

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Химический институт им. А.М. Бутлерова
Кафедра высокомолекулярных и элементоорганических
соединений

Г.А. Ивкова

ХИМИЯ ПРИРОДНЫХ
ПОЛИМЕРОВ. МОДУЛЬ «БЕЛКИ»

Учебное пособие

Казань
2024

УДК 541.64:675.043.82:691.175

ББК 24.7

И25

Печатается по рекомендации учебно-методической комиссии

Химического института им. А.М. Бутлерова КФУ

Протокол №9 от 28.03.2024 г.

*кафедры высокомолекулярных и элементоорганических
соединений*

Казанского федерального университета

Протокол № 14 от 20 февраля 2024 г.

Рецензент:

кандидат хим. наук, доцент кафедры ВМ и ЭОС Химического
института им. А.М. Бутлерова КФУ **Салин А.В.**

Ивкова Г.А.

И25 Химия природных полимеров. Модуль «Белки»: учебное пособие.
/ Г.А. Ивкова. – Казань: Редакционно-издательский центр “Школа”, 2024.
– 44 с.

Учебное пособие предназначено для студентов и аспирантов Химического института им. А.М. Бутлерова КФУ. Включает краткое изложение теоретического материала модуля «Белки» лекционного курса «Химия природных полимеров», методические рекомендации, практические советы, позволяющие студентам подготовиться к занятиям и итоговой аттестации. Издание может быть полезно преподавателям, специалистам естественнонаучного профиля.

УДК 541.64:675.043.82:691.175
ББК 24.7

© Ивкова Г.А., 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	6
4. СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ «БЕЛКИ»	7
5. КОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ	28

ВВЕДЕНИЕ

Для успешного выполнения функций высшего образования требуется подготовка высококвалифицированных кадров молодых специалистов, владеющих методами научного исследования, критическим мышлением, способных осуществлять тесную связь научной работы с практическими задачами.

Представленное пособие является дополнением к лекционному материалу по курсу «Химия природных полимеров» и включает краткое содержание дисциплины и практические советы, позволяющие студентам подготовиться к занятиям и итоговой аттестации.

Пособие предназначено, прежде всего, в помощь студентам при прохождении курса «Химия природных полимеров». Данные материалы будут способствовать более эффективной подготовке к промежуточной форме аттестации (контрольная работа по модулю «Белки») и продуктивному усвоению программы. Также настоящее пособие может быть полезно аспирантам, преподавателям, специалистам естественнонаучного профиля.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе «Химия природных полимеров» даются представления о современных подходах к исследованию взаимосвязи между строением биологически важных макромолекулярных органических соединений, их реакционной способностью и биологической ролью этих молекул в организме. Приводятся новейшие достижения в развитии теоретических представлений о химических процессах, протекающих в живой клетке, дается методология критического анализа современных положений и концепций в биохимии и молекулярной биологии, новейшие данные о практическом использовании новых достижений в указанных областях химии.

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями (таблица 1).

Таблица 1 – Приобретаемые компетенции

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач

В результате освоения дисциплины студент должен знать: принципы организации, особенности химического состава и строения сухой биологической массы, образованной высокомолекулярными и полимерными веществами природного происхождения; должен уметь: устанавливать первичную структуру белковых молекул по результатам химических тестов, описывать строения активных центров ферментов, установить строение белковых молекул по строению генов, ответственных за синтез данных белков, описать физико-химические свойства полисахаридов на основе строения их структурного звена; должен владеть: теоретическими знаниями об основных классах природных полимеров, их составе, химическом строении принципах организации и самоорганизации и особенностях их синтеза в биологических системах и в лабораторных условиях, специфических свойствах каждого класса, способах установления структуры и вариантах практического использования; должен демонстрировать способность и готовность: проводить анализ строения, ожидаемых свойств и биологической роли наиболее важных высокомолекулярных биологически активных соединений

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел «Б1.В.ДВ.13.08 Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы 04.03.01 «Химия (Химия)» и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками

образовательных отношений. Данная дисциплина имеет основополагающее значение, поскольку главным объектом его изучения являются полимерные и высокомолекулярные биологически активные вещества, без которых невозможно глубокое понимание особенностей протекания биохимических процессов, механизмов действия ферментативных катализаторов, принципа действия синтетических и природных фармакологически активных соединений на организм человека. Дисциплина относится к региональному (вузовскому компоненту), для ее освоения необходимы знания по курсам «Органическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Аналитическая химия», «Строение вещества».

3. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Северин, Е. С. Биохимия: учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. – Москва: ГЭОТАР- Медиа, 2019. – 768 с. – ISBN 978-5-9704-4881-6. – Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970448816.html>

(дата обращения: 25.05.2023). – Режим доступа: по подписке.

2. Северин, С. Е. Биологическая химия с упражнениями и задачами: учебник / под ред. С. Е. Северина. – 3-е изд., стереотипное. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 624 с. – ISBN 978-5-9704-3971-5. – Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970439715.html> (дата обращения: 25.05.2023). – Режим доступа: по подписке.

3. Дмитриев, А. Д. Биохимия: учебное пособие / А. Д. Дмитриев, Е. Д. Амбросьева. – Москва: Издательско-торговая корпорация 'Дашков и К-', 2014. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093186> (дата обращения: 25.05.2023) – Режим доступа: по подписке.

4. Коваленко, Л. В. Биохимические основы химии биологически активных веществ: учебное пособие / Л. В. Коваленко. – 5-е изд. – Москва: Лаборатория знаний, 2021. – 232 с. – ISBN 978-5-00101-860-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/151537> (дата обращения: 25.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Ленинджер, А. Основы биохимии. – М.: Мир, 1985. – Т. 1, 367 с.; Т. 2. 368 с.; Т.3, 321 с.

6. Марри, Р. Биохимия человека / Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл // М.: Мир, 2004. – Т. 1, 381 с.; Т.2, 414 с.

7. Племенков, В.В. Введение в химию природных соединений. – Казань. – 2001. – 376 с.

4. СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ «БЕЛКИ»

*Тема 1. Природные полимеры. лекционное занятие (2 часа):
Термины и определения статической биохимии. Элементный состав живой ткани. Элементы органогены, макроэлементы, микроэлементы, состав сухой биомассы по веществам.*

Живые организмы имеют ряд свойств, которыми они отличаются от объектов неживой природы - сложной структурой, упорядоченностью, высокой организованностью, сложностью реакций. Вследствие этого у живых организмов наблюдается способность к обмену веществ, самовоспроизведению и самообновлению. Важное отличие живых систем – их клеточное строение.

Статическую биохимию можно определить, как раздел биохимии, изучающий химические вещества, входящие в состав живых организмов. В большинстве своём, процессы, происходящие в живых организмах, протекают с участием высокомолекулярных соединений. В ходе жизнедеятельности эти большие молекулы могут обратимо и необратимо, ковалентно и нековалентно взаимодействовать друг с другом и с низкомолекулярными

соединениями. При этом изменяется конформация, конфигурация, химический состав, порядок связей. В результате осуществляется множество процессов: синтез белков, нуклеиновых кислот, мембранный транспорт, получение энергии и даже высшая нервная деятельность. Высокомолекулярные соединения живых систем имеют, как правило, полимерное строение. То есть в их составе можно выделить повторяющиеся единицы – мономеры. Природные полимеры – общее обозначение различных классов биологически важных молекул, составляющих основу живой ткани и вовлеченных в обменные процессы в живых организмах. Низкомолекулярные компоненты в живых организмах тоже присутствуют, и различаются по составу, свойствам и функциям. Среди этих соединений нужно отметить мономеры (то есть составные части биополимеров). Не всегда организм получает строительные блоки для полимеров в готовом виде. В ряде случаев происходит их синтез в самом организме. Часто этот синтез многостадийный, а это приводит к образованию целого каскада промежуточных соединений.

Таким образом, основные объекты статической биохимии – белки (структура и функции), гены (механизмы регуляции), рецепторы, сигнальные молекулы, ферменты (участвуют во внутриклеточных и межклеточных коммуникациях), обмен веществ. Статическая биохимия является основой для понимания многих биологических процессов и имеет широкое применение в медицине, фармакологии, пищевой промышленности и других областях. Химический состав живой ткани. Живая клетка – основная единица всех видов живых организмов. Химический состав живых организмов можно выразить в двух видах — атомном и молекулярном. Атомный (элементный) состав характеризует соотношение атомов элементов, входящих в живые организмы. Молекулярный (вещественный) состав отражает соотношение молекул веществ.

В составе живых организмов обнаружено около 90 элементов Периодической системы. Эти элементы подразделяются на: макроэлементы - O, C, H, Ca, N, P, S, Mg, Na, Cl, Fe – их содержание в

живой ткани более 0,001% по массе, микроэлементы – Mn, Zn, Cu, B, Mo, Co и т.д. – содержание от 0,001 % до 0,000001 %, ультрамикроэлементы –Hg, Au, U, Ra и т.д. – содержание менее 0,000001 %. Главная функция макроэлементов – это построение тканей, поддержание постоянства осмотического давления и кислотно-основного равновесия. Главная функция микроэлементов – это активация биохимических процессов: обмен веществ, тканевое дыхание, воспроизведение. Внутренние органы по-разному концентрируют в себе химические элементы. Большая часть микроэлементов депонируется в костной и мышечной тканях. Некоторые элементы проявляют специфические сродство к отдельным органам или тканям. Йод находится в щитовидной железе, фтор в эмали зубов, молибден в почках. Атомы металлов быстро теряют валентные электроны, поэтому «металлы жизни» в организме находятся в виде катионов (неметаллы в виде анионов). При этом они располагают свободными орбиталями и являются хорошими комплексообразователями. Практически 98 % сухой ткани образовано пятью химическими элементами (органогенами) С, N, H, O, P. Это объясняется особым электронным строением этих химических элементов, благодаря которому они обладают рядом свойств:

Химические элементы входят в состав клеток в виде ионов и молекул неорганических и органических веществ. Важнейшие неорганические вещества в клетке — вода и минеральные соли, важнейшие органические вещества — углеводы, липиды, белки и нуклеиновые кислоты (см. таблицу 2).

В образовании белков участвуют только 20 аминокислот: аланин, метионин, валин, пролин, лейцин, изолейцин, триптофан, фенилаланин, аспарагин, глутамин, серин, глицин, тирозин, треонин, цистеин, аргинин, гистидин, лизин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты. Некоторые из аминокислот не синтезируются в организмах животных и человека и должны поступать с растительной пищей. Они называются незаменимыми: аргинин, валин, гистидин,

изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин.

Таблица 2. Содержание в клетке химических веществ

Вещество	Содержание, % от сырой массы
Вода	75–85
Белки	10–15
Жиры	1–5
Углеводы	0,2–2,0
Нуклеиновые кислоты	1–2
Низкомолекулярные органические соединения	0,1–0,5
Неорганические соединения	1,0–1,5

Каждый белок характеризуется отличным от других белков элементарным составом, однако все белки обязательно содержат пять элементов: азот, углерод, кислород, водород и серу. Их содержание в разных белках колеблется и составляет: углерода – 51-55%; кислорода – 21,5-23,5%; водорода – 6-7%; азота – 15-17,6%; серы – 0,3-2,5%. Обязательно присутствие углерода, водорода, кислорода и азота объясняется тем, что они входят в состав всех аминокислот. Большое отличие содержания серы в отдельных белках объясняется тем, что она входит в состав отдельных аминокислот (метионин, цистеин), содержание которых в разных белках различно. Среднюю величину содержания азота в белках (16%) используют для расчета

поступления белков с пищей и определения расхода белков организмом. Зная суммарное поступление азота с пищей или величину его выведения из организма в составе всех азотсодержащих конечных продуктов обмена, можно определить поступление или расход белка организмом. Для этого азот пищи или конечных продуктов обмена умножают на коэффициент 6,25 ($100/16=6,35$). Например, 15 г азота конечных продуктов обмена соответствует 93,75 г белка. В состав некоторых белков входят фосфор, железо, медь, цинк, йод и некоторые другие элементы.

Тема 2. Белки – общее представление лекционное занятие (4 часа): Белки – общее представление. Функции белков в организме. Аминокислотный состав белков. Протеиногенные аминокислоты. Заменяемые и незаменимые аминокислоты.

Белки представляют собой природные биополимеры, состоящие из аминокислот, соединенных пептидной связью (-C(O)-NH-). Каждый белок характеризуется специфической аминокислотной последовательностью (задаётся генетически) и индивидуальной пространственной структурой (конформацией). Белками принято называть молекулы, содержащие от пятидесяти аминокислотных остатков. Молекулы, содержащие менее пятидесяти аминокислотных остатков, называют пептидами. В нативном состоянии белковые макромолекулы обладают специфической конформацией. Характерная для данного белка конформация определяется последовательностью аминокислотных остатков и стабилизируется водородными связями между пептидными и боковыми группами аминокислотных остатков, а также электростатическими и гидрофобными взаимодействиями.

Функции белков в организме очень разнообразны:

Ферментативная. Около 3000 известных в настоящему времени белков составляют ферменты (энзимы). Они катализируют реакции биохимические реакции, протекающие а процессн

пищеварение, дыхание, мышечного сокращения, нервной проводимости.

Строительная. Структурные белки отвечают за поддержание формы и стабильности клеток и тканей.

Двигательная. Ряд белков сократительной системы (например, актина и миозина) отвечают за все формы биологической подвижности.

Регуляторная. Регуляторные белки контролируют биосинтез белка и нуклеиновых кислот. К регуляторным белкам относятся также пептиднобелковые гормоны, которые секретируются эндокринными железами.

Рецепторная. С помощью специальных рецепторных белков наружной поверхности плазматической мембраны клеткой воспринимаются информация о состоянии внешней среды, различные регