

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Б. Ю. Воротников, Н. П. Нефедова

БИОХИМИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины в бакалавриате
по направлению подготовки
19.03.04. Технология продукции и организация общественного питания
(Профиль «Балтийская высшая школа гастрономии»)

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 577.1 (076)

Рецензент

кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры химии ФГБОУ ВО «КГТУ»
А. Г. Булычев

Воротников, Б. Ю.

Биохимия пищевых продуктов: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студ. обучающихся в бакалавриате по напр. подгот. 19.03.04. Технология продукции и организация общественного питания (Профиль «Балтийская высшая школа гастрономии») / Б. Ю. Воротников, Н. П. Нефедова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 40 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины Химия (раздел «Биохимия пищевых продуктов») представлены материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекций по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля, список учебной литературы, отражены рекомендации для выполнения контрольной работы, варианты контрольной работы для направления подготовки, 19.03.04. Технология продукции и организация общественного питания (Профиль «Балтийская высшая школа гастрономии»).

Табл. 2, список лит. – 4 наименования

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к изданию кафедрой химии 6 сентября 2022 г., протокол № 1

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 сентября 2022 г., протокол № 10

УДК 577.1 (076)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное учре-
ждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2022 г.
© Воротников Б. Ю., Нефедова Н. П.,
2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	4
1.1.	Структура дисциплины.....	4
2.	СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ИЗУЧЕНИЮ.....	8
	Тема 1. Введение Химический состав живых организмов.....	8
	Тема 2. Витамины.....	10
	Тема 3. Ферменты.....	12
	Тема 4. Гормоны.....	15
	Тема 5. Понятие об обмене веществ и энергии.....	17
	Тема 6. Углеводы и их обмен.....	19
	Тема 7. Липиды и их обмен.....	22
	Тема 8. Белки, нуклеиновые кислоты и их обмен.....	24
	Тема 9. Взаимосвязь процессов обмена.....	26
	Тема 10. Биохимия мышечной и жировой ткани.....	27
3.	КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ.....	29
3.1.	Оформление и выбор варианта контрольной работы.....	29
3.2.	Методические указания по выполнению контрольной работы.....	33
3.3.	Контрольное задание.....	34
4.	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	39

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Структура дисциплины

Дисциплина Химия (раздел «Биохимия пищевых продуктов») относится к обязательной части Блока 1 образовательной программы бакалавриата по направлению 19.03.04. Технология продукции и организация общественного питания, Профиль «Балтийская высшая школа гастрономии».

Тематический план лекционных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 1.

Таблица 1

Объем (трудоемкость освоения) и содержание ЛЗ

Номер темы	Тема лекционного занятия	Кол-во часов ЛЗ	
		очная форма	заочная форма
1	Введение Химический состав живых организмов	2	Не предусмотрена
2	Витамины	2	
3	Ферменты	2	
4	Гормоны	2	
5	Понятие об обмене веществ и энергии	2	
6	Углеводы и их обмен	2	
7	Липиды и их обмен	4	
8	Белки, нуклеиновые кислоты и их обмен	5	
9	Взаимосвязь процессов обмена	5	
10	Биохимия мышечной и жировой ткани сырья и пищевых продуктов	4	
Итого		30	

Дисциплина Химия (раздел «Биохимия пищевых продуктов») является базовой дисциплиной, формирующей у обучающихся готовность использовать полученные знания, умения и навыки, при изучении микробиологии и других последующих дисциплин.

Целью освоения дисциплины является формирование современных знаний, умений и навыков по биохимии для использования при решении профессиональных задач.

Задачами дисциплины являются:

- изучение на молекулярном уровне химического состава пищевых продуктов и живых организмов;
- изучение основных процессов, протекающих в пищевых продуктах и живом организме, и их связи с деятельностью клеток, тканей, органов и организма в целом;
- приобретение экспериментальных навыков биохимических исследований, умения анализировать полученные результаты экспериментов.

При реализации дисциплины Химия (раздел «Биохимия пищевых продуктов») организуется практическая подготовка путем проведения лабораторных

работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

уровни организации и свойства живых систем; принципы биоэнергетики; аэробные и анаэробные окислительно-восстановительные процессы; биосинтез веществ в клетках в объеме, необходимом для понимания основных закономерностей биотехнологических, физикохимических и биохимических процессов с целью освоения технологий продуктов общественного питания из растительного и животного сырья;

уметь:

использовать базовые знания в области биохимии для управления предприятиями питания с учетом возможных изменений физико-химических свойств пищевого сырья; применять знания о свойствах биологических систем при решении профессиональных задач;

владеть:

методами оценки свойств пищевого сырья, продукции питания на основе использования фундаментальных знаний в области биохимии; навыками проведения экспериментальных исследований; правилами безопасной работы в лаборатории.

В результате изучения дисциплины студент должен знать содержание, структуру и распределение веществ в пищевых продуктах; процессы переваривания и всасывания пищевых веществ; сущность и значение биологического окисления и окислительного фосфорилирования; основные обменные процессы, лежащие в основе жизнедеятельности (синтез, распад, взаимопревращения веществ), их катализ и регуляцию, нарушения обмена веществ; уметь применять основные методы биохимических исследований для изучения химического состава и обменных процессов в организме; владеть приемами мониторинга обменных процессов в организме.

Учебно-методическое пособие содержит материалы по изучению дисциплины: краткое содержание тем, список рекомендуемой литературы, вопросы для самопроверки) и варианты контрольных заданий.

Основной объем учебной работы выполняется студентом самостоятельно. Приступая к изучению очередной темы, ознакомьтесь с ее содержанием, подберите литературные источники. При первом чтении постарайтесь получить общее представление об учебном материале. Затем ознакомьтесь с вопросами для самопроверки для уяснения объема требований.

Затем приступайте к повторному изучению темы, в ходе которого необходимо усвоить понятия и закономерности, образующие теоретическую основу дисциплины. Полезно составление конспекта.

После изучения тем студенту следует выполнить контрольную работу. Таблицы для выбора варианта, контрольные задания и методические указания по их выполнению приведены в заключительной части данного учебного пособия. Контрольная работа должна быть проверена преподавателем и зачтена до начала экзаменационной сессии.

Непрерывным условием успешного усвоения дисциплины Химия (раздел «Биохимия пищевых продуктов») является выполнение лабораторного практикума, развивающего у студентов навыки научного экспериментирования, исследовательский подход к изучению темы. Лабораторные работы (эксперимент и отчеты) выполняются в выделенное учебным графиком время. Перечень лабораторных работ приводится в отдельном учебном пособии.

Изучение дисциплины Химия (раздел «Биохимия пищевых продуктов») завершается экзаменом. Экзамен проводится по экзаменационным билетам. Каждый билет содержит вопросы в формулировке, соответствующей содержанию тем дисциплины. Основой для определения оценки на экзаменах служит уровень усвоения учебного материала. В течение учебного года студентов проводятся консультации по расписанию кафедры химии.

Таблица 2

Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из име-	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации,	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	ющихся у него сведений		вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Для успешного освоения дисциплины Химия (раздел «Биохимия пищевых продуктов») в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, даны рекомендации к организации самостоятельной работы студентов.

2 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ИЗУЧЕНИЮ

Тема 1. Введение. Химический состав живых организмов

Предмет и задачи курса биохимии пищевых продуктов. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Планируемые результаты освоения дисциплины.

Химический состав живых организмов и пищевых продуктов. Химическая организация, строение, функции клетки эукариотов и прокариотов. Общая характеристика и биологическая роль основных групп веществ, содержащихся в живых организмах. Вода и минеральные вещества. Содержание воды в живом организме, биологическая роль. Распределение и состояние воды в живых тканях. Содержание воды в пищевом сырье и продуктах. Содержание минеральных веществ в организме. Роль минеральных веществ в поддержании величины осмотического давления, концентрации ионов водорода (буферные системы); участие в формировании структуры биополимеров, в деятельности ферментов. Минеральные вещества в пищевом сырье и пищевых продуктах.

Методические указания

Биохимия пищевых продуктов – наука о химическом составе пищевых продуктов, живой материи и химических процессах, лежащих в основе жизненных явлений, пищевых технологий.

Биохимия вторгается во все области фундаментальной и прикладной науки о живой материи, где используются химические, физико-химические и методы ферментативного анализа. Рабочие направления в биохимии определяются объектом исследования или технологии – пищевых продуктов, а также разделы биохимии пищевых продуктов, как статическая, динамическая и функциональная характерны для любого направления биохимии. Все разделы биохимии тесно связаны друг с другом, статика и динамика организма определяют друг друга, а функциональная биохимия пищевых продуктов, вскрывающая химические механизмы различных органов и тканей, использует и объединяет данные статической и динамической биохимии, характеризующие осуществление различных процессов.

Биохимия пищевых продуктов тесно связана с практическими потребностями общества, она оказывает влияние на развитие различных областей сельского хозяйства, общественного питания, медицины, участвует в создании научных основ современных технологий производства, разрабатывает основы правильного использования растительного и животного сырья, производства и применения ферментов, витаминов и других биологически активных соединений в питании человека.

Существование живых организмов на Земле связано с оборотом химических элементов. Например, концентрация углерода, азота, фосфора, в живых организмах в десятки и сотни раз превышает концентрацию этих элементов в земной коре, а кремний и алюминий, которые вместе составляют более одной трети веса земной коры, в большинстве организмов присутствуют лишь в сле-

довых количествах. В то же время существует химическая общность таких форм материи, как неживая природа и живые системы. На основе органогенов (углерод, водород, кислород, азот, фосфор, сера). построены важнейшие в биологическом отношении биоорганические молекулы – белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды, витамины; их количественное содержание и биологическая роль (пластическая, энергетическая, каталитическая, генетическая) в организме различны. Органогены – химические элементы, лежащие в основе биологических систем на Земле. Комбинация незначительного количества химических компонентов – база для качественного многообразия жизненных явлений.

В ходе биохимических процессов образуются метаболиты, которые зачастую играют существенную роль в организме. Например, щавелево-уксусная кислота является промежуточным продуктом химических превращений углеводов и белков, в то же время она играет роль своеобразного катализатора в цитратном цикле – процессе, протекающем при окислении различных веществ в организме (аминокислот, липидов, углеводов и др.).

