи?

9. В чем суть воспроизведения первичной структуры при биосинтезе нуклеиновых кислот?

10. Какие ферменты и белковые факторы входят в состав репликативного аппарата при биосинтезе ДНК?

Тема 4. Химия углеводов

Углеводы – это органические соединения, которые содержат в своем составе углерод, водород и кислород. Многие из углеводов содержат фосфор, серу и азот. Название углеводы было дано в 1840 году Шмидтом. Именно он представил формулу углевода в виде $C_n H_{2n} O_n$.

Основные функции углеводов в организме.

1. Энергетическая функция (глюкоза, гликоген).

2. Структурная функция (хондроитинсерная, гиалуроновая кислоты и др. гетерогенсахариды).

3. Защитная функция. Проявляется в синтезе иммунных тел в ответ на антигены, которые поступают в организм, а также в выработке мукополисахаридов (слизь из носа). К защитной функции относится антитромботическая функция крови, выполняет её гепарин (используется при инфарктах и инсультах для разжижения крови)

4. Осморегуляторная функция выполняется за счёт стабильной концентрации глюкозы в организме.

Классификация углеводов.

I группа

Моносахариды и их производные

Собственно моносахариды: триозы (диоксиглицерин), тетразы (эритроза), пентозы (рибоза, дезоксирибоза, ксилоза (сахар для диабетиков)).

Производные моносахаридов: ароновые, урановые кислоты, аминсахара, гликозиды, фосфосахара. Представителями производных моносахаридов являются: гексозы (глюкоза, фруктоза, галактоза). Кроме того, к простым сахарам относятся гептозы (сегептулоза – пептозофосфат – путь окисления углеводов), октозы, нанозы, декозы.

Глюкозе и ее изомеру фруктозе принадлежит ведущая роль в обмене веществ. В водных растворах они присутствуют в циклической и ациклической форме. Все простые сахара оптически активные соединения, то есть вследствие наличия в их структуре асимметрических атомов углерода, обладают способностью вращать плоскость поляризованного света. d-глюкоза существует в виде двух стерео изомерных форм: α - d-глюкоза, с удельным вращением в водной среде $+111^{\circ}$ и β -d-глюкоза, с удельным вращением $+19^{\circ}$. При стоянии растворов глюкозы устанавливается равновесие между двумя формами, благодаря чему вращение раствора меняется до равновесного состояния с удельным вращением $+52^{\circ}$ (явление мутаротации).

Все простые углеводы легко растворяются в воде, обладают сладким вкусом и могут быть обнаружены по их восстановительным свойствам.

Наряду со свободными сахарами в организмах весьма распространены фосфорнокислые эфиры простых сахаров. Среди производных простых сахаров определенное место принадлежит продуктам их окисления – глюкуроновой и галактуриновой кислотам. Продуктами восстановления простых сахаров являются шестиатомные спирты: d-сорбит и d-маннит.

II группа

Олигосахариды

В состав олигосахаридов входят соединения, содержащие число моносахаридов от 2 до 10. Большое значение в обмене растительных организмов и как пищевые вещества для животных имеют дисахариды. Наиболее распространенный дисахарид в растениях – сахароза (свекловичный сахар, тростниковый сахар). Сахароза построена из глюкозы и фруктозы, соединенных между собой глюкозидной связью. Дисахарид лактоза или молочный сахар – основной углевод молока – синтезируется в молочных железах животных. Лактоза в своем составе содержит глюкозу и галактозу. Некоторое значение как продукт питания и промежуточный продукт распада крахмала имеет дисахарид мальтоза (виноградный сахар) построенный из двух молекул глюкозы. Все дисахариды легко растворимы в воде (несколько хуже растворим молочный сахар), хорошо кристаллизуются, имеют сладкий вкус (особенно сахароза, менее – лактоза), хорошо усваиваются организмами.

III группа

Полисахариды

Гомополисахариды: крахмал, гликоген, целлюлоза (клетчатка), инсулин (сахарид земельной группы). В растениях, в результате фотосинтеза, образуются два наиболее распространенных полисахарида: крахмал и клетчатка.

Крахмал накапливается в качестве запасного питательного вещества в виде аморфных глыбок, различных по форме, у разных растений в зеленых листьях, в зерне, картофеле, плодах и овощах. Содержание крахмала в зернах пшеницы, кукурузы, риса достигает 70-80%. В клубнях картофеля 12-14%. Природный крахмал представляет собой систему из двух полимеров глюкозы – амилоза и амилопектин. Амилоза растворяется в воде с йодом и дает синее окрашивание. Реакция с йодом часто используется для открытия крахмала. Эта реакция очень чувствительна и позволяет обнаружить частичные следы крахмала. Амилопектин – полимер глюкозы, плохо растворим в воде, и

придает полученным при нагревании коллоидным растворам крахмала способность застывать при охлаждении в студень или гель.

Клетчатка или целлюлоза – распространенный полисахарид стенок растительных клеток. Это линейный полимер глюкозы, с высокой степенью полимеризации. Нитевидные молекулы клетчатки соединены в прочные устойчивые волокна. В состав клетчатки входит α и β -глюкоза. Ассоциация нитевидных молекул клетчатки обуславливает большую прочность ее волокон. Они не растворимы в воде, кислотах и слабых щелочах. В качестве запасного питательного вещества гликоген в значительных количествах откладывается в печени и мышечной ткани. Он имеет компактное строение, образует сферические глобулы, которые обуславливают его хорошую растворимость в воде с образованием маловязких коллоидных растворов. Молекулярный вес гликогена может варьировать в широких пределах от 400 тысяч до 4 миллионов. С йодом гликоген дает красно-фиолетовое окрашивание.

Гетерополисахариды: гепарин, гиалуроновая кислота, хондроитинсульфат.

Гепарин – низкомолекулярный смешанный полимер глюкозамина и глюкуроновой кислоты. Для него характерно наличие эфирно-связанной серной кислоты. Гепарин, присутствуя почти во всех тканях животного организма в небольших количествах, выполняет ответственные функции регулятора вязкости живой плазмы. В организме он образуется в базофилах, в тучных клетках соединительной ткани, в легких, в печени и мышцах. Он является одной из противосвертывающих систем крови, предотвращает образование тромбопластина, тромбина и фибрина. Поэтому применяется как стабилизатор при хранении крови и как лечебное средство в борьбе с тромбозами.

Гиалуроновая кислота – смешанный полимер, построенный из ацетилированного глюкозамина и глюкуроновой кислоты. Эта кислота дает очень вязкие растворы, имеет большой молекулярный вес. Она входит в состав соединительной ткани кожи, стенок капилляров, стекловидного тела и

роговицы глаза. Богаты ею пупочные канатики, из которых ее легче, чем из других тканей получить в изолированном виде. Проницаемость тканей в значительной мере зависит от степени полимерности присутствующей в них гиалуроновой кислоты.

Хондроитинсульфат – смешанный полимер, построенный из аминсахаров и глюкуроновой кислоты. Он участвует в построение соединительной и хрящевой тканях животных. Близкие к ним по строению вещества присутствуют в слизях животного и растительного происхождения.

Пектиновые вещества – комплексные полисахариды, весьма распространенные в растительном мире, входят в состав многих фруктов. Состоят из галактозы, арабинозы, метилированной галактуроновой кислоты. В присутствии сахара и кислоты пектины образуют желеобразные студни, что позволяет их широко использовать в кондитерской промышленности для приготовления желе, джема, пастилы, мармелада и т.д.

Задание 4.1. СВОЙСТВА, СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ УГЛЕВОДОВ.

I. Проработайте:

по учебникам:

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.

3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).

следующие разделы:

1. Классификация углеводов.
2. Строение и свойства моносахаридов.

3. Строение и свойства олигосахаридов.
4. Основные дисахариды.
5. Строение и свойства гомополисахаридов.
6. Строение и свойства гетерополисахаридов.
7. Функции основных углеводов в организме.

II. Ответьте на следующие вопросы.

1. Какие вещества относятся к моносахаридам?
2. Чем отличаются гомополисахариды от гетерополисахаридов?
3. Какие углеводы относят к дисахаридам?
4. При помощи каких связей соединены моносахаридные остатки?
5. Каковы различия между разветвленными и неразветвленными полисахаридами?
6. Каковы функции углеводов?
7. Какие виды моносахаридов входят в состав нуклеиновых кислот?

III. Напишите структурные формулы нижеперечисленных соединений:

- 1) глюкозо-1 -фосфат;
- 2) глюкозо-6-фосфат;
- 3) глюкозо-1,6-дифосфат;
- 4) фруктозо-6-фосфат;
- 5) фруктозо-1,6-дифосфат;
- 6) АТФ;
- 7) ПВК;
- 8) УДФ-глюкоза;
- 9) рибозо-5-фосфат;
- 10) рибулозо-5-фосфат;
- 11) ксилулозо-6-фосфат;
- 12) НАД⁺;
- 13) НАДФ⁺;
- 14) α-мальтоза;

- 15) β -мальтоза;
- 16) 3-фосфоглицериновый альдегид;
- 17) 1,3-дифосфоглицериновая кислота;
- 18) фосфодиоксиацетон;
- 19) фосфоенолпируват;
- 20) 6-фосфоглюконо- δ -лактон.

Тема 5. Химия липидов

Биологическое значение и свойства липидов.

К липидам относятся органические вещества, извлекаемые из тканей растительных и животных организмов органическими растворителями (эфир, хлороформ, бензол, ацетон, четырёххлористый углерод, который наиболее ядовит и др.). Эти вещества совсем не имеют или имеют мало гидрофильных групп (ОН, COOH, NH₂). И в то же время богаты гидрофобными группами (эфирные группы). Это и делает их нерастворимыми или плохо растворимыми в воде и хорошо растворимыми в неводных растворителях. В живом организме, именно в силу этих свойств, они часто играют роль второй, неводной фазы в тонком строении тканей и клеток организма. Липиды имеют важное биологическое значение. Они способны аккумулировать энергию, защищать от ушибов мягкие ткани. Они входят в состав клеточных мембран и нервной ткани. До сих пор не существует четкой классификации липидов. Одна из наиболее употребляемых классификаций делит их на нейтральные жиры и липоиды.

Липиды бывают: простые и сложные. Простые – жиры и воски. Жиры – это триглицериды и др. нейтральные жиры. Сложные – это фосфолипиды, липопротеиды, гликопротеиды, стероиды, холестерин. Фосфолипиды – глицерофосфолипиды и сфинголипиды. Гликопротеиды – это цереброзиды, сульфатиды, ганглиозиды. Глицерофосфолипиды –

фосфотидилхолины, фосфотидилэтаноламины, фосфотидилсерины, фосфотидилглиозиды, плазмалогены.

Нейтральные жиры относятся к простым липидам и находятся в организме в форме протоплазматического жира или запасного (резервного) жира. Нейтральные жиры являются сложными эфирами трёхатомного спирта, глицерина и высших жирных кислот. Свойства этих соединений определяются свойствами жирных кислот входящих в состав жиров. Жирные кислоты триглицеридов могут быть насыщенными и ненасыщенными. Наиболее важными жирными кислотами, чаще входящими в состав жиров являются пальмитиновая, стеариновая и олеиновая аминокислоты. Из этих кислот первые две имеют полностью насыщенные связи. Поэтому жиры, содержащие в своей основе пальмитиновую, стеариновую кислоты будут иметь высокую температуру плавления.

Животные жиры, обычно содержат насыщенные жирные кислоты, поэтому при комнатной температуре они твердые (например, в сале в большом количестве присутствуют пальметиновая и стеариновая кислоты). Кроме того, жирные кислоты могут иметь двойные связи, тройные связи и сопряженные двойные связи. Наличие таких связей существенно влияет на физико-химические свойства жиров. Чем больше двойных связей будут иметь жирные кислоты, тем ниже будет температура плавления жиров. Жиры, в состав которых входят, ненасыщенные кислоты, при комнатной температуре жидкие (растительное масло содержит в своем составе большое количество олеиновой кислоты).

Воски – это сложные эфиры жирных кислот и 12 атомных спиртов. Воски могут входить в состав жира, покрывающего кожу, шерсть, перья. Наиболее распространены карнаубский и льняной воски, выделенные из растений, ланолин и пчелиный воск – животного происхождения. Воски в химическом отношении сравнительно инертные вещества, мало изменяются при хранении. Покрытие из воска не пропускает влаги.

Многие растения образуют восковые налеты на листья, плодах для предохранения их от потери влаги, защиты от инфекций. Воски находят широкое применение в медицине, парфюмерии и технике.

Сложные липиды делятся на несколько классов.

Глицерофосфолипиды – содержатся в печени, головном мозге, легких. Сфинголипиды - эти соединения имеют сложную структуру и входят в состав мембран клеток нервной ткани, ткани печени, почек.

Цереброзиды входят в состав головного мозга, в большом количестве содержатся в миелиновых оболочках. Характеризуется присутствием в молекуле сахара галактозы, ненасыщенного аминспирта- сфингозина и высшей жирной кислоты. Цереброзиды благодаря наличию гидратированной молекулы сахара, обладают гидрофобными и гидрофильными свойствами.

Ганглиозиды находятся преимущественно в сером веществе мозга и сосредоточены в глиальных клетках.

Липопотеиды – в их составе переносится жир в крови.

Стероиды – входят в состав мужских и женских половых гормонов, провитамина D, солей желчных кислот, холестерина.

Холестерин содержится во всех тканях животного организма. Его много в мозговом веществе, стенках сосудов, в крови. Он выводит яды из организма, входит в состав нервной ткани. Из него образуются стероидные гормоны, желчные кислоты, витамин D. Холестерин не растворим в воде, но легко в ней набухает и дает эмульсии. При разбавлении водой спиртовых растворов он может быть получен в кристаллическом виде.

Задание 5.1. СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ЛИПИДОВ

I. Проработайте:

по учебникам:

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших

учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.

3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).

следующие разделы:

1. Общая характеристика и классификация липидов.
2. Простые липиды.
3. Сложные липиды.
4. Неомыляемые липиды

II. Ответьте на следующие вопросы.

1. Какие группы простых липидов вам известны?
2. Какие группы сложных липидов вы можете назвать?
3. Какова структура и функции триглицеридов?
4. Чем отличаются растительные жиры от животных?
5. Каковы особенности состава и функции восков?
6. Каковы основные (канонические) функции липидов?
7. Чем отличаются стеролы от стеридов и каковы их основные функции?
8. Какие соединения называются стероидами?
9. Какова структура фосфолипидов и их роль в построении мембран клетки?
10. Какие функции липидов относят к неканоническим?
11. Каково строение и функции фосфоинозитидов?
12. Каковы особенности строения сфингофосфолипидов, диольных липидов и орнитолипидов?

13. Каковы особенности строения и функции гликолипидов?
14. Какие липазы вам известны и как регулируется их активность?

III. Напишите структурные формулы нижеперечисленных соединений:

- 1) пальмитостеароолеин;
- 2) цис- и трансизомеры олеиновой кислоты;
- 3) холестерол;
- 4) пальмитохолестерид;
- 5) тестостерон;
- 6) эстрадиол;
- 7) холевая кислота;
- 8) фосфатидная кислота;
- 9) лецитин, фосфатидилглицерин;
- 10) монофосфоинозитид.

Тема 6. Химия витаминов

К витаминам относят низкомолекулярные органические вещества, обладающие высокой биологической активностью. В основном эти вещества должны поступать с пищей в организм. Наибольшая часть витаминов может синтезировать в организме человека и животных. Обычно это происходит с помощью сапрофитной микрофлоры. Считают, что впервые витамины были открыты русским учёным Луниным. Он проводил опыты на мышах, которым давал необходимое количество очищенных белков, жиров, углеводов. У таких животных наблюдалось отставание в росте, различные нарушения и затем гибель. После того, когда опытной группе животных в рацион добавили молоко, то они стали нормально развиваться. Был сделан вывод, что кроме белков, жиров, углеводов организм должен получать какие-то вещества, которые

являются жизненно необходимыми. Последующие исследования учёных подтвердили это предположение. Польским учёным Функом из растительных продуктов было выделено кристаллическое вещество, обладающее биологическими свойствами. Этот учёный впервые назвал это вещество витамином. Это название в дальнейшем присвоили целой группе биологически активных веществ.

Классификация витаминов.

По отношению к растворителям витамины делят на две большие группы:

- водорастворимые
- жирорастворимые

Каждому витамину присвоена заглавная буква латинского алфавита. Кроме того, витамины имеют названия в зависимости от того заболевания, которое они предотвращают. Например, витамин Д носит название – антирахитический, витамин В₁ – антиневритный, витамин В₁₂ – антианемический.

Задание 6.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ВИТАМИНОВ

I. Проработайте:

по учебникам:

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.
3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).

следующие разделы:

1. Общая характеристика и классификация витаминов.
2. Группа жирорастворимых витаминов.
3. Группа водорастворимых витаминов

II. Ответьте на следующие вопросы.

1. Дайте характеристику и признаков гиповитаминоза витамина А?
2. Дайте характеристику и признаков гиповитаминоза витаминов группы В?
3. Дайте характеристику и признаков гиповитаминоза витамина С?
4. Дайте характеристику и признаков гиповитаминоза витамина D?
5. Дайте характеристику и признаков гиповитаминоза витамина Е?
6. Дайте характеристику и признаков гиповитаминоза витамина F?
7. Дайте характеристику и признаков гиповитаминоза витамино подобных веществ?
8. Дайте характеристику и признаков гиповитаминоза витамина РР?

III. Напишите структурные формулы нижеперечисленных соединений:

- 1) тиамин;
- 2) аскорбиновая кислота;
- 3) фолиевая кислота;
- 4) рибофлавин;
- 5) никотинамид.

Тема 7. Обмен веществ. Обмен белков

Обмен белков занимает особое место в многообразных превращениях веществ, характерных для всех живых организмов. Выполняя ряд уникальных функций, свойственных живой материи, белки определяют не только микро- и макроструктуру отдельных субклеточных образований,

специфику организации клеток, органов и целостного организма (пластическая функция), но и в значительной степени динамическое состояние между организмом и окружающей его средой. Белковый обмен строго специфичен, направлен и настроен, обеспечивая непрерывность воспроизводства и обновления белков организма. В течение всей жизнедеятельности в организме постоянно и с высокой скоростью совершаются два противоположных процесса: распад, расщепление органических макромолекул и надмолекулярных структур и синтез этих соединений. Эти процессы обеспечивают катаболические реакции и создание сложной структурной организации живого из хаоса веществ окружающей среды, причем ведущую роль в последнем случае играют именно белки. Все остальные виды обмена подчинены этой глобальной задаче живого – самовоспроизведению себе подобных путем программированного синтеза специфических белков. Для осуществления этого используются энергия обмена углеводов и липидов, строительный материал в виде углеродных остатков аминокислот, промежуточных продуктов метаболизма углеводов и др.

Белки способны также выполнять энергетическую функцию, особенно при избыточном их поступлении с пищей или в экстремальных ситуациях, когда белки тела подвергаются усиленному распаду, восполняя недостаток питательных веществ, например, при голодании или патологии (сахарный диабет). Как известно, при сгорании 1 г белков освобождается энергия, равная 16,8 кДж. Эта энергия обычно может быть полностью заменена энергией окисления углеводов и липидов, однако при длительном исключении последних из пищи у животных не наблюдается существенных патологических отклонений, тогда как исключение белков из пищи даже на короткий срок приводит к выраженным нарушениям, а иногда и к необратимым патологическим явлениям. Если животные находятся на малобелковой диете, то у них очень быстро развивается белковая недостаточность – патологическое состояние, характеризующееся нарушением ряда важных физиологических функций организма.

Аналогичные изменения наблюдаются у людей при недостаточном потреблении белка. Следовательно, белки являются незаменимыми для организма веществами, выполняющими, прежде всего пластическую функцию. Специфическая роль белков, однако, этим не ограничивается. В опытах на крысах было показано, что белковая недостаточность у животных проявляется не столько в уменьшении массы органов и тканей, сколько в снижении активности ферментов, обусловленном замедлением процессов биосинтеза белка.

Таким образом, помимо пластической роли, белки выполняют уникальную каталитическую функцию, хотя, как было отмечено, некоторые РНК также наделены энзиматической активностью. Следует указать также, что белки (соответственно и продукты их гидролиза аминокислоты) принимают непосредственное участие в биосинтезе ряда гормонов и других биологически активных соединений, регулирующих процессы обмена веществ в организме. Следовательно, именно белковый обмен координирует, регулирует и интегрирует многообразие химических превращений в целостном живом организме, подчиняя его задачам сохранения вида и обеспечивая тем самым непрерывность жизни.

Характерной особенностью белкового обмена является его чрезвычайная разветвленность. Достаточно указать, что в обмене 20 аминокислот, входящих в состав белковых молекул, в организме животных участвуют сотни промежуточных метаболитов, тесно связанных с обменом углеводов и липидов. Число ферментов, катализирующих химические реакции азотистого обмена, также исчисляется сотнями. Следует добавить, что блокирование одного какого-либо специфического пути обмена даже одной аминокислоты, обычно наблюдаемое при врожденных пороках обмена, может привести к образованию совершенно неизвестных продуктов обмена, так как возникают условия для неспецифических превращений всех предшествующих компонентов в данной цепи реакций. Отсюда становятся понятными трудности интерпретации данных о регуляции процессов азотистого обмена в норме и особенно при патологии. Этими

обстоятельствами можно объяснить исключительную перспективность изучения обмена белков с целью выяснения особенностей их катаболизма и синтеза, овладение тонкими молекулярными механизмами, которых, несомненно, даст в руки исследователя ключ к пониманию развития и течения патологических процессов и соответственно к целенаправленному воздействию на многие процессы жизни.

Задание 7.1.

I. Проработайте:

по учебникам:

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.
3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).

следующие разделы:

1. Пути распада белков. Ферменты гидролитического распада пептидных связей в белках и пептидах, их классификация.
2. Превращение аминокислот по аминогруппе, по карбоксильной группе, по радикалу.
3. Конечные продукты распада аминокислот. Орнитиновый цикл.
4. Новообразование аминокислот.
5. Строение и свойства рибосом.
6. Матричный механизм биосинтеза белков: инициация, элонгация, терминация. Посттрансляционная модификация белков.
7. Кодирование биосинтеза белка.

8. Регуляция белкового синтеза.

II. Ответьте на следующие вопросы.

1. Каковы строение и механизм действия протеасом?
2. Какую роль играет убиквитин в протеолизе белков?
3. Каковы основные пути превращения аминокислот?
4. Какая из реакций превращения аминокислот по β -аминогруппе является наиболее важной и распространенной в природе?
5. Какие превращения аминокислот в организме осуществляются по карбоксильной группе?
6. Какие превращения аминокислот происходят с видоизменением радикалов?
7. Каковы основные этапы орнитинового цикла?
8. Каковы основные метаболические пути новообразования аминокислот?
9. Как осуществляется активный транспорт аминокислот через биологические мембраны?
10. Как и с помощью каких ферментов активируются аминокислоты при матричном биосинтезе белков?
11. Каковы структура и функции рибосомы? Какие функциональные центры выделяют в транслирующей рибосоме?
12. В чем суть процесса инициации трансляции в соответствии с матричной гипотезой? Какая аминоацил-тРНК является иницирующей?
13. Какие белковые факторы участвуют в процессе инициации трансляции?
14. Что происходит в транслирующей рибосоме в процессе элонгации?
15. Как в рибосоме осуществляется терминация синтеза полипептидной цепи?
16. В чем состоят характерные особенности кода белкового синтеза?

Тема 8. Обмен углеводов.

Химия углеводов занимает одно из ведущих мест в истории развития органической химии. Тростниковый сахар можно считать первым органическим соединением, выделенным в химически чистом виде. Произведенный в 1861 г. А.М. Бутлеровым синтез (вне организма) углеводов из формальдегида явился первым синтезом представителей одного из трех основных классов веществ (белки, липиды, углеводы), входящих в состав живых организмов. Химическая структура простейших углеводов была выяснена в конце XIX в. в результате фундаментальных исследований Э. Фишера. Значительный вклад в изучение углеводов внесли отечественные ученые А.А. Колли, П.П. Шорыгин, Н.К. Кочетков и др. В 20-е годы нынешнего столетия работами английского исследователя У. Хеуорса были заложены основы структурной химии полисахаридов. Со второй половины XX в. происходит стремительное развитие химии и биохимии углеводов, обусловленное их важным биологическим значением.

Углеводы наряду с белками и липидами являются важнейшими химическими соединениями, входящими в состав живых организмов. У человека и животных углеводы выполняют важные функции: энергетическую (главный вид клеточного топлива), структурную (обязательный компонент большинства внутриклеточных структур) и защитную (участие углеводных компонентов иммуноглобулинов в поддержании иммунитета).

Углеводы (рибоза, дезоксирибоза) используются для синтеза нуклеиновых кислот, они являются составными компонентами нуклеотидных коферментов, играющих исключительно важную роль в метаболизме живых существ. В последнее время все большее внимание к себе привлекают смешанные биополимеры, содержащие углеводы: гликопептиды и гликопротеины, гликолипиды и липополисахариды, гликолипопротеины и т.д. Эти вещества выполняют в организме сложные и важные функции.

С нарушением обмена углеводов тесно связан ряд заболеваний: сахарный диабет, галактоземия, нарушение в системе депо гликогена, нетолерантность к молоку и т.д.

Следует отметить, что в организме человека и животного углеводы присутствуют в меньшем количестве (не более 2% от сухой массы тела), чем белки и липиды; в растительных организмах за счет целлюлозы на долю углеводов приходится до 80% от сухой массы, поэтому в целом в биосфере углеводов больше, чем всех других органических соединений вместе взятых.

Метаболизм (обмен) углеводов в организме человека состоит в основном из следующих процессов:

1. Расщепление в пищеварительном тракте поступающих с пищей полисахаридов и дисахаридов до моносахаридов. Всасывание моносахаридов из кишечника в кровь.

2. Синтез и распад гликогена в тканях, прежде всего в печени.

3. Гликолиз. Понятие «гликолиз» означает расщепление глюкозы. Первоначально этим термином обозначали только анаэробное брожение, завершающееся образованием молочной кислоты (лактата) или этанола и CO_2 . В настоящее время понятие «гликолиз» используется более широко для описания распада глюкозы, проходящего через образование глюкозо-6-фосфата, фруктозобисфосфата и пирувата как в отсутствие, так и в присутствии кислорода. В последнем случае употребляют термин «аэробный гликолиз» в отличие от «анаэробного гликолиза», завершающегося образованием молочной кислоты (лактата).

4. Аэробный путь прямого окисления глюкозы или, как его называют, пентозофосфатный путь (пентозный цикл).

5. Взаимопревращение гексоз.

6. Аэробный метаболизм пирувата. Этот процесс выходит за рамки углеводного обмена, однако может рассматриваться как завершающая его стадия: окисление продукта гликолиза – пирувата.

7. Наконец, важным является процесс глюконеогенеза, или образование углеводов из неуглеводных продуктов. Такими продуктами являются в

первую очередь пировиноградная и молочная кислоты, глицерин, аминокислоты и ряд других соединений.

Задание 8.1. РАСПАД СЛОЖНЫХ УГЛЕВОДОВ И ПРЕВРАЩЕНИЯ МОНОСАХАРИДОВ

I. Проработайте:

по учебникам:

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.

3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).

следующие разделы:

1. Пути распада полисахаридов и дисахаридов.
2. Превращения моносахаридов.
3. Обмен глюкозо-6-фосфата.

II. Ответьте на следующие вопросы.

1. Посредством каких реакций осуществляется распад поли- и дисахаридов в клетке?

2. Какие виды амилаз существуют в природе? Каковы характерные черты их действия (субстрат, тип расщепляемой связи, продукт реакции)?

3. Как называется фермент, осуществляющий фосфоролиз гликогена? Каковы его основные характеристики (молекулярная масса, субъединичная структура)?

4. С помощью каких реакций происходит регуляция активности фосфоорилазы?
5. Каково биологическое значение фосфоорилирования свободных моносахаридов?
6. Какие метаболические реакции приводят к образованию глюкозо-6-фосфата?
7. Как называется фермент, осуществляющий превращение 3-фосфоглицеринового альдегида в 1,3-дифосфоглицerinовую кислоту? Каковы его основные характеристики (молекулярная масса, строение)?
8. На каких ступенях дихотомического распада глюкозо-6-фосфата происходит образование АТФ?
9. Какие реакции дихотомического распада глюкозо-6-фосфата сопряжены с фосфоорилированием, в результате которого расходуется АТФ?
10. Какие ферменты, принимающие участие в дихотомическом распаде глюкозо-6-фосфата, относятся к классу: а) изомераз, б) лиаз, в) трансфераз?
11. Какие реакции изомеризации пентозофосфатов и гексозофосфата характерны для апотомического распада глюкозо-6-фосфата?
12. Каково значение дихотомического и апотомического путей распада глюкозо-6-фосфата в обмене веществ?

Задание 8.2. ОБМЕН ПВК, ЦИКЛ ТРИ- И ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ, БИОСИНТЕЗ УГЛЕВОДОВ

I. Проработайте:

по учебникам:

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной

медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.

3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).

следующие разделы:

1. Обмен ПВК.
2. Общая схема распада углеводов.
3. Синтез углеводов.
4. Компоненты дыхательной цепи митохондрий.
5. Энергетический баланс распада углеводов.

II. Ответьте на следующие вопросы.

1. В чем состоит различие между гликолизом и гликогенолизом?
2. Чем отличается гликолиз от спиртового брожения?
3. Какова структура пируватдегидрогеназного комплекса?
4. Какие коферменты принимают участие в окислительном декарбоксилировании ПВК?
5. Какие конечные продукты образуются при гликолизе, гликогенолизе, спиртовом брожении и окислительном декарбоксилировании ПВК?
6. Какая стадия цикла три- и дикарбоновых кислот сопряжена с ресинтезом ГТФ?
7. Какие ферменты, принимающие участие в цикле три- и дикарбоновых кислот, относятся к классу: а) оксидоредуктаз; б) лиаз; в) лигаз?
8. Каковы основные компоненты дыхательной цепи митохондрий и какова их компоновка?
9. Где локализованы точки фосфорилирования в дыхательной цепи митохондрий?
10. Каков энергетический эффект цикла три- и дикарбоновых кислот?
11. Каков энергетический эффект апотомического распада глюкозо-6-фосфата?
12. На каких этапах первичного биосинтеза углеводов и каким образом

синтезируется и расходуется АТФ?

13. Каков тонкий механизм акцептирования CO₂ при первичном биосинтезе углеводов?

Тема 9. Обмен липидов.

Расщепление жиров в желудочно-кишечном тракте

Жиры попадают в организм животного с кормом. Животные получают жиры одного состава и превращают их в собственные жиры другого состава. Жиры, содержащие более 90 ненасыщенных жирных кислот (растительные масла), биологически более ценны, чем твердые жиры.

В ротовой полости жиры превращениям не подвергаются, вследствие того, что в слюне нет ферментов расщепляющих жиры. В желудке может происходить гидролиз жиров в очень ограниченном размере, так как содержится мало активная липаза. У взрослых животных не эмульгированные жиры проходят сквозь стенку кишечника. В кишечнике благоприятные условия для быстрого эмульгирования жиров. Наиболее мощным эмульгирующим действием обладают желчные кислоты. Вместе с желчью, изливающейся в полость 12-перстной кишки, попадают содержащиеся в желчи желчные кислоты. Адсорбируясь на поверхности капель жира, желчные кислоты образуют на них тончайшую пленку, препятствующую склеиванию мельчайших капелек жира в более крупные капли. Желчные кислоты близки по строению холестерину, их можно рассматривать как производные холиновой кислоты. К ним относятся: фолевая, дезоксифолевая и др. В результате воздействия на жиры желчные кислот в кишечнике образуется чрезвычайно тонкая эмульсия. Эмульгирование жира облегчает ферментативный гидролиз, а, следовательно, и всасывание жира. Химическое расщепление жиров происходит при действии липолитических ферментов, наиболее активной из них является липаза. Липаза панкреатического сока выделяется в

малоактивной форме. Процесс расщепления жира липазой, предварительно активированной желчными кислотами протекает по схеме: Триглицерид под действием липазы превращается в глицерин и жирную кислоту. Глицерин, как хорошо растворимое соединение хорошо всасывается слизистой оболочкой кишечника. Жирные кислоты, не растворимые в воде, поэтому могут всасываться только при наличии только особых условий. Всасыванию жирных кислот способствуют жирные кислоты, особенно дезоксифолевая, в которой могут соединяться с жирными кислотами, с образованием растворимых в воде комплексов.

Желчные кислоты стимулируют 3 процесса:

1. Эмульгирование жиров.
2. Активирование липазы панкреатического сока.
3. Всасывание свободных высших жирных кислот.

Промежуточный обмен липидов

Внутриклеточный липолиз

В стенке кишечника синтезируются жиры, в значительной степени специфические для данного вида животного. Они отличаются по своей природе от жировой формы, которая обеспечивается тем, что в синтезе триглицеридов, фосфолипидов в кишечной стенке принимает участие наряду с экзогенными и эндогенными жирными кислотами. Однако, способность осуществления в стенке кишечника синтеза жира, специфического для данного вида животного ограничено. При скормливании животному, особенно предварительно голодавшему, больших количеств чужеродного жира часть его обнаруживается в жировой ткани животного в неизменном виде. Жировое депо является единственной тканью, где могут откладываться чужеродные жиры. Липиды входящие в состав протоплазмы клетки других органов и тканей отличаются высокой специфичностью, их состав и свойства мало зависят от жиров корма. Расщепление фосфолипидов происходит при участии ферментов – фосфолипаз.

Различают несколько видов фосфолипаз:

-фосфолипаза A₁

-фосфолипаза A₂

Фосфолипаза A₂ катализирует каталитическое расщепление жирных кислот, при этом образуется продукт, называемый лизофосфотидилхолин. Он токсичен и вызывает разрушение мембран клеток. Высокая активность фосфолипазы A₂ в яде змей и скорпионов приводит к тому, что при их укусе гемолизируются эритроциты. Накопление лизофосфолипидов в кишечнике может быть устранено, если одновременно на фосфолипиды действует обе фосфолипазы (A₁ и A₂), в результате образуется не токсичный для организма продукт. Вновь синтезируемые в эпителиальных клетках кишечника триглицериды и фосфолипиды, а также поступившей в клетки из полости кишечника холестерин, соединяются с белком. Эти липиды образуют относительно стабильные комплексы – липопротеидные частицы – хиломикроны. Они содержат примерно 2% белка, 7% фосфолипидов, 8% холестерина, свыше 80% - триглицеридов.

Липопротеиды плазмы крови – это сложные комплексные соединения, в состав которых входит кроме белка липидный комплекс. Плазменные липопротеиды имеют характерное строение. Липопротеидная частица представляет жирную каплю, содержащую триглицериды и холестерин. Сверху жирная капля покрыта оболочкой, которая составляет 1/2 толщины фосфолипидного слоя 2-х клеток мембран. Поэтому, плазменные фосфолипиды содержат фосфолипидный монослой.

Следует учитывать, что помимо плазменных липопротеидов в организме присутствуют и мембранные липопротеиды. Они имеют несколько другое строение и функции их тесно связаны с метаболизмом клетки. Белки, входящие в состав липопротеидов, называются – аполиппротеидами (Апо).

Различают несколько классов липопротеидов:

а - липопротеиды (липиды высокой плотности) – ЛПВП

b - липопротеиды (липиды низкой плотности) – ЛПНП

a и b - липиды могут проникать внутрь сосудистой стенки.

ЛПВП имеют в своем составе наибольший процент белка и фосфолипидов, способны метаболизировать в сосудистую стенку быстрее, чем богатые холестерином и триглицеридами липопротеиды очень низкой плотности и хиломикроны. Благодаря большим размерам хиломикроны не способны проникать из эндотелиальных клеток кишечника в кровеносные капилляры и диффундируют в лимфоидную систему, а из нее в грудной лимфотический проток. Тем временем они проникают в кровеносное русло, то есть с их помощью осуществляется транспорт триглицеридов и холестерина из кишечника через лимфатическую систему в кровь. Через 1-2 часа после приема корма содержащего жиры, наблюдается алиментарная гипергликемия – это физиологическое явление, характеризующееся повышением концентрации триглицеридов в крови и появлением в ней хиломикронов. Через 10-12 часов хиломикроны полностью исчезают из кровеносного русла. Печень и жировая ткань играют наиболее существенную роль в дальнейшей судьбе хиломикронов. Они свободно проникают из плазмы крови в межклеточное пространство печени. Допускается, что гидролиз триглицеридов и хиломикронов происходит как внутри печеночных клеток, так и на их поверхности. Хиломикроны не способны проникать в клетки жировой ткани, связи с этим триглицериды хиломикронов подвергаются гидролизу на поверхности эпителия капилляров. В результате образуются жирные кислоты и глицерин. Часть жирных кислот проходит внутрь жировой клетки, а другая связывается с альбуминами сыворотки крови и уносится с ее током. С током крови могут покидать жировую ткань и триглицериды. Главным источником жирных кислот, использующихся в качестве химической энергии, может служить резервный жир, содержащийся в жировой ткани. При физической работе, требующей повышения затрат энергии, потребление триглицеридов повышается, так как в качестве источников энергии

используются свободные триглицериды. Они нейтрализуются до глицерина и свободных жирных кислот, которые из жирового депо переходят в плазму крови, и происходит мобилизация ВЖК. Липаза – фермент, расщепляющий жиры может активизироваться рядом гормонов (адреналин, норадреналин).

Биосинтез липидов

Способность животных запасать полисахариды ограничена, поэтому глюкоза может служить материалом для синтеза жирных кислот и глицерина. В настоящее время изучается механизм синтеза жирных кислот, а также ферментативные системы, катализирующие этот механизм. Синтез жирных кислот происходит в митохондриях, в процессе декорбоксилирования ацетилэнзима А. Существует путь переноса ацетилэнзима А из митохондрий в плазму. Ферментативная система, синтезирующая ВЖК, состоит из нескольких ферментов связанных между собой определенным образом.

Мультиферментный комплекс осуществляет синтез жирных кислот – синтетазой жирных кислот. Он состоит из 7 ферментов, эти ферменты связаны между собой белком, этот белок термостабилен и вовлекается в процесс синтеза жирных кислот на всех этапах. Относительная молекулярная масса этого белка составляет 10000Дальтон.

Регуляция липидного обмена

Липидный обмен регулируется корой головного мозга и нижележащими отделами центральной нервной системы.

Установлен ряд механизмов лежащих в основе действия гормонов на липидный обмен. Известно, что длительный эмоциональный стресс, сопровождается повышенным выбросом адреналина и норадреналина в кровь и может вызвать значительное снижение живой массы. В жировой ткани много нервных окончаний и их возбуждение сопровождается выделением норадреналина непосредственно в жировую ткань. Адреналин и норадреналин повышают скорость липолиза жировой ткани, в результате усиливается мобилизация жирных кислот из жирового депо

и уменьшается живая масса. Адреналин стимулирует действие аденилатциклазы, которая действует на липазу. Гормон роста оказывает влияние на липидный обмен. Снижение его функции и приводит к ожирению.

Задание 9.1. БИОСИНТЕЗ ЛИПИДОВ

I. Проработайте:

по учебникам:

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.
3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).

следующие разделы:

1. Обмен ацетил-КоА.
2. Обмен пропионил-КоА.
3. Синтез высших жирных кислот.
4. Синтез триглицеридов.
5. Синтез стеролов и стеридов.
6. Механизм биосинтеза фосфатидов.

II. Ответьте на следующие вопросы.

1. Чем отличается глиоксильный цикл от цикла три- и дикарбоновых кислот?
2. Каково доменное строение фермента ацетил-КоА-карбоксилазы?

3. Какова роль цитрата и протеинкиназ в регуляции активности ацетил-КоА-карбоксилазы?
4. Сколько доменов и субдоменов входит в состав одной субъединицы синтазы высших жирных кислот млекопитающих и каковы их функции?
5. Какова последовательность реакций синтеза высших жирных кислот?
6. Какова роль HS-групп конденсирующего и ацил-переносящего субдоменов синтазы ВЖК в процессе удлинения углеводородных радикалов жирных кислот?
7. Какое соединение является исходным для биосинтеза стеролов?

III. Напишите структурные формулы нижеперечисленных сочинений:

- 1) холинфосфат;
- 2) гомоцистеин;
- 3) сквален;
- 4) пропионил-КоА;
- 5) ацетоуксусная кислота.

Тема 10. Регуляция обмена веществ в организме.

Живой организм и его функционирование находятся в постоянной зависимости от окружающей среды. Интенсивность обмена с внешней средой и скорость внутриклеточных процессов обмена веществ поддерживают постоянство внутренней среды и целостность организма.

Как было указано, обмен веществ протекает не хаотично; он интегрирован и тонко настроен. Все превращения органических веществ, процессы анаболизма и катаболизма тесно связаны друг с другом. В частности, процессы синтеза и распада взаимосвязаны, координированы и регулируются нейрогормональными механизмами, придающими химическим процессам нужное направление. В организме человека, как и в живой природе вообще, не существует самостоятельного обмена белков, жиров,

углеводов и нуклеиновых кислот. Все превращения объединены в целостный процесс метаболизма, подчиняющийся диалектическим закономерностям взаимозависимости и взаимообусловленности, допускающий также взаимопревращения между отдельными классами органических веществ. Подобные взаимопревращения диктуются физиологическими потребностями организма, а также целесообразностью замены одних классов органических веществ другими в условиях блокирования какого-либо процесса при патологии.

Еще Кребс и Корнберг отмечали, что, несмотря на огромное разнообразие пищевых веществ (белки, жиры, углеводы), число химических реакций, обеспечивающих их превращения (распад) и образование энергии, «удивительно мало». Эти закономерности свойственны как организму животных и человека, так и микроорганизмам, и растениям.

В настоящее время экспериментально обосновано существование четырех главных этапов распада молекул углеводов, белков и жиров, которые интегрируют образование энергии из основных пищевых источников. На I этапе полисахариды расщепляются до моносахаридов (обычно гексоз); жиры распадаются на глицерин и высшие жирные кислоты, а белки – на составляющие их свободные аминокислоты. Следует подчеркнуть, что указанные процессы в основном являются гидролитическими, поэтому освобождающаяся в небольшом количестве энергия почти целиком используется организмами в качестве тепла.

На II этапе мономерные молекулы (гексозы, глицерин, жирные кислоты и аминокислоты) подвергаются дальнейшему распаду, в процессе которого образуются богатые энергией фосфатные соединения и ацетил-КоА. В частности, при гликолизе гексозы расщепляются до пировиноградной кислоты и далее до ацетил-КоА. Этот процесс сопровождается образованием ограниченного числа богатых энергией фосфатных связей путем субстратного фосфорилирования. На этом этапе высшие жирные кислоты аналогично распадаются до ацетил-КоА, в то время как глицерин окисляется по гликолитическому пути до пировиноградной кислоты и далее до ацетил-

КоА. Для аминокислот ситуация на II этапе несколько отлична. При преимущественном использовании аминокислот в качестве источника энергии (при дефиците углеводов или при сахарном диабете) некоторые из них непосредственно превращаются в метаболиты лимоннокислого цикла (глутамат, аспартат), другие – опосредованно через глутамат (пролин, гистидин, аргинин), третьи – в пируват и далее в ацетил-КоА (аланин, серин, глицин, цистеин). Наконец, ряд аминокислот, в частности лейцин, изолейцин, расщепляется до ацетил-КоА, а из фенилаланина и тирозина, помимо ацетил-КоА, образуется оксалоацетат через фумаровую кислоту. Как видно, II этап можно назвать этапом образования ацетил-КоА, являющегося по существу единым (общим) промежуточным продуктом катаболизма основных пищевых веществ в клетках.

На III этапе ацетил-КоА (и некоторые другие метаболиты, например, α -кетоглутарат, оксалоацетат) подвергаются окислению («сгоранию») в цикле ди- и трикарбоновых кислот Кребса. Окисление сопровождается образованием восстановленных форм НАДН + H^+ и ФАДН₂.

На IV этапе осуществляется перенос электронов от восстановленных нуклеотидов на кислород (через дыхательную цепь). Он сопровождается образованием конечного продукта – молекулы воды. Этот транспорт электронов сопряжен с синтезом АТФ в процессе окислительного фосфорилирования.

Необходимо отметить, что, помимо взаимных переходов между разными классами веществ в организме, доказано существование более сложных форм связи. В частности, интенсивность и направление любой химической реакции определяются ферментами, т.е. белками, которые оказывают непосредственное влияние на обмен липидов, углеводов и нуклеиновых кислот. В свою очередь синтез любого белка-фермента требует участия ДНК и всех 3 типов рибонуклеиновых кислот: тРНК, мРНК и рРНК. Если к этому добавить влияние гормонов, а также продуктов распада какого-либо одного класса веществ (например, биогенных аминов) на обмен других классов органических веществ, то становятся понятными удивительная

согласованность и координированность огромного разнообразия химических процессов, совершающихся в организме.

Задание 10.1.

I. Проработайте:

по учебникам:

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.
3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).

следующие разделы:

1. Взаимосвязь и регуляция обмена веществ.
2. Регуляторные белки.
3. Другие биологически активные соединения.
4. Общее понятие об обмене веществ и энергии в организме.
5. Механизм биосинтеза пиримидиновых оснований (саморегуляция).
6. Регуляция белкового синтеза.
7. Регуляция активности фосфорилаз.
8. Регуляторная роль фруктозо-2,6-дифосфата.
9. Инозитфосфолипиды.
10. Гликолипиды.
11. Регуляция активности липаз.
12. Механизм действия пептидных гормонов.

II. Ответьте на следующие вопросы.

1. Какие уровни регуляции обмена веществ выделяют, исходя из методических соображений?
2. Каковы элементы метаболического уровня регуляции обмена веществ?
3. Какие вещества называют ключевыми метаболитами? В чем состоит их роль в регуляции обмена веществ?
4. Какова роль авитаминов, антигормонов в регуляции обмена веществ? Приведите примеры.
5. Какое значение имеют протеинкиназы в регуляции обмена веществ?
6. Какова роль Ca^{2+} в метаболическом уровне регуляции обмена веществ?
7. Какое значение имеют множественные формы ферментов для регуляции обменных процессов в организме? Как возникают различные формы ферментов?
8. Какова роль белков — репрессоров, корепрессоров и индукторов — в регуляции транскрипции?
9. Какое значение имеют ядерно-цитоплазматические отношения в формировании ферментативного аппарата митохондрий и хлоропластов?
10. Каковы виды посттрансляционной модификации белков? Приведите примеры.
11. В чем заключаются регуляторные функции негистоновых белков хроматина?
12. Каковы механизмы участия белков и пептидов в переносе веществ через мембраны?
13. Какое участие информатин и информосом принимают в регуляции реализации генетической информации в клетке?
14. Какова роль макромолекулярных взаимодействий в регуляции обмена веществ?
15. Какие вещества называют телегонами? На каком уровне регуляции обмена веществ они действуют?
16. Что представляет собой энхансеры и сайленсеры и какова их роль в

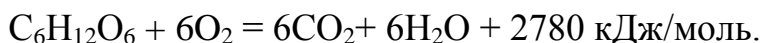
регуляции обмена веществ?

17. Какие вещества называют вторичными посредниками и какова их роль в регуляции обменных процессов?

18. Какие воздействия оказывают пуромицин, левомецетин и эритромицин на биосинтез белков?

Тема 11. Биоэнергетика.

Распад органических соединений в живых тканях, сопровождающийся потреблением молекулярного кислорода и приводящий к выделению углекислого газа и воды и образованию биологических видов энергии, называется тканевым дыханием. Тканевое дыхание представляют, как конечный этап пути превращений моносахаров (в основном глюкозы) до указанных конечных продуктов, в который на разных стадиях включаются другие сахара и их производные, а также промежуточные продукты распада липидов (жирные кислоты), белков (аминокислоты) и нуклеиновых оснований. Итоговая реакция тканевого дыхания будет выглядеть следующим образом:



Впервые сущность дыхания объяснил А.-Л. Лавуазье (1743-1794), обративший внимание на сходство между горением органических веществ вне организма и дыханием животных. Постепенно становились ясными принципиальные различия между этими двумя процессами: в организме окисление протекает при относительно низкой температуре в присутствии воды, и его скорость регулируется обменом веществ. В настоящее время биологическое окисление определяется как совокупность реакций окисления субстратов в живых клетках, основная функция которых - энергетическое обеспечение метаболизма. В развитие концепций биологического окисления в XX в. важнейший вклад внесли А.Н. Бах, О. Варбург, Г. Крепс, В.А. Энгельгардт, В.И. Палладин, В.А. Белицер, С.Е. Северин, В.П. Скулачев.

Потребление кислорода тканями зависит от интенсивности реакций тканевого дыхания. Наибольшей скоростью тканевого дыхания характеризуются почки, мозг, печень, наименьшей – кожа, мышечная ткань (в покое).

Этот путь отражает, по-видимому, энергетическое обеспечение простейших форм жизни, функционировавших в бескислородных условиях. Современные анаэробные микроорганизмы (осуществляющие молочнокислое, спиртовое и уксуснокислое брожение) получают для жизнедеятельности энергию, производимую в процессе гликолиза или его модификаций.

Использование клетками кислорода открывает возможности для более полного окисления субстратов. В аэробных условиях продукты бескислородного окисления становятся субстратами цикла трикарбоновых кислот, в ходе которого образуются восстановленные дыхательные переносчики НАДФН, НАДН и флавиновые коферменты. Способность НАД⁺ и НАДФ⁺ играть роль промежуточного переносчика водорода связана с наличием в их структуре амида никотиновой кислоты. При взаимодействии этих кофакторов с атомами водорода имеет место обратимое гидрирование (присоединение атомов водорода).

При этом в молекулу НАД⁺ (НАДФ⁺) включаются 2 электрона и один протон, а второй протон остается в среде.

Во флавиновых коферментах (ФАД или ФМН), активной частью молекул, которых является изоаллоксазиновое кольцо, в результате восстановления чаще всего наблюдается присоединение 2 протонов и 2 электронов одновременно.

Восстановленные формы этих кофакторов способны транспортировать водород и электроны к дыхательной цепи митохондрий или иных энергосопрягающих мембран.

Задание 11. 1.

I. Проработайте:

по учебникам:

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.
3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).

следующие разделы:

1. История развития представлений о биологическом окислении.
2. Классификация процессов биологического окисления и их локализация в клетке.
3. Свободное окисление.
4. Окисление, сопряженное с фосфорилированием АДФ.
5. Энергетический баланс распада углеводов и триглицеридов.

II Ответьте на следующие вопросы.

1. Что подразумевают под биологическим окислением и каковы основные функции?
2. Каков вклад А. Н. Баха и В. И. Палладина в развитие представлений о биологическом окислении?
3. Какова роль цитохромов и цитохромоксидазы в функционировании ансамбля ферментов дыхательной цепи?
4. Чем отличаются первичные дегидрогеназы от вторичных?
5. В чем состоит отличие оксидаз от оксигеназ?
6. Каковы основные положения гипотезы В. А. Энгельгардта и В. А. Белицера о сопряжении окисления с фосфорилированием?

7. В чем принципиальное отличие окисления, сопряженного с фосфорилированием АДФ, от свободного окисления?
8. Чем отличается субстратное фосфорилирование от фосфорилирования АДФ на уровне электронтранспортной цепи и где в клетке локализованы эти процессы?
9. Какова роль цитохромов P-450 и b₅ в детоксикации ксенобиотиков?
10. Какие активные формы кислорода вы знаете и какова роль супероксиддисмутазы и каталазы в их нейтрализации?
11. Каковы основные положения хемиосмотической гипотезы П. Митчелла и каков вклад В. П. Скулачева в ее развитие?
12. Какова последовательность расположения компонентов дыхательной цепи ферментов митохондрий?
13. В какие блоки (комплексы) объединены компоненты цепи переноса электронов в сопрягающей мембране митохондрий?
14. Какие вещества (кофакторы) являются донорами протонов и электронов для дыхательной цепи ферментов митохондрий?
15. Как возникает градиент электрохимического потенциала и из каких величин он складывается?
16. Каково строение АТФ-синтазы и какова ее роль в биосинтезе АТФ?
17. В чем суть конформационной концепции образования АТФ в АТФ-синтазе?

III. Напишите структурные формулы:

- 1) протетической группы убихинон-протеина;
- 2) семихинона (QH);
- 3) гидрохинона (QH₂);
- 4) кофакторов первичных дегидрогеназ;
- 5) креатинфосфата.

Раздел 2. Методические указания и задания к контрольной работе.

Контрольная работа касается статической биохимии и обмена веществ. Она содержит вопросы по строению и свойствам белков, липидов, углеводов и витаминов.

Работа выполняется по одному из приведенных ниже вариантов. Номер варианты контрольной работы должен соответствовать двум последним цифрам номера зачетной книжки (шифра) студента.

Усвоение курса и выполнение контрольных работ должны быть последовательными.

Ответы на поставленные вопросы в контрольной работе должны быть краткими, ясными и исчерпывающими.

Обязательным условием для зачёта контрольной работы является написание всех необходимых химических формул и уравнений реакций, вычерчивание схем и графиков.

Не рекомендуется вклеивать ксерокопии рисунков и таблиц из учебников. Работы выполняются в рукописном виде в ученической тетради и сдаются преподавателю.

Контрольные работы, выполненные в компьютерном варианте, не рассматриваются.

В конце контрольной работы приводятся ссылки на источники литературы, которые использовались при ее выполнении, и подпись студента.

Варианты 01, 21, 41, 61, 81

1. Нуклеопотеины. Строение и биологическая роль.
2. Стерины, строение и их биологическая роль.
3. Гипо-, гипер- и авитаминозы. Привести примеры.
4. Источники аммиака и механизмы его обезвреживания.
5. Аэробное окисление глюкозы. Этапы, реакции, энергетическое значение.

6. Синтез фосфолипидов и их роль в построении биологических мембран.

Варианты 02, 22, 42, 62, 82

1. Простые белки. Основные представители и их свойства.
2. Витамин В₁. Источники, химическое строение, коферментная роль и картина гиповитаминоза.
3. Активный и аллостерический центры фермента.
4. β -окисление жирных кислот и его энергетическая эффективность.
5. Механизм биосинтеза белков, его основные этапы.
6. Расщепление углеводов в желудочно-кишечном тракте.

Варианты 03, 23, 43, 63, 83

1. Строение и классификация аминокислот, входящих в состав белков.
2. Механизм действия ферментов. Теория промежуточных соединений.
3. Витамин Е. Строение, свойства, биологическая роль.
4. Цикл трикарбоновых кислот и его биологическая роль.
5. Роль белков в питании человека. Пищевая, энергетическая и биологическая ценность белков.
6. Переваривание жиров в желудочно-кишечном тракте. Роль желчных кислот.

Варианты 04, 24, 44, 64, 84

1. Гидролитические ферменты. Представители, роль в обмене веществ. Примеры катализируемых реакций.
2. Способы осаждения белков из растворов.
3. Денатурация. Полиненасыщенные жирные кислоты, строение, биологическая роль.
4. Общность и различия процессов гликолиза и спиртового брожения. Написать реакции.

5. Непрямое окислительное дезаминирование аминокислот. Ферменты, коферменты.

6. Энергетическая эффективность окисления стеариновой кислоты. Написать реакции, рассчитать количество АТФ.

Варианты 05, 25, 45, 65, 85

1. Отличия ферментов от катализаторов небелковой природы.

2. Водорастворимые витамины, их роль и условия развития гиповитаминозов. Механизм действия пиридоксина.

3. Незаменимые аминокислоты, их биологическая роль.

4. Гликолиз, его механизм и энергетическая эффективность.

5. Написать реакции распада холестерина. Охарактеризовать значение образующихся продуктов.

6. Протеолитические ферменты желудочно-кишечного тракта. Конечные продукты переваривания белков и их дальнейшая судьба после всасывания.

Варианты 06, 26, 46, 66, 86

1. Окислительно-восстановительные ферменты, строение, роль в тканевом дыхании.

2. Строение и физиологическое значение пищевых углеводов.

3. Аскорбиновая кислота. Источники, свойства, биологическая роль, механизмы действия.

4. Механизм субстратного фосфорилирования и его биологическая роль.

5. Механизм кодирования генетической информации в ДНК. Основные этапы синтеза белка.

6. Декарбоксилирование аминокислот. Свойства образующихся продуктов и их дальнейший распад.

Варианты 07, 27, 47, 67, 87

1. Свойства ферментов. Факторы, влияющие на их активность.

2. Строение, свойства жиров и их биологическая роль.

3. Биологический код и его основные свойства.

4. Тканевое дыхание. Цепь митохондриального окисления. Структура и функции коферментов этой цепи.

5. Механизм прямого дезаминирования глутаминовой кислоты. Значение этого процесса в обмене веществ.

6. Строение и биологическая роль гликогена. Механизм гликогенолиза в печени и мышцах.

Варианты 08, 28, 48, 68, 88,

1. ДНК, строение и биологическая роль.

2. Физико-химические свойства белков.

3. Витамины РР и В₂, их строение и коферментная роль.

4. Конечные продукты распада нуклеопротеидов. Механизм образования мочевой кислоты.

5. Строение АТФ и биологическое значение. Указать пути биосинтеза и использования АТФ.

6. Обмен веществ. Катаболизм и анаболизм, их значение и взаимосвязь.

Варианты 09, 29, 49, 69, 89

1. Макроэргические соединения, их строение и роль в обмене веществ.

2. Строение и биологическая роль фосфолипидов.

3. Гемопротеины и их биологическая роль. Строение гема.

4. Окислительное фосфорилирование. Механизм. Сопряжение с тканевым дыханием. Действие разобщителей и ингибиторов.

5. Механизм трансаминирования аминокислот. Значение этого процесса в обмене веществ.

6. Энергетическая эффективность окисления глюкозы в аэробных условиях.

Варианты 10, 30, 50, 70, 90

1. Структурная организация белков. Охарактеризовать первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры.
2. Регуляция активности ферментов.
3. Строение и биологическая роль различных видов РНК.
4. Энергетическая эффективность β -окисления пальмитиновой кислоты.
5. Механизм передачи электронов по дыхательной цепи митохондрий. Строение и роль цитохромов.
6. Трансаминирование аминокислот. Значение этого процесса в обмене веществ.

Варианты 11, 31, 51, 71, 91

1. Нуклеопротеины. Строение и биологическая роль.
2. Гидролитические ферменты. Представители, роль в обмене.
3. Гипо-, гипер- и авитаминозы. Привести примеры.
4. Декарбоксилирование аминокислот. Ферменты, кофермент, биологическое значение.
5. Цикл трикарбоновых кислот и его биологическая роль.
6. β -окисление высших жирных кислот и его энергетическое значение.

Варианты 12, 32, 52, 72, 92

1. Простые белки. Основные представители их строение, свойства и природные источники.
2. Витамин В₁. Источники, химическое строение, коферментная роль, гиповитаминоз.
3. Строение и пищевое значение углеводов.
4. Расщепление жира в желудочно-кишечном тракте. Роль желчных кислот.
5. Анаэробное окисление глюкозы, его механизм и энергетическая эффективность (в количестве молекул АТФ).
6. Синтез высших жирных кислот. Источники ацетил-коэнзима А и восстановленного НАДФ.

Варианты 13, 33, 53, 73, 93

1. Строение и классификация протеиногенных аминокислот.
2. Механизм действия ферментов. Теория промежуточных соединений.
3. Водорастворимые витамины, условия развития гиповитаминозов, коферментная роль. Примеры.
4. Механизм трансаминирования аминокислот. Ферменты, коферменты, биологическое значение процесса.
5. Реакции субстратного фосфорилирования в гликолизе и его биологическая роль.
6. Обмен веществ. Катаболизм и анаболизм, их значение и взаимосвязь.

Варианты 14, 34, 54, 74, 94

1. Строение ферментов. Активный и аллостерический центры.
2. Строение и биологическая роль фосфолипидов.
3. Витамин А и каротины. Строение, свойства и роль в пищевых технологиях.
4. Непрямое окислительное дезаминирование аминокислот. Ферменты, коферменты.
5. Энергетическая эффективность окисления стеариновой кислоты (в количестве молекул АТФ).
6. Синтез гликогена и его биологическая роль.

Варианты 15, 35, 55, 75, 95

1. Аскорбиновая кислота. Источники, свойства, механизмы действия, молекулярный механизм развития цинги.
2. ДНК, строение и биологическая роль.
3. Незаменимые аминокислоты. Строение, природные источники, роль в питании.
4. Синтез холестерина и его регуляция.

5. Окислительное фосфорилирование. Внутриклеточная локализация и биологическое значение процесса.

6. Протеолитические ферменты желудочно-кишечного тракта. Механизм активации и субстратная специфичность.

Варианты 16, 36, 56, 76, 96

1. Свойства ферментов. Факторы, влияющие на их активность.
2. Биологический код и его основные свойства. Схема биосинтеза белка.
3. Строение и роль гликогена в печени и мышцах.
4. β -окисление жирных кислот и его энергетическая эффективность.
5. Механизм биосинтеза белков, его основные этапы.
6. Расщепление углеводов в желудочно-кишечном тракте.

Варианты 17, 37, 57, 77, 97

1. Структурная организация белков. Охарактеризовать первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры.
2. Регуляция активности ферментов.
3. Строение и биологическая роль различных видов РНК.
4. Гликолиз. Реакции, биологическая роль, энергетическая эффективность.
5. Конечные продукты распада нуклеопротеидов. Механизм образования мочевой кислоты.
6. Связь обмена углеводов и липидов через ацетил-коэнзим А.

Варианты 18, 38, 58, 78, 98

1. Макроэргические соединения, их строение и роль в обмене веществ.
2. Полиненасыщенные жирные кислоты, строение, биологическая роль.
3. Витамины В₂ и В₃, их строение. Биохимический механизм действия ФАД и НАД.
4. Окислительное фосфорилирование и его сопряжение с тканевым дыханием. Действие разобщителей и ингибиторов.

5. Биологический синтез жира.

6. Декарбоксилирование аминокислот. Свойства образующихся продуктов и их дальнейший распад.

Варианты 19, 39, 59, 79, 99

1. Строение, свойства и биологическая роль витамина А.

2. Зависимость активности фермента от концентрации субстрата. Константа Михаэлиса и максимальная скорость реакции.

3. Структурные углеводы растений. Строение, свойства и роль в питании человека.

4. Реакции синтеза фосфолипидов.

5. Трансаминирование аминокислот. Его механизм и значение.

6. Написать реакции цикла трикарбоновых веществ, отметить энергопоставляющие реакции, рассчитать количество АТФ, которое может образоваться за счёт одного оборота цикла

Варианты 20, 40, 60, 80, 00

1. Витамин Е. Строение, свойства, биологическая роль.

2. Гемопротеины и их биологическая роль. Строение гема.

3. Строение, свойства жиров и их роль в питании человека.

4. Механизм субстратного фосфорилирования и его биологическая роль.

5. Механизм кодирования генетической информации в ДНК. Основные этапы синтеза белка.

6. Декарбоксилирование аминокислот. Свойства образующихся продуктов и их дальнейший распад.

Библиографический список

1. Биохимия животных: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2015. - 384 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Биологическая химия: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундаментальной медицины, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский гос. ун-т. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: СО РАН, 2012. - 456 с.
3. Биохимия: учебник / И. К. Проскурина. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 336 с. - (Высшее образование. Бакалавриат).
4. *Рогожин В.В.* Практикум по биологической химии: учеб. метод. пособие по спец. «Зоотехния» и «Ветеринария» / В.В. Рогожин. – СПб.: Лань, 2006. – 255 с.
5. *Северин Е.С.* Биохимия. /Е.С. Северин, Т.Л. Алейникова, Е.В. Осипов - М.: Медицина, 2000.
6. Биохимия и молекулярная биология / Ю.П. Фролов, М.М. Серых, О.Н. Макурина [и др.]; - Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2003.
7. Биохимия животных/ А.В. Чечеткин, И.Д. Головацкий, П.А. Калиман, В.И. Воронянский– М.: Высш. шк. 1982.

Составители:

Котлярова О.С.

Чыдым С.М.

Биологическая химия

Методические указания по выполнению
самостоятельной и контрольной работ