При изучении данной темы следует ознакомиться с предметом и задачами биохимии в области биотехнологии и организации рационального питания, а также со структурой клетки и ее молекулярными (химическими) компонентами.

Для этого необходимо:

1. Уяснить, что такое биохимия пищевых продуктов как дисциплина; из каких разделов она состоит, каковы ее задачи.
2. Выяснить, что является предметом биохимии, какими методами исследования она пользуется.
3. Обратить внимание на место биохимии среди других наук, на ее взаимосвязь с химическими, технологическими, науками о питании. Познакомиться с историей развития биохимии, обратить внимание на вклад отечественных ученых в эту науку.
4. Запомнить признаки живой материи, отличие ее от неживой.
5. Познакомиться с уровнями структурной организации клетки, начиная от неорганических предшественников и кончая высокоорганизованной клеткой.
6. Познакомиться с элементарным составом живых организмов, с основными химическими компонентами клеток и тканей организма (вода, минеральные вещества, белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды и т.д.).
7. Усвоить современные представления о круговороте элементов и веществ в природе и их роль в экологии планеты.

Вопросы для самопроверки

1. Назовите основные задачи биохимии пищевых продуктов?
2. Какие методики использует биохимия пищевых продуктов?
3. Какова роль отечественных ученых в развитии биохимии?
4. Какие рабочие направления в биохимии вы знаете?
5. Каково значение биохимии для развития технологии переработки пищевого сырья?

6. Какие химические элементы относят к микроэлементам?
7. Какие химические элементы относят к органогенам?
8. Какие вещества называют метаболитами?
9. Какие вы знаете пластические вещества?
10. Какие вы знаете энергетические вещества?
11. Какие химические вещества в организме играют каталитическую роль?
12. Какие химические вещества в организме играют генетическую роль?
13. Какие конечные продукты жизнедеятельности вы знаете?
14. Какие продукты полного распада веществ в организме вы знаете?
15. Какие вещества можно назвать биологически активными?
16. Какие металлы имеют наибольшее значение для живых организмов?
17. Каково содержание основных химических элементов в организме человека?

Тема 2. Витамины

Общая характеристика витаминов. Классификация витаминов. Жирорастворимые и водорастворимые витамины, строение, биологические функции. Суточная потребность в витаминах. Авитаминоз, гиповитаминоз, гипервитаминоз. Провитамины. Антивитамины. Витаминоподобные вещества. Содержание витаминов в пищевом сырье. Влияние хранения и способов переработки биологического сырья на сохранность витаминов.

Методические указания

К витаминам относят низкомолекулярные органические вещества, жизненно необходимые для организмов, поступающие в организм извне, биологически активные в малых дозах (по сравнению с основными компонентами пищи – белками, углеводами, липидами). Химическая природа витаминов весьма разнообразна.

Витамины подразделяют на водо- и жирорастворимые. Водорастворимые витамины входят в состав коферментов и участвуют в разнообразных химических реакциях в организме, они необходимы для обмена белков, липидов, углеводов и других веществ, для реакций, обеспечивающих организм энергией, как для процессов ассимиляции так и диссимиляции. Например, витамин В₂ является составной частью ФМН и ФАД – коферментов аэробных дегидрогеназ. Жирорастворимые витамины участвуют в работе биологических мембран. Их называют мембранными. Например, витамин А влияет на состояние лизосом – органоидов внутриклеточного пищеварения. Повышенные дозы витамина А приводят к повреждению лизосомальных мембран, в результате в цитоплазму начинают выходить вырабатываемые лизосомами ферменты. Недостаток жирорастворимых витаминов приводит к нарушению процессов окислительного фосфорилирования, которые происходят на уровне мембран.

Поскольку витамины не синтезируются в организме человека и животных, они обычно поступают с продуктами растительного и животного происхождения. Вырабатывается основная масса витаминов клетками растений, для

которых эти вещества являются не витаминами, а метаболитами. Некоторые витамины могут синтезироваться в организме животных, но в недостаточных количествах. Например, небольшое количество витамина РР может синтезироваться из аминокислоты триптофана. Одно и то же вещество может являться витамином для одних животных, но быть обычным метаболитом для других. Например, витамин С – аскорбиновую кислоту – синтезируют почти все животные, не способны к этому лишь человек, человекообразные обезьяны и один вид птиц. Некоторые витамины образуются в организме животных из своих химических предшественников – провитаминов. Большинство провитаминов имеет растительное происхождение и поступает в организм с пищей, как, например, каротины – провитамины А. Некоторые провитамины синтезируются в организме животных, например, 7-дегидрохолестерин – провитамин D₃.

В ходе изучения данной темы следует усвоить сведения о составе, строении, свойствах, отдельных представителей, классификации, распределении и биологической роли витаминов, с учетом понимания влияния витаминов на биохимические процессы в организме уметь применять их для организации рационального питания; получить представление о методиках качественного и количественного определения витаминов, практически освоить некоторые из них. В результате изучения данной темы студент должен:

- усвоить сведения о составе, строении, свойствах, отдельных представителях, классификации, распределении и биологической роли витаминов;

- получить представление о методиках качественного и количественного определения витаминов, практически освоить некоторые из них. Для этого необходимо:

1. Обратит внимание на то, что в основе классификации витаминов лежит их растворимость и запомнить названия витаминов, относящихся к жирорастворимым.

2. Обратит внимание на возможность накопления в тканях избыточного количества жирорастворимых витаминов и возникновение гипервитаминозов с тяжелыми для организма последствиями.

3. Проследите путь превращения провитаминов в витамины.

4. Знать признаки гипер-, гипо- и авитаминозов – вызываемых нарушениями в потреблении или биосинтезе витаминов. Усвоить, что частичный недостаток витамина в организме вызывает заболевание гиповитаминоз, а полное его отсутствие – авитаминоз.

5. Обратит внимание на пищевые источники каждого из витаминов.

Вопросы для самопроверки

1. Какова история открытия витаминов?
2. На каких принципах основана классификация витаминов?
3. Какие организмы синтезируют витамины?
4. Напишите химическую формулу и охарактеризуйте пищевые источники и признаки авитаминоза и коферментные функции витамина B₂.
5. Напишите химическую формулу и охарактеризуйте пищевые источники и признаки авитаминоза и биологическую роль витамина А.

6. Какие провитамины и витамины стероидной природы вам известны?
7. В каких единицах принято выражать содержание витаминов в продуктах?

Тема 3. Ферменты

Состав, строение биологическая роль ферментов. Коферменты. Активные и аллостерические центры ферментов. Механизм биокатализа.

Единицы активности ферментов. Молекулярные механизмы действия ферментов: эффект ориентации реагентов (сближение), эффект деформации связей в субстрате (напряжение, изгиб). Стереохимическая, абсолютная, абсолютная групповая и относительная субстратная специфичность действия ферментов. Кинетика ферментативных реакций. Константа Михаэлиса. Влияние концентрации субстрата и фермента на скорость ферментативной реакции. Влияние некоторых физико-химических факторов на активность ферментов (температуры, pH, минеральных веществ). Понятие о механизме регуляции активности ферментов. Активаторы и ингибиторы. Механизмы ингибирования ферментов – конкурентное, неконкурентное и субстратное ингибирование. Номенклатура и классификация ферментов: 1. Оксидоредуктазы. 2. Трансферазы. 3. Гидролазы. 4. Лиазы. 5. Изомеразы. 6. Лигазы.

Методические указания

Ферменты – высокоэффективные белковые катализаторы биохимических реакций. Они ускоряют медленно текущие реакции за счет снижения энергии активации, необходимой для осуществления данной реакции. Они понижают скорость катализируемой реакции в 10^{12} раз и более. Ферменты, как всякие катализаторы, не способны вызывать реакции, невозможные по термодинамическим условиям. Организованная последовательность процессов обмена веществ возможна при условии, что каждая обеспечена собственным генетически заданным набором ферментов. Только при этом условии осуществляется строго согласованная последовательность реакций (метаболический путь). Активность всех путей обмена веществ постоянно регулируется, что обеспечивает соответствие синтеза и деградации метаболитов физиологическим потребностям организма.

Будучи простыми или сложными протеинами, ферменты проявляют все свойства белков. В двухкомпонентных ферментах связь белковой части фермента (апофермента) с коферментом может быть прочной или временной. Например, в процессе гликолиза одна и та же молекула НАД функционирует в составе двух разных ферментов: сначала в составе фосфоглицероальдегиддегидрогеназы, затем на последнем этапе гликолиза в составе лактатдегидрогеназы.

Чувствительность ферментов к изменению активной реакции среды определяется состоянием всех ионогенных групп, обеспечивающих каталитически активную конформацию фермента, в частности составляющих его активный центр, а также поведением функциональных групп субстрата, определяющих его способность к образованию фермент-субстратного комплекса и к участию в данной реакции. Связь между ферментом и субстратом может иметь

различную химическую природу. Но в любом случае в этом комплексе, вероятно, происходит ослабление определенных связей в молекулах субстрата, что повышает реакционную способность последнего и снижает энергетический барьер реакции. Следовательно, снижается и энергия активации, что приводит к увеличению скорости реакции. При образовании фермент-субстратного комплекса происходит изменение пространственной структуры как субстрата, так и фермента на участие активного центра.

Действие большинства ферментов высоко специфично. Понятие специфичности относится не только к типам каталитических реакций (реакционная специфичность), но и к природе соединений – субстратов (субстратная специфичность).

Поток метаболитов в обмене веществ определяется прежде всего активностью ферментов. Для воздействия на тот или иной путь достаточно регулировать активность фермента, катализирующего, наиболее медленную стадию. Такие ферменты, называемые ключевыми ферментами, имеются в большинстве метаболических путей. Активность ключевого фермента регулируется на трех независимых уровнях: контроль транскрипции (контроль за биосинтезом ферментов); взаимопревращение ключевых ферментов (в большинстве случаев состоит в АТФ-зависимом фосфорилировании ферментов протеинкиназой и соответственно дефосфорилировании фосфотазой; модуляция лигандами – субстратом, конечными продуктами реакции (ингибирование по типу обратной связи) коферментом и другими эффектами. Например, изменение активности фермента вызывает изменение его конформации аллостерическим эффектором путем связывания его не в самом активном центре, а в другом месте фермента.

Часто лимитирующим фактором является также доступность кофермента. Например, гликолиз и цитратный цикл регулирует доступность НАД⁺, так как НАД⁺ регенерируется в дыхательной цепи, последняя регулирует катаболизм глюкозы и жирных кислот (контроль дыхания).

Все многообразие ферментов согласно современной классификации разделено на шесть классов в зависимости от типа химических реакций, которые катализируют ферменты. Например, ферменты класса «Оксиредуктазы» катализируют окислительно-восстановительные реакции. Лиазы катализируют реакции отщепления с образованием двойных связей или реакции присоединения по двойным связям. Каждый класс ферментов разделен на подклассы. Например, ферменты класса «Трансферазы» катализируют перенос функциональных групп. Класс делится на несколько подклассов, а те, в свою очередь на несколько подподклассов, в зависимости от химической природы переносимой группы. Так, трансферазы, переносящие одноуглеродные остатки, объединены в подкласс, который делится на подклассы в зависимости от химической природы этих одноуглеродных остатков. Ферменты подподкласса «Метилтрансферазы» катализуют реакции, связанные с переносом метильного радикала. Современная систематическая номенклатура ферментов тесно связана с их классификацией. Классы, подклассы, подподклассы и ферменты внутри подподкласса пронумерованы. Каждый фермент имеет свой идентификационный номер (шифр). Шифр составлен из четырех арабских цифр, которые последо-

вательно представляют собой номера класса, подкласса, подподкласса и фермента внутри подподкласса соответственно. Кроме шифра фермент имеет свое научное, систематическое название, которое несет химическую информацию, т. е. указывает, какую именно химическую реакцию катализирует данный фермент. Систематические названия используются в научной литературе, когда необходима идентификация фермента, во всех остальных случаях используются тривиальные названия. Например, фермент 2.7.1.1 АТФ: D-гексоза-6-фосфотрансфераза (систематическое название) зачастую называется гексокиназа (тривиальное название). Его шифр означает: 2 – трансферазы (номер класса), 2.7. – трансферазы, которые переносят группы, содержащие фосфор (подкласс), 2.7.1. – трансферазы со спиртовой группой в роли акцептора (подподкласс), последняя цифра говорит о том, что гексокиназа идет под первым номером в своем подподклассе.

Каталитическое действие фермента, то есть его активность, определяется в стандартных условиях по увеличению скорости, которую указывают как изменение концентрации субстрата или продукта за единицу времени [моль/(л с)]. Так как каталитическая активность не зависит от объема раствора в которой протекает реакция, активность фермента выражают в каталах (кат – это количество фермента, которое превращает 1 моль субстрата за 1 с. Международная единица активности [Е] – количество фермента превращающего 1 мкмоль субстратов в 1 минуту ($1 \text{ E} = 16,7 \text{ нкат}$).

Ферменты и ферментные системы привязаны к определенным участкам клетки (компартаментам). Такая компартиментализация обеспечивает единство с одной стороны и разделение с другой, биохимических процессов в клетке.

Изучение данной темы предусматривает усвоение сведений о составе, строении и свойствах отдельных представителей ферментов, их классификации, номенклатуре, распределении и биологической роли в организме. Необходимо уметь применять знания о ферментах при последующем изучении обмена веществ; получить представление о методиках качественного и количественного исследования ферментов, практически освоить некоторые из них. Для этого необходимо:

1. Из курса химии повторить материалы о катализе.
2. Знать сходство и различие между ферментами и неферментными катализаторами.
3. Запомнить, что ферменты бывают простые и сложные. Простые состоят только из белка, а сложные из белковой части – апофермента и небелковой – кофермента.
4. Вспомнить коферменты витаминной природы (см. тему витамины) и уметь писать их формулы.
5. Познакомиться с понятием активный центр фермента, который представляет собой участок в третичной структуре белка, ответственный за присоединение и превращение субстрата.
6. Познакомиться с множественными молекулярными формами ферментов, изоферментами и их значением, а также с полиферментными системами.
7. Изучить термолабильность ферментов.

8. Познакомиться с влиянием рН среды на скорость ферментативных реакций, знать оптимальные значения рН среды для действия пепсина, амилазы, трипсина.

9. Изучить различные виды специфичности действия ферментов и уметь объяснять эти свойства.

10. Уяснить, что образование фермент-субстратных промежуточных комплексов оказывает решающее влияние на снижение энергии активации и повышение скорости ферментативной реакции.

11. Уяснить, что в зависимости от прочности связывания ингибитора с ферментом различают обратимое и необратимое ингибирование.

12. Запомнить, что в молекуле фермента есть аллостерический центр, способный присоединять низкомолекулярные вещества – аллостерические эффекторы. В результате этого изменяется третичная структура ферментного белка, конформация активного центра и, как следствие, активность фермента.

13. Понять, что в саморегуляции метаболизма на клеточном уровне участвуют конечные продукты серии химических ингибиторов для первого фермента этой серии реакций.

14. Познакомиться с принципами тривиальной и систематической номенклатуры ферментов.

15. Обратить внимание на то, что ферменты 1-, 2-, 4-, 5-, 6-го классов – это сложные ферменты, а ферменты 3-го класса – гидролазы – простые.

16. Уяснить, что качественное и количественное определение ферментов производится косвенным образом по убыли субстрата или накоплению продуктов реакции.

Вопросы для самопроверки

1. Как вы понимаете выражение «каталитический характер обменных процессов»?
2. Какова биологическая роль ферментов?
3. Что такое профермент?
4. Что такое апофермент и кофермент?
5. Какова роль витаминов в работе ферментов?
6. Какова роль атомов металлов в работе ферментов?
7. Что вы знаете о механизме биокатализа?
8. Как действуют активаторы и ингибиторы ферментов?
9. Какие ингибиторы ферментов вы знаете?
10. На каких принципах основана классификация ферментов?
11. К какому классу относятся ферменты, содержащие витамин В₂?

Тема 4. Гормоны

Состав, строение, биологическая роль гормонов. Единство нервной и гуморальной регуляции в организме. Химическая классификация гормонов: стероидные, белковые и пептидные, производные аминокислот и жирных кислот. Классификация гормонов по месту выработки в организме в железах внутренней секреции: щитовидная, околощитовидная, поджелудочная, половых желе-

зы, мозговое вещество, кора надпочечников и гипофиз. Биологическая роль гормонов. Гормоноподобные вещества нервной системы и органов пищеварения. Общее понятие о механизме действия гормонов.

Методические указания

Гормоны – химические вещества, являющиеся стимуляторами, координаторами, регуляторами жизненных функций, выделяются эндокринными органами в кровь в следовых количествах. Концентрация гормонов в крови обычно ничтожна (около $1 \cdot 10^{-6}$ г на 100 мл крови). Гормоны весьма недолговечны, вырабатываются в одних клетках (эндокринная железа, эндокринная ткань), а действуют на другие (органы – мишени), не играют пластической или энергетической роли. Согласно современным представлениям гормоны участвуют в нейрогуморальной регуляции жизненных функций, влияя в первую очередь на ферменты или ферментные системы, а также на состояние биологических мембран. Например, при голодании или в стрессовых ситуациях (борьба, бег) возрастает потребность в глюкозе. В таких случаях выделяются гормоны адреналин и глюкагон. Они активируют (активная форма гликогенфосфорилазы) расщепление гликогена и ингибируют (неактивная форма гликогенсинтетазы) синтез гликогена.

В ходе изучения данной темы следует усвоить сведения о химической природе, свойствах и механизмах регулирующего действия гормонов на обмен веществ в организме. Для этого необходимо:

1. Понять, что взаимосвязь и регуляция обмена веществ на уровне целого организма обеспечивается наличием специальных интегрирующих систем, одной из которых является эндокринная система.

2. Представлять, что гормоны являются химическими «посредниками», передающими сигнал от ЦНС в клетки-мишени, и что их действие подчиняется принципу обратной связи. Рассмотреть схему взаимосвязи гормонов и ЦНС и обратить внимание на роль гипоталамуса.

3. Усвоить, что гормоны передают сигнал путем взаимодействия со специфическими рецепторами клеток-мишеней, имеющими различную внутриклеточную локализацию, что действуют они кратковременно из-за быстрого расщепления.

4. Изучить классификацию и номенклатуру гормонов. При этом постарайтесь подойти к проблеме классификации гормонов с двух сторон – с химической и биологической. Усвойте по меньшей мере два способа классификации гормонов: по химической природе и по месту выработки в организме. По химической структуре гормоны делятся на 4 группы: а) белки и пептиды; б) продукты превращения аминокислот; в) стероиды; г) производные высококонечных жирных кислот.

5. Запомнить названия, химическую природу гормонов, вырабатываемых отдельными железами внутренней секреции.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте общую характеристику и классификацию гормонов по химическому строению. Укажите их роль в нейрогуморальной регуляции.
2. Какие принципы действия гормонов на обмен веществ Вы знаете?
3. Напишите химические формулы адреналина и норадреналина. Дайте характеристику их биологических функций. Каков механизм влияния адреналина на углеводный и липидный обмен?
4. Какое нарушение обмена веществ возникает при понижении функции β -островковой ткани поджелудочной железы?

Тема 5. Понятие об обмене веществ и энергии

Метаболизм как диалектическое единство противоположено направленных процессов анаболизма и катаболизма (ассимиляции и диссимиляции). Основные этапы превращения веществ и энергии в организме. Обмен веществ и энергии с внешней средой. Принципы биоэнергетики. Макроэргические соединения.

Центральная роль АТФ в биоэнергетике. Понятие об окислительно-восстановительных процессах в организме. Брожение и дыхание. Тканевое дыхание. Дыхательная цепь, состав, функции, локализация в живой клетке: анаэробные дегидрогеназы, флавиновые ферменты, кофермент Q, цитохромы, цитохромоксидазы.

Методические указания

Живая клетка, имеющая сложнейшую внутреннюю организацию, в состав которой входят несколько тысяч различных веществ, представляет собой самовоспроизводящуюся биохимическую систему, закономерно (эффективно) изменяющуюся при изменении условий среды. Для того чтобы поддерживать в себе необходимую концентрацию химических веществ, эта системы должна быть физически отделена от других клеток и вместе с тем она должна обладать способностью к обмену с этим окружением, т.е. способностью поглощать те вещества, которые требуются ей в качестве исходного «сырья», и выводить наружу не используемые клеткой «отходы». Только выполняя такой обмен, клетка как живая система может сохранять свою стабильность. Роль барьера между живой системой и ее окружением выполняет клеточная мембрана, она помогает регулировать обмен химическими компонентами между внутренней и внешней средой клетки (или другими клетками) и, таким образом, служит границей клетки.

Большая часть различий между растительными и животными организмами (в питании, пищеварении, росте, размножении, защитных механизмах, анатомии и морфологии) обязана своим происхождением клеточной стенке растений, анатомическое строение и биологические свойства которых во многом отличаются от клеточных стенок других живых организмов.

Динамическая биохимия пищевых продуктов пищевых продуктов изучает обмен веществ. Обмен веществ – важнейшая особенность живой материи, непременное условие жизни, единый процесс, складывающийся из поступле-

ния веществ в живой организм, превращений веществ и энергии в клетках и тканях организма и выделения конечных продуктов этих превращений в окружающую среду. Обмен веществ есть диалектическое единство противоположных процессов: питания и выделения, усвоения и разрушения, синтеза и распада, иными словами – диалектическое единство процессов ассимиляции и диссимиляции. Масштаб объема веществ в живой природе колоссален.

Обмен веществ невозможен без соответствующего ему обмена энергии. Каждое органическое соединение входящее в состав живой материи обладает определенным запасом потенциальной энергии (свободная энергия), за счет которой может быть совершена работа. Главным материальным носителем свободной энергии в органических соединениях являются химические связи между атомами, при преобразовании которых изменяется уровень энергии. Если уровень свободной энергии составляет 12,5 кДж/моль – такие связи считаются нормальными, если 25–50 кДж/моль и более – макроэргическими связями и обозначаются значком ~ (тильда).

Обмен веществ и энергии представляет единый, неразрывный процесс, где видоизменение вещества всегда сопровождается выделением или поглощением свободной энергии, и где выделившаяся или поглотившаяся в том или ином количестве энергия обеспечивает распад или синтез химических связей.

В ходе изучения данной темы следует усвоить общие представления об обмене веществ и энергии, энергетике биохимических реакций, макроэргических соединениях и путях их образования. Уметь использовать эти знания для дальнейшего подробного изучения обмена белков, жиров и углеводов. Для этого необходимо:

1. Понять, что такое метаболизм, катаболизм и анаболизм, обратить внимание на их взаимосвязь и биологическое значение.

2. Познакомиться с основными путями метаболизма, с их взаимосвязью с обменом энергии.

3. Изучить классификацию живых организмов по способу усвоения углерода из окружающей среды и по отношению к источникам энергии. Обратить внимание на различие организмов по питанию и источникам энергии (аутоотрофы и гетеротрофы, фототрофы и хемотротрофы).

4. Познакомиться с энергетическими циклами в живой природе. Усвойте понятие о фотосинтезе. Рассматривайте фотосинтез как процесс, объединяющий явления, происходящие на различных космических телах – Земле и Солнце (космическая роль зеленых растений по К. А. Тимирязеву)

5. Уяснить центральную роль в биоэнергетике АТФ, которая является универсальным аккумулятором и донатором энергии в организме. Все другие макроэрги так или иначе связаны с АТФ. Так, активация жирных кислот с образованием тиоэфирных макроэргических связей (ацил-КоА) происходит за счет энергии АТФ. Энергию макроэргических связей 1,3-дифосфоглицериновой кислоты, аккумулирующих энергию окислительного распада углеводов, организм может использовать лишь после ее включения в состав АТФ. Энергия, освобождающаяся при окислительном распаде веществ, аккумулируется в составе АТФ в результате переноса фосфатных остатков на АДФ и носит назва-

ние окисление, сопряженное с фосфорилированием АДФ на уровне субстрата. Второй путь образования АТФ – на уровне электронтранспортной цепи.

Вопросы для самопроверки

1. Какие обменные процессы относят к так называемому обмену веществ с внешней средой?
2. Какие обменные процессы относят к промежуточному обмену?
3. Как доказать, что обменные процессы имеют ферментативный характер?
4. Приведите примеры и охарактеризуйте фототрофные организмы.
5. По какому признаку биохимические процессы делят на аэробные и анаэробные?
6. Дайте определение понятий метаболизма, анаболизма и катаболизма. Сколько макроэнергетических связей содержится в молекуле АТФ?

Тема 6. Углеводы и их обмен

Строение, классификация, номенклатура. Важнейшие представители моносахаридов – рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, фруктоза, галактоза, олигосахаридов – сахароза, мальтоза, целлобиоза, лактоза, полисахаридов – крахмал, гликоген, целлюлоза, пектиновые вещества, строение, свойства, биологическая роль. Углеводы в пищевом сырье.

Переваривание и всасывание углеводов в желудочно-кишечном тракте. Специфичность действия ферментов – гликозидаз. Механизм активации моносахаридов. Биосинтез и распад гликогена в печени. Анаэробный и аэробный распад углеводов. Гликолиз. Гликогенолиз. Спиртовое и молочно-кислое брожение. Цикл трикарбоновых кислот. Энергетический баланс анаэробного и аэробного расщепления углеводов. Гормоны, участвующие в регуляции углеводного обмена.

Методические указания

Углеводы составляют основную массу органического вещества на Земле. В живом организме углеводы входят в состав нуклеиновых кислот (рибоза и дезоксирибоза), АТФ и ее аналогов, некоторых коферментов (НАД, НАДФ, ФАД), белков и липидов, выполняют энергетическую и резервную роль, участвуют в построении опорных тканей, в осуществлении защитных и других функций организма. Галактоза, которая не только входит в состав такого важного дисахарида, как лактоза, но и содержится в гликолипидах – веществах, необходимых для деятельности нервной системы. Резервной формой углеводов у животных является полисахарид гликоген, у растений – крахмал.

Концентрация глюкозы в органах и тканях организма животных не поднимается выше определенной величины, что обусловлено, в частности, осмотической активностью глюкозы. Сравнивая глюкозу и гликоген, отметить, что с увеличением количества моносахаридных остатков в молекуле углевода меняются физико-химические (например, растворимость, редуцирующая способность) и биохимические (например, влияние на осмотическое давление жидко-

стей тела, способность участвовать в создании энергетических запасов в клетке) свойства углеводов.

Анаэробные окислительные процессы углеводов (наиболее древние в эволюционном отношении) характерны как для микроорганизмов (например, молочнокислое, спиртовое брожение), так и для клеток позвоночных животных (гликолиз, гликогенолиз в мышцах). Главный (дихотомический) путь аэробного окислительного распада углеводов начинается со стадий, аналогичных гликолизу (до образования пировиноградной кислоты). Гликолиз – это не только главный путь метаболизма глюкозы, ведущий к образованию ацетил-КоА и его окислению в цикле лимонной кислоты, но также и главный путь метаболизма фруктозы и галактозы, поступающих с пищей.

Окисление углеводов в анаэробных и аэробных условиях обеспечивает клетку энергией, аккумулированной в макроэргических связях АТФ. Если макроэргическая связь возникает в момент непосредственного окисления субстрата, а затем тем или иным путем передается на фосфатный остаток, который в свою очередь используется для фосфорилирования, т.е. синтеза АТФ, то такой вид биологического окисления называется окислением, сопряженным с фосфорилированием АДФ на уровне субстрата.

В анаэробных условиях, например, при гликолизе за счет окисления сопряженного с фосфорилированием АДФ на уровне субстрата синтезируется всего две молекулы АТФ на каждую расщепившуюся молекулу глюкозы. Аэробный дихотомический окислительный путь гораздо эффективнее: клетка получает 38 АТФ в результате полного окисления одной молекулы глюкозы, при этом основное количество АТФ синтезируется за счет окисления сопряженного с фосфорилированием АДФ на уровне электротранспортной цепи и лишь три макроэргические связи возникают на уровне субстрата.

Фотоавтотрофные организмы являются источником почти всей биологической энергии органических соединений и кислорода, необходимых для существования всех живых организмов на Земле.

Энергия света в процессе фотосинтеза используется для синтеза органических соединений из CO_2 и H_2O . В светозависимой части фотосинтеза, световые реакции, происходят расщепления H_2O с образованием протонов, электронов и атомов кислорода. Электроны, возбужденные энергией света, восстанавливают НАДФ.

Образующиеся НАДФН^+ , в противоположность воде, которая очень плохой восстановитель, является активным восстановителем для «фиксаций» CO_2 в органическое соединение. В световой реакции в результате фотосинтетического и хемосинтетического фосфорилирования АДФ, синтезируется АТФ, которое также происходит путем сопряжения переноса электронов в электротранспортных цепях с активированием неорганического фосфата. Механизм этого сопряжения близок к таковому при окислительном фосфорилировании в митохондриях, что поддерживает единую природу процессов, приводящих к синтезу АТФ у гетеротрофных и аутотрофных организмов.

Как и в дыхательной цепи в световых реакциях электроны переносятся по электротранспортной цепи от одной окислительно-восстановительной системы

к другой. Однако по сравнению с дыхательной цепью в этом случае электроны движутся в противоположных направлениях. В дыхательной цепи электроны переносятся с НАДН на O_2 с образованием воды и выделением энергии, а при фотосинтезе электроны переносятся с воды на НАДФ при затрате энергии, то есть фотосинтетический перенос электронов в энергетическом отношении подобен «подъему в гору».

Образующиеся в световой реакции НАДФН⁺ и АТФ используются «в теневой реакции» для включения CO_2 в органические соединения и катализируются рибулозодифосфат-карбаксилазой (оксигеназой).

В ходе изучения данной темы следует усвоить сведения об обмене углеводов и его биологической роли и умение использовать эти знания для понимания взаимосвязи обмена углеводов с другими процессами обмена. Понять биохимический смысл и механизмы переваривания углеводов. Для этого необходимо:

1. Вспомнить строение глюкозы, фруктозы, галактозы, лактозы, сахарозы, крахмала, гликогена, играющих роль основных компонентов пищевых углеводов и о их биологических функциях.

2. Усвоить, что процесс переваривания углеводов – это гидролиз гликозидных связей, с помощью ферментов, синтезирующихся в разных отделах пищеварительного тракта (в слюнных и поджелудочных железах, в слизистой кишечника), приводящий к образованию моносахаридов.

3. Научиться писать структурными формулами реакции, катализируемые сахарозой, лактазой, мальтазой и амилазой; обратить внимание на специфичность действия ферментов.

4. Разобраться в общей схеме окисления глюкозы до CO_2 в аэробных условиях или до молочной кислоты в анаэробных.

5. Рассмотреть схему гликолиза (анаэробное расщепление).

6. Познакомиться со схемой спиртового брожения. Усвоить, что спиртовое брожение и гликолиз протекают одним и тем же путем до пировиноградной кислоты. Знать реакции превращения пирувата в этанол и ферменты, их катализирующие.

7. Усвоить, что первые стадии аэробного расщепления глюкозы и гликолиз до стадии образования пировиноградной кислоты совпадают.

8. Усвоить механизм превращения пировиноградной кислоты в ацетил-КоА при участии пируватдегидрогеназного комплекса, включающего тиаминпирофосфат, коэнзим А, липоевую кислоту и другие коферменты и ферменты.

9. Запомнить, что реакции цикла Кребса локализована в матриксе митохондрий.

10. Выделить реакции цикла, ведущие к образованию конечных продуктов этого процесса: CO_2 , НАДН₂, ФАДН₂ и АТФ.

11. Обратит внимание на то, что аэробный распад глюкозы сопровождается синтезом 38 молей АТФ на 1 моль глюкозы, что определяет физиологическое значение этого процесса.

12. Усвоить, что гликоген печени является основным источником глюкозы в крови.

13. Рассмотреть процессы синтеза и распада гликогена.
14. Усвоить механизмы регуляции синтеза и распада гликогена.
15. Познакомиться с понятием о фотосинтезе, его стадиях и значении.

Вопросы для самопроверки

1. Напишите структурными формулами реакции амилозы в желудочно-кишечном тракте, охарактеризуйте ферменты.
2. Какие процессы в своей совокупности составляют промежуточный обмен углеводов?
3. Какой отдел пищеварительного тракта является органом всасывания моносахаридов?
4. Какие железы внутренней секреции участвуют в регуляции углеводного обмена? Какова роль поджелудочной железы в обмене углеводов?
5. Каково биологическое и промышленное значение синтеза молочной кислоты при молочнокислом брожении и гликолизе?
6. Чем отличается гликолиз от спиртового брожения?
7. Приведите примеры субстратного фосфорилирования в ходе промежуточного обмена углеводов?
8. Как идет процесс предварительного фосфорилирования глюкозы и каково его значение?
9. Какие витамины участвуют в обмене углеводов?
10. Каково значение световой фазы в фотосинтезе?

Тема 7. Липиды и их обмен

Строение, биологические функции липидов (простых и сложных). Запасные и протоплазматические липиды, распределение в организме. Триацилглицерины, состав, строение, свойства. Органолептические, физические и химические показатели качества липидов.

Незаменимые жирные кислоты, биологические функции. Особенности липидов гидробионтов. Понятие о восках, стеролах, стеридах. Сложные липиды. Фосфолипиды. Гликолипиды. Нахождение липидов в пищевом сырье.

Переваривание и всасывание липидов в желудочно-кишечном тракте. Липолитические ферменты. Биологическая роль желчных кислот. Ресинтез липидов в стенке кишечника. Биосинтез и распад липидов в тканях. Окисление глицерина и жирных кислот в тканях. Энергетический баланс тканевого липолиза. Гормоны, участвующие в регуляции обмена липидов. Нарушение обмена липидов у человека.

Методические указания

Липиды – большая группа органических веществ, хорошо растворимых в органических растворителях, таких как диэтиловый эфир, ацетон, хлороформ и бензол. В то же время эти вещества нерастворимы в воде. Липиды подразделяются на омыляемые (триацилглицерины, фосфолипиды, гликолипиды) и неомыляемые (терпены, каротиноиды), стеринны и их производные, эйкозаноиды).

Триацилглицерины являются энергетическим резервом организма, фосфолипиды участвуют в построении важнейших биологических структур и прежде всего биологических мембран. Гликолипиды, состоящие из сфингозина, сахаров и жирных кислот, составляют 5-10 % всех липидов плазматических мембран. В составе биологических мембран липиды активно участвуют в жизнедеятельности клеток и организма в целом, участвуют в работе специализированных органов и тканей, например, нервной ткани, участвуют в важнейших биохимических процессах, например, в процессе биологического окисления. Липиды выполняют защитную роль (например, в клеточных стенках бактерий, в коже позвоночных).

Липиды – наиболее важный из всех питательных веществ источник энергии. В количественном отношении липиды основной энергетический источник организма. Субстратом биологического окисления являются не триацилглицерины, а предварительно активированные продукты их гидролиза – глицерин и жирные кислоты. Например, образующийся в клетках в результате гидролиза жиров глицерин прежде, чем стать субстратом биологического окисления, предварительно фосфорилируется, превращаясь в α -глицеринфосфорную кислоту. При этом тратится энергия одной макроэргической связи АТФ. Затем начинается окисление α -глицеринфосфорной кислоты под действием фермента глицеринфосфатгидрогеназы, в результате чего образуются 3-фосфоглицериновый альдегид и НАДН₂; 3-фосфоглицериновый альдегид окисляется далее на путях углеводного обмена (см. с. 64 главный путь аэробного окисления глюкозы), а водород с НАДН₂ через систему ферментов дыхательной цепи переносится на кислород в результате чего в клетке сопряженно синтезируются три АТФ. Энергетический эффект полного окисления глицерина подсчитывается на основании данных об окислении углеводов. При подсчете энергетической эффективности окисления жирных кислот, образующихся при гидролизе жиров, учитываются энергетические затраты клетки на активацию свободных жирных кислот. Активированные жирные кислоты (ацил-КоА) подвергаются в основном β -окислению до ацетил-КоА, а последний окисляется до CO₂ и H₂O на путях углеводного обмена (в цикле трикарбоновых кислот).

В ходе изучения данной темы следует применять знания о строении липидов для понимания их биологической роли в организме и для освоения вопросов по обмену липидов. Для этого необходимо:

1. Восстановить в памяти знания, полученные по органической химии по общей характеристике и классификации липидов.

2. Вспомнить формулы, физико-химические свойства и биологическое значение жирных кислот: масляной, лауриновой, миристиновой, пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой, линоленовой, арахидоновой, эйкозапентаеновой, докозагексаеновой; триацилглицеринов, фосфатидов, стеринов (холестерина и эргостерина) и стеридов. Обратить внимание на высокую биологическую активность некоторых стеринов и их производных (например, провитамины и витамины группы D, половые гормоны); на гормоноподобные вещества (например, простагландины являются производными полиненасыщенных жирных кислот), на желчные кислоты - участники процесса пищеварения.

3. Иметь представление о химическом составе гликолипидов (цереброзидов, ганглиозидов) и их биологическом значении.

4. Серьезное внимание обратить на биологическую роль липидов.

Вопросы для самопроверки

1. Какие пищеварительные железы участвуют в переваривании липидов?
2. Какие ферменты необходимы для переваривания лецитинов?
3. Какова биологическая роль желчных кислот?
4. Каково уравнение реакции активации глицерина в живых клетках?
5. Каково уравнение реакции активации насыщенных жирных кислот в клетках?
6. Каковы источники глицерина в живом организме?
7. Каково уравнение реакции превращения стеариновой кислоты в олеиновую? Какой фермент катализирует эту реакцию?

Тема 8. Белки, нуклеиновые кислоты и их обмен

Белки, состав, строение, биологические функции. Классификация белков. Простые белки (протеины): альбумины, глобулины, гистоны, протамины, протеиноиды, глютелины, проламины. Сложные белки (протеиды): фосфопротеиды, липопротеиды, гликопротеиды, хромопротеиды, нуклеопротеиды, металлопротеиды. Физико-химические свойства белков. Молекулярная масса. Растворимость, амфотерные свойства, изоэлектрическая точка, денатурация, коагуляция. Методы фракционирования, очистки белков. Методы обнаружения и определения содержания белков в пищевом сырье и пищевых продуктах.

Биологически полноценные и неполноценные белки. Незаменимые и заменимые аминокислоты. Аминокислотный скор. Содержание белков в пищевом сырье и основных продуктах питания. Нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК), состав, строение, биологические функции. Азотистые основания, нуклеозиды, нуклеотиды, состав, строение.

Переваривание и всасывание продуктов гидролиза белков в желудочно-кишечном тракте. Протеолитические ферменты. Гниение белков и аминокислот в кишечнике. Промежуточный обмен белков и аминокислот. Общие реакции промежуточного обмена аминокислот. Реакции переаминирования, прямого и непрямого окислительного дезаминирования, восстановительного аминирования, декарбоксилирования аминокислот. Превращения безазотистой части аминокислот. Понятие о частных путях обмена аминокислот в организме.

Конечные продукты обмена белков. Биосинтез мочевины в организме. Понятие о биосинтезе белков.

Методические указания

В организме человека массой 70 кг содержится примерно 10 кг белков, причем большая часть их локализована в мышцах. По сравнению с белками доля других азотсодержащих веществ незначительна. Поэтому баланс азота в организме определяется метаболизмом белков, который регулируется несколькими гормонами, а прежде всего тестостероном и кортизолом.

В организме взрослого человека метаболизм белка в целом сбалансирован, т.е. количество поступающего и выделяемого белкового азота примерно равны. Поступающие с пищей белки подвергаются в желудочно-кишечном тракте гидролизу до аминокислот, которые всасываются и кровотоком распределяются в организме.

Ежедневно необходимо получать с пищей не менее 30 г белка, в развитых странах содержание белка в пище чаще всего значительно превышает норму. Предполагается, что в организме взрослого человека ежедневно разрушается до 300–400 г белка (протеолиз), и примерно такое же количество включается в новое образование молекул белков (биосинтез белков). Высокий оборот белков в организме объясняется тем, что многие белки относительно недолговечны (полупериод составляет 2–8 дней). Еще более короткоживущими оказываются ключевые ферменты промежуточного обмена. В противоположность этому более долговечны структурные белки гистоны, гемоглобин или компоненты цитоскелета.

Почти все клетки способны осуществлять биосинтез белков (рибосомы) и протеолиз (липосомы, протеасомы). В хранении, передаче и преобразовании генетической информации центральное место занимают нуклеиновые кислоты. Нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК) представляют собой полимеры нуклеотидных звеньев. В качестве азотистых оснований в них присутствуют аденин, гуанин, урацил, тимин и цитозин.

В расщеплении белков до свободных аминокислот участвуют несколько ферментов с различной специфичностью, которые делят на эндопептидазы и экзопептидазы.

В ходе деструкции белков накапливается азот, который в отличие от углерода не пригоден для получения энергии за счет окисления. Поэтому те аминокислоты, которые не могут быть повторно использованы для биосинтеза, превращаются в основном в мочевину и выводятся из организма.

В ходе изучения данной темы следует усвоить сведения о процессах переваривания, всасывания, обмена простых белков, и в том числе их синтеза. Понять биохимический смысл и механизмы переваривания белков и уметь применять полученные знания для объяснений различных диет питания. Для этого необходимо:

1. Вспомнить строение природных α -аминокислот и белков.
2. Усвоить, что химизм переваривания белков – это ферментативный гидролиз пептидных связей, приводящий к образованию смеси аминокислот.
3. Обратить внимание на то, что протеолитические ферменты синтезируются в разных отделах пищеварительного тракта: слизистой желудка, поджелудочной железе, слизистой кишечника.
4. Усвоить, что многие протеолитические ферменты синтезируются в неактивной форме и активируются в полости пищеварительного тракта путем частичного протеолиза. Обратить внимание на биологический смысл существования проферментов.

5. Обратит внимание на роль соляной кислоты в активировании пепсина и усвоить, что снижение кислотности желудочного сока вызывает нарушение переваривания белков в желудке.

6. Познакомиться с путями превращения углеродных безазотистых остатков аминокислот, вовлечением продуктов их распада в цикл Кребса и дыхательную цепь, энергетическим значением этих процессов. Уяснить, что имеются глюкогенные аминокислоты, используемые в процессе глюконеогенеза.

7. Выучить реакции образования мочевины в орнитиновом цикле, названия ферментов. Познакомиться с биологическим значением этого процесса.

8. Усвоить, что в организме биогенные амины выполняют роль гормонов и медиаторов и нарушение их обмена может быть причиной ряда заболеваний.

Вопросы для самопроверки

1. Каков механизм активации пепсиногена?
2. Где вырабатывается фермент энтерокиназа и какова его роль?
3. В каком отделе пищеварительного тракта происходит всасывание аминокислот?
4. Какие факторы вызывают гниение белков и аминокислот в кишечнике?
5. Какие тканевые пептидазы аналогичны пепсину и трипсину?
6. Какое отношение к синтезу белка имеет ДНК?
7. Какие аминокислоты участвуют в синтезе мочевины?

Тема 9. Взаимосвязь процессов обмена

Взаимосвязь путей биологического окисления углеводов, жиров и безазотистой части аминокислот. Общие продукты метаболизма. Синтез некоторых аминокислот, жирных кислот и глицерина из промежуточных продуктов углеводного обмена.

Методические указания

Обмен углеводов, липидов и белков на первых стадиях осуществляется разными специфическими путями, приводящими к образованию одинаковых или близких по характеру структуры и свойствам продуктов, которые в дальнейшем окисляются до CO_2 и H_2O общими путем. Среди таких путей важнейшее значение имеет цикл трикарбоновых кислот, который связывает различные звенья метаболизма. Взаимосвязь обмена углеводов и жиров в первую очередь заключается в образовании жиров из промежуточных продуктов обмена углеводов (диоксиацетонфосфат, ацетилКоА). Образование углеводов из продуктов обмена белков и жиров называется глюконеогенезом.

Углеводы являются основным материалом, из которого в организме образуются ПВК, ЩУК и α -кетоглутаровая кислота. Эти кислоты путем аминирования превращаются в соответствующие аминокислоты: аланин, аспарагиновую и глутаминовую.

При декарбоксилировании аминокислот образуются так называемые биогенные амины, некоторые из них являются составными частями других биомолекул. Так, в состав фосфолипидов, кроме аминокислоты серина может входить

соответствующий биогенный амин этаноламин. Цистеамин и β -аланин являются структурными элементами кофермента А и пантотеина. Образованный из треонина аминопропанол является структурным элементом витамина В₁₂; из глутамата – аминомасляная кислота (ГАМК) – важным медиатором, а из фенилаланина – дофамин, который является одновременно предшественником катехоламинов – гормонов адреналина и норадреналина. Нарушение метаболизма дофамина служит причиной болезни Паркинсона. Из триптофана образуется серотинин, соединение с широким спектром действия.

В ходе изучения данной темы следует иметь представление о взаимосвязи обмена белков, углеводов и липидов в организме. Для этого необходимо:

1. Выучить схему взаимопревращений белков, жиров и углеводов, роль цикла Кребса, как связывающего звена обменных процессов.

2. Обратить внимание на то, что обмен углеводов, белков и липидов связывают общие промежуточные продукты (пируват, ЦУК, α -кетоглутарат, фумарат, ацетил-КоА) и общие пути метаболизма, что обеспечивает взаимозаменяемость основных пищевых веществ, например, синтез жиров из углеводов, аминокислот из глюкозы и т.д.

3. Обратить серьезное внимание на значение гормонов, ферментов и витаминов в единой системе обменных процессов.

Вопросы для самопроверки

1. Какие аминокислоты образуются из промежуточных продуктов углеводного обмена?

2. Какое вещество, образующееся в результате окисления жирных кислот, является участником цикла трикарбоновых кислот?

3. Какое отношение имеют ферменты цикла трикарбоновых кислот к обмену некоторых (каких) аминокислот?

4. Какие аминокислоты необходимы для биосинтеза фосфатидов?

5. Какие промежуточные продукты обмена углеводов могут принять участие в биосинтезе аминокислот?

6. Каким путем аминокислоты могут принять участие в синтезе жиров?

7. В результате каких процессов углеводного обмена, может образоваться глицерин, необходимый для синтеза липидов?

8. Какое вещество, образующееся при окислительном распаде углеводов, является непременным участником биосинтеза жирных кислот?

9. Как цикл трикарбоновых кислот участвует в углеводном, липидном и белковом обмене?

Тема 10. Биохимия мышечной и жировой ткани сырья и пищевых продуктов

Мышечная ткань, строение, химический состав, биологическая роль. Белки мышечной ткани: миофибриллярной и саркоплазматической фракций, сарколеммы, свойства, биологическая роль. Углеводы, липиды, небелковые азотистые экстрактивные и неорганические соединения мышечной ткани.

Схема и химизм мышечного сокращения.

Посмертные изменения мышечной ткани. Явление мышечного окоченения и его разрешение. Автолиз. Изменение активной реакции среды при по-

смертных изменениях. Изменения физико-химических свойств белков, экстрактивных веществ и активности ферментов при автолизе. Роль катепсинов. Автолитические превращения углеводов, липидов, органических фосфатов. Гниение: рН, ферменты, конечные продукты Жировая ткань, строение, химический состав, биологическая роль. Автолитические изменения жировой ткани.

Методические указания

Мышцы составляют более 40 % массы тела. Вся или почти вся деятельность организма в той или иной степени связана с работой мышц. Скелетные поперечнополосатые мышцы позвоночных состоят из параллельных мышечных волокон. Каждое волокно представляет одну большую многоядерную клетку. Большая часть объема мышечных клеток занимают миофибриллы толщиной 1–2 мкм, простирающиеся во всю длину мышечного волокна.

Сократительные элементы, саркомеры, состоят из двух типов параллельных нитей, толстых филаментов миозина и тонких филаментов F-актина. В количественном отношении наиболее важным белком миофибрилл является миозин (65 % мышечного белка). Головка молекулы миозина обладает Ca^{2+} – зависимой АТФ-азной активностью, которая регулируется малыми субъединицами.

Главным белком тонких нитей является *актин*. *Фибриллярный F-актин* является важным структурным элементом цитоскелета, он находится в равновесии с глобулярным G-актином.

Сокращение мышечных волокон обусловлено продольным скольжением толстых миозиновых и тонких актиновых филаментов относительно друг друга до тех пор, пока имеется АТФ.

После смерти прекращаются процессы тканевого дыхания, а в связи с этим и биосинтез АТФ, одновременно усиливается ее расщепление и приводит к потере эластичности – трупное окоченение.

Распад макроэргических соединений (АТФ, крeтинфосфат и др.) приводит к накоплению фосфорной кислоты от 0,04 до 0,1 % и более. С прекращением дыхания и кровообращения в мышцах возрастает концентрация углекислоты и молочной кислоты – в результате распад гликогена. В связи с этим повышается кислотность мышц (рН до 6,3–5,5), что вызывает усиление автолиза, и значительные изменения коллоидных свойств мышечных белков. В результате разрыва лизосом и выходом катепсинов из них, белки расщепляются до аминокислот. Трупное окоченение в результате целого ряда химических процессов постепенно переходит в расслабление. Автолиз приводит не только к расщеплению белков, но и к сопряженному с ним дезаминированием аминокислот и образованию аммиака, нейтрализующего кислоты. Со временем из мышц выделяется CO_2 , и связи с этим падает давление CO_2 в тканях, что, вероятно, является одной из причин ослабления трупного окоченения. Кроме того, разрушение белков миофибрилл, в частности актомиозина, сопровождается потерей ими специфических свойств, что также способствует интенсивному размягчению мышечных тканей и прекращению окоченения.

Для освоения этой темы необходимо:

1. Изучить рисунки отражающие строение мышечной ткани, состав основных групп веществ в ней.

2. Рассмотреть локализацию различных белков в мышце, их физико-химические свойства, способы выделения, особенности строения и функции.

3. Уяснить механизм мышечного сокращения, роль различных белков, минеральных ионов, АТФ и креатинфосфата в работающей мышце.

4. Разобраться в написании реакций, проходящих при автолизе углеводов, липидов и белков.

Вопросы для самопроверки

1. Каково значение мышечной ткани, ее строение и химический состав?
2. Какова локализация различных белков в структурах мышечного волокна?
3. Какие белки мышц вы знаете?
4. Каков состав жировой ткани?
5. Какие азотистые экстрактивные вещества обнаружены в мышечной ткани наземных животных и рыб?
6. Какие резервные энергетические вещества содержатся в мышцах?
7. Какова роль АТФ в мышце?
8. Какова роль креатинфосфата в мышце?
9. В каких условиях происходит накопление липидов жировой ткани животных, а когда снижение содержания липидов?
10. Совокупность каких процессов называют автолизом?

3 КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

В целях повышения уровня подготовки по биохимии при освоении дисциплины предусматривается выполнение студентами контрольной работы. Каждая включает по десять вопросов по основным темам дисциплины.

3.1. Оформление и выбор варианта контрольной работы

Вариант задания определяется в соответствии с двумя последними цифрами номера зачетной книжки. Например, если шифр 2364, номер варианта выбирается по двум последним цифрам – 64. По номеру варианта из таблицы 4 на пересечении цифр 6 (по горизонтали) и 4 (по вертикали) выписываются номера десяти задач, которые следует выполнить: 4, 18, 22, 36, 44, 52, 65, 78, 81, 94.

Если задача является типовой, то все десять задач (например, № 21–30) имеют одинаковое условие. Например, если шифр студенческого билета 2364, то по условию задачи 21–30 следует выбрать задачу под № 22.

Задание выполняется в отдельной тетради. На её титульном листе следует указать название дисциплины, фамилию и инициалы студента, шифр зачетной книжки. На первой странице – номер варианта и перечень номеров задач в соответствии с ним. Условие и выполнение задач надо располагать в порядке возрастания их номеров. Условие каждой задачи должно быть написано перед ответом. После выполнения последней задачи следует привести список используемой литературы, выполненное задание должно быть датировано и подписано.

Пример оформления титульного листа контрольной работы:

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Институт агроинженерии и пищевых систем
Кафедра химии

Контрольная работа
допущена к защите:
должность (звание), ученая степень
_____ Фамилия И.О.
«__» _____ 202__ г.

Контрольная работа
защищена
должность (звание), ученая степень
_____ Фамилия И.О.
«__» _____ 202__ г.

Контрольная работа
по дисциплине
ХИМИЯ (РАЗДЕЛ «БИОХИМИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ»)

Шифр студента _____
Вариант № _____

Работу выполнил:
студент гр. _____
_____ Фамилия И.О.
«__» _____ 202__ г.

Калининград - 20__

Задание, выполненное не по своему варианту, не рецензируется. Если задание после рецензирования преподавателем допущено к защите, то перед ней необходимо дать письменные ответы на замечания преподавателя в конце тетради. Критерии оценки контрольной работы приведены в таблице 3.

Таблица 3

Критерии оценки контрольной работы

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
2 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в изложение новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в изложение новые данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи

Защита индивидуального задания производится во время консультаций преподавателя по дисциплине по соответствующему расписанию.

Варианты контрольных заданий

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра					
	0	1	2	3	4	5
0	10,17,21,38, 42,59,65,73, 84,96	1,11,24,31, 44,51,61, 71,81,91	2,12,21,32, 42,52,62, 72,82,92	3,13,23,33, 43,53,63, 73,83,93	4,14,24,34, 41,54,64, 74,84,94	5,15,25,35, 45,55,65, 75,85,95
1	10,20,30,40, 50,60,70, 75,88,100	1,12,23,34, 45,56,67, 78,89,98	2,13,24,35, 46,57,68, 79,90,91	3,14,25,36, 47,58,69, 80,81,92	4,15,26,37, 48,59,70, 71,82,93	5,16,27,38, 49,60,61, 72,83,94
2	10,11,22,33, 44,55,66, 77,88,99	1,20,29,38, 47,56,65, 74,83,92	2,11,30,39, 48,57,66, 75,84,93	3,12,21,40, 49,58,67, 76,85,94	4,13,22,31, 50,59,68, 77,86,95	5,14,23,32, 41,60,69, 78,87,96
3	10,19,28,37, 46,55,64, 73,82,91	1,13,25,37, 49,51,63, 75,87,99	2,14,26,38, 50,52,64, 76,88,100	3,15,27,39, 42,54,66, 78,90,92	4,16,28,40, 41,53,65, 77,87,91	5,17,29,31, 43,55,67, 77,89,91
4	10,11,23,35, 47,58,70, 79,87,95	1,11,23,35, 47,58,70, 79,87,95	2,12,24,36, 48,60,70, 78,86,94	3,13,25,38, 49,59,68, 77,85,93	4,14,27,40, 50,59,67, 74,81,91	5,15,28,39, 46,53,61, 72,82,96
5	10,20,22,37, 43,51,64,75, 90,100	1,14,27,40, 47,52,63, 76,83,91	2,15,28,39, 46,51,64, 77,81,94	3,16,29,32, 50,52,66, 79,86,92	4,17,30,31, 45,58,70, 73,82,98	5,16,21,36, 49,53,61, 74,90,99
6	10,13,26,38, 44,60,65, 78,87,100	1,15,29,33, 46,59,62, 75,88,91	2,16,30,34, 47,60,63, 76,89,92	3,17,21,35, 48,51,64, 77,90,93	4,18,22,36, 44,52,65, 78,81,94	5,19,24,37, 50,53,67, 79,82,95
7	10,14,23,31, 42,58,70, 74,87,100	1,16,30,34, 48,56,69,7 4,83,94	2,18,21,31, 44,50,64, 71,84,91	3,19,22,35, 47,59,62, 77,82,92	4,11,24,38, 42,57,63, 72,88,93	5,20,23,37, 41,54,63, 78,81,99
8	10,17,26,39, 43,55,67,76, 90,97	1,17,21,36, 42,54,67, 73,86,91	2,19,22,33, 49,51,64, 80,85,93	3,20,27,34, 50,56,62, 78,83,96	4,11,25,40, 44,55,68, 74,87,92	5,12,26,31, 47,59,63, 77, 90,95
9	10,18,30,39, 46,58,69,76, 84,98	1,18,22,39, 43,60,66, 74,85,97	2,19,23,40, 44,51,67, 75,86,98	3,20,24,31, 45,52,68, 76,87,99	4,11,25,32, 46,53,69, 77,88,100	5,12,26,33, 47,54,70, 78,89,91

Продолжение таблицы

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра			
	6	7	8	9
0	6,15,26,36, 46,56,66,76, 86,96	7,16,27,37, 47,57,67,77, 87,97	8,18,28,38, 48,58,68,78, 88,98	9,19,29,39, 49,59,69,79, 89,99
1	6,17,28,39, 50,51,62,73, 84,95	7,18,29,40, 41,52,63,74, 85,96	8,19,30,31, 42,53,64,75, 86,97	9,20,26,32, 43,54,65,76, 87,98
2	6,15,24,33, 42,51,70,79, 88,97	7,16,25,34, 43,52,63,80, 89,98	8,17,26,35, 44,53,62,71, 90,99	9,18,27,36, 45,54,63,72, 87,100

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра			
	6	7	8	9
3	6,18,30,32, 44,56,68,80, 82,94	7,19,21,33, 45,57,69,71, 83,95	8,20,22,34, 46,58,70,72, 84,96	9,12,23,36, 48,60,62,74, 86,98
4	6,16,29,31, 44,57,69,80, 88,92	7,17,30,32, 45,60,62,73, 80,97	8,18,26,34, 41,54,64,71, 84,98	9,19,24,33, 42,55,65,80, 83,99
5	6,19,24,37, 41,56,69,80, 84,95	7,20,22,33, 42,56,62,71, 85,96	8,11,23,34, 48,54,68,75, 89,97	9,12,23,35, 43,57,63,76, 88,99
6	6,20,25,38, 41,54,67,71, 83,96	7,11,26,39, 43,56,69,71, 84,97	8,12,27,40, 47,53,67,72, 85,98	9,13,28,39, 48,54,65,73, 86,99
7	6,12,29,33, 48,52,68,73, 89,95	7,13,28,32, 49,53,61,75, 85,96	8,14,27,36, 44,58,65,80, 86,100	9,15,23,40, 43,54,66,79, 83,98
8	6,13,28,32, 48,60,61,75, 88,99	7,14,29,35, 43,52,65,79, 81,94	8,15,24,37, 41,53,70,72, 89,97	9,16,25,38, 45,55,66,71, 81,98
9	6,13,27,34, 48,55,61,79, 90,92	7,14,28,35, 49,56,62,80, 81,93	8,15,29,36, 50,57,63,71, 82,94	9,16,30,37, 41,53,64,72, 83,96

3.2. Методические указания по выполнению контрольной работы

По любому вопросу необходимо дать конкретный ответ на каждый пункт его условия, излагая материал последовательно, лаконично. Ответ должен быть аргументирован. При первом упоминании вещества следует написать его формулу и привести название. Для уравнений химических реакций, протекающих в ходе обменных процессов, надо назвать и кратко охарактеризовать ферменты, катализирующие указанные реакции.

Перед ответом на первый и второй опросы (№ 1–20) следует изучить темы: «Введение. Химический состав живых организмов» [4], а также повторить учебный материал тем «Белки», «Углеводы», «Липиды» [1–4].

Перед ответом на третий вопрос (№ 21–30) – повторить классификацию и строение органических соединений и, в частности, биоорганических [1–4], выучить учебный материал по темам: «Гормоны», «Витамины», «Понятие об обмене веществ и энергии» и на основе этого определить принадлежность заданных биоорганических соединений к конкретному классу [3; 4].

Для ответа на четвертый вопрос (№ 31–40) необходимо тщательно изучить тему «Витамины» [4–6], обратив внимание не только на признаки недостаточности и источники заданного витамина, но и на его биохимическую роль, уяснив особенности химического строения витамина, обуславливающие участие в конкретных ферментативных реакциях.

Для ответа на пятый вопрос (№ 41–50) надо тщательно разобрать учебный материал по теме «Ферменты» [4], уяснив важность данного класса соединений для живых систем, изучить классификацию ферментов, их свойства.

Для ответа на шестой вопрос (№ 51–60) следует выучить вопросы рабочей программы по теме «Гормоны» [4], при этом необходимо изучить классификацию гормонов по месту выработки, по химической природе и по биологическим функциям, обратив внимание на механизмы передачи гормонального воздействия в клетку-мишень.

Ответ на седьмой вопрос (№ 61–70) должен опираться на повторение строения и номенклатуры триацилглицеринов [4] и на изучение тем: «Понятие об обмене веществ и энергии», «Биологическое окисление», «Обмен углеводов», «Обмен липидов» [1–4].

Для ответа на восьмой вопрос (№ 71–80) необходимо выучить основные этапы внешнего и промежуточного обмена и учебный материал по темам: «Обмен углеводов», «Обмен липидов», «Обмен белков», обращая внимание на участие в конкретном обменном процессе соответствующих ферментов, витаминов, гормонов, а также на локализацию этого процесса в органах и тканях организма, клеточных органеллах [1–4].

Для ответа на девятый и десятый вопросы (№ 81–90, темы: «Обмен углеводов», «Обмен липидов», «Обмен белков») необходимо разобраться во взаимосвязи между обменами углеводов, белков, липидов, а также в многообразии функций отдельных групп биоорганических соединений [4], обращая внимание и на их роль в питании.

3.3. Контрольное задание

1–20. Сформулируйте основные задачи биохимии, с точки зрения задач общественного питания.

1. В ходе развития каких наук возникла биохимия пищевых продуктов пищевых продуктов?

2. Объясните, в чём состоит роль биохимии в развитии технологии природного сырья?

3. На развитие каких наук влияет биохимия пищевых продуктов пищевых продуктов?

4. Из каких разделов состоит биохимия пищевых продуктов пищевых продуктов?

5. Какие методы применяются при биохимических исследованиях?

6. Как влияет биохимия пищевых продуктов пищевых продуктов на развитие пищевых технологий?

7. Объясните сущность явления компартиментализации и его значение для живых систем.

8. Какова роль отечественных ученых в развитии биохимии?

9. Перечислите основные признаки живой материи.

10. Сформулируйте принципы классификации химических элементов, входящих в состав живых организмов.

11. Перечислите основные группы химических веществ, входящих в состав живого организма.

12. Какие химические элементы объединены понятием «органогены»?

13. Какие вещества называют запасными (резервными)?
14. Какие вещества называют метаболитами? Приведите примеры.
15. Какие вещества называют пластическими? Приведите примеры.
16. Какие вещества выполняют преимущественно энергетическую роль в организме?
17. Перечислите основные клеточные органеллы и укажите, какие биохимические процессы в них протекают.
18. Какие вещества называют незаменимыми? Приведите примеры.
19. Какие элементы называют органогенами? Объясните почему?

21–30. Определите, к каким классам относятся заданные биоорганические соединения. Укажите их значение для живых организмов, напишите структурные формулы и уравнения реакций гидролиза. Укажите, есть ли среди связей в молекулах заданных соединений макроэргические?

21. Тимидинтрифосфат.
22. Ацетил-СоА.
23. Фолиевая кислота.
24. 2-фосфоенол-ПВК.
25. N-ацетил-β-D-галактозамин-4-сульфат.
26. ФМН.
27. HS-СоА.
28. Тиреолиберин.
29. Галактоцереброзид.
30. Глутатион.

31–40. Для заданного витамина напишите структурную формулу и название; охарактеризуйте биохимическую роль; напишите примеры обменных реакций с его участием; укажите пищевые источники и признаки недостаточности.

31. Витамин В₁.
32. Витамин В₂.
33. Витамин В_с.
34. Витамин В₅.
35. Витамин В₆.
36. Витамин С.
37. Витамин К.
38. Витамин А.
39. Витамин Н.
40. Витамин Е.

41–50. Для заданного фермента напишите уравнение катализируемой реакции; определите, к какому классу относится фермент; укажите, какое отношение имеет к действию фермента заданное вещество (активатор, ингибитор, кофермент, субстрат и т.д.); объясните, как изменится активность фермента при заданном условии или внешнем воздействии:

Номер вопроса	Фермент	Вещество	Условие или внешнее воздействие
41	Лактатдегидрогеназа	Никотинамид	100 °С
42	Пепсин	HCl	pH=1,5
43	Пируватдекарбоксилаза	ТПФ	45 °С
44	Ацил-КоА-синтетаза	Mg ²⁺	Трихлоруксусная кислота
45	Трипсин	Трипсиноген	pH=7
46	Протеинкиназа	ц-АМФ	H ₂ SO ₄ (конц.)
47	б-фосфоглюконатдегидрогеназа	НАДФ	100 °С
48	АТФ-аза	H ₃ PO ₄	Cu ²⁺
49	Сукцинатдегидрогеназа	Малоновая кислота	Ацетон
50	Глутатионпероксидаза	Se	0 °С

51–60. Для данных гормонов укажите место выработки; приведите названия, опишите химическую природу; охарактеризуйте сущность регулирующего влияния на обменные процессы и объясните механизм передачи гормонального воздействия в клетку-мишень.

51. Гормоны местного действия.

52. Гормоны-синергисты.

53. Гормоны, действие которых приводит к повышению концентрации глюкозы в крови.

54. Гормоны-антагонисты.

55. Гормоны мозгового вещества надпочечников.

56. Тиреоидные гормоны.

57. Гормоны-производные полиненасыщенных жирных кислот.

58. Гормоны, регулирующие метаболизм кальция.

59. Гормоны, регулирующие синтез холестерина.

60. Гормоны коркового вещества надпочечников.

61–70. Для триацилглицерина заданного состава напишите уравнения реакций полного окислительного распада в аэробных условиях с указанием названий соответствующих ферментов и их принадлежности к определенному классу. Рассчитайте, какое количество АТФ может синтезироваться при полном окислительном распаде одного моля триацилглицерина. Пересчитайте аккумулируемую энергию в килокалории на грамм. Сравните полученный результат с данными средней калорийности жиров. Объясните причины их расхождения. Напишите соответствующие суммарные уравнения окисления заданного триацилглицерина и сопряжённого окислительного фосфорилирования:

61. Масляная, лигноцериновая, стеариновая.

62. Капроновая, кротоновая, пальмитиновая.

63. Каприловая, пальмитиновая, стеариновая.

64. Каприновая, олеиновая, линолевая.
65. Лауриновая, эруковая, линолевая.
66. Миристиновая, нервоновая, олеиновая.
67. Пальмитиновая, линолевая, кротоновая.
68. Стеариновая, линолевая, линоленовая.
69. Арахидиновая, арахидононовая, олеиновая.
70. Бегеновая, клупанононовая, стеариновая.

71–80. Для заданного метаболического процесса определите тип (анаболический, катаболический, центральный); напишите уравнения реакций; назовите соответствующие ферменты и их классы, а также витамины, принимающие участие в работе этих ферментов; напишите суммарное уравнение процесса, укажите его локализацию в органах и тканях организма, клеточных органеллах, охарактеризуйте регуляцию и значение.

71. Гликолиз (на примере галактозы).
72. Спиртовое брожение.
73. Глюконеогенез.
74. Гексозомонофосфатный цикл.
75. Цикл трикарбоновых кислот.
76. Синтез олеиновой кислоты.
77. Синтез фосфатидилэтаноламина.
78. Синтез холестерина.
79. Образование мочевины.
80. Фотосинтетическое образование глюкозы (цикл Кальвина).
81. Охарактеризуйте механизм и биологическое значение слияния путей биологического окисления углеводов и жиров.
82. Охарактеризуйте механизм и биологическое значение слияния путей биологического окисления жиров и аминокислот.
83. На конкретных примерах охарактеризуйте механизм и биологическое значение слияния путей биологического окисления углеводов и аминокислот.
84. Охарактеризуйте механизм и биологическое значение биосинтеза холина из промежуточных продуктов обмена белков.
85. Охарактеризуйте механизм и биологическое значение биосинтеза некоторых аминокислот из промежуточных продуктов обмена углеводов.
86. Охарактеризуйте механизм и биологическое значение биосинтеза жирных кислот из промежуточных продуктов обмена углеводов.
87. Охарактеризуйте механизм биосинтеза мононуклеотидов из промежуточных продуктов обмена углеводов и белков.
88. Охарактеризуйте механизм и биологическое значение биосинтеза глицерина из промежуточных продуктов обмена углеводов.
89. Охарактеризуйте механизм и биологическое значение слияния путей обмена фосфолипидов и аминокислот.
90. Охарактеризуйте механизм и биологическое значение биосинтеза жиров из промежуточных продуктов обмена углеводов.
91. Перечислите основные пищевые вещества и охарактеризуйте их роль в питании человека.

92. Охарактеризуйте процесс автолиза липидов, его механизм, ферменты, условия протекания.

93. Опишите процесс мышечного сокращения - расслабления, роль белков в этом процессе.

94. Охарактеризуйте белки саркоплазмы мышечной ткани, их состав, содержание, распределение и биологическое значение.

95. Охарактеризуйте процесс автолиза белков, опишите механизм, ферменты, условия протекания.

96. Охарактеризуйте белки стромы мышечной ткани, их состав, содержание, распределение и биологическое значение.

97. Охарактеризуйте химический состав соединительной и жировой ткани животных и рыб, особенности их состава.

98. Охарактеризуйте азотистые экстрактивные вещества мышечной ткани, их состав, строение, биологическое значение.

99. Охарактеризуйте процесс автолиза углеводов, опишите механизм, ферменты, условия протекания.

100. Перечислите буферные системы организма человека и животных, укажите их биологическое значение, объясните механизм их функционирования.

4. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тихонов, Г. П. Основы биохимии: учеб. пособие / Г. П. Тихонов, Т. А. Юдина; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва: Альтаир: МГАВТ, 2014. – 184 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430055> (дата обращения: 05.12.2020). – Текст: электронный.
2. Пинчук, Л. Г. Биохимия: учеб. пособие / Л. Г. Пинчук, Е. П. Зинкевич, С. Б. Гридина; ред. А. В. Дюмина. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141519> (дата обращения: 05.12.2020). – Текст: электронный.
3. Гиранович, В. И. Биохимия: учеб. пособие / В. И. Гиранович, А. В. Гиранович. – 3-е изд. – Минск: ТетраСистемс, 2014. – 528 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=572282> (дата обращения: 05.12.2020). – Текст: электронный.
4. Комов, В. П. Биохимия: учеб. / В. П. Комов, В. Н. Шведова. – 2-е изд., испр. – Москва: Дрофа, 2006. – 639 с.

Локальный электронный методический материал

Борис Юрьевич Воротников
Наталья Павловна Нефедова

БИОХИМИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 3,3. Печ. л. 2,5

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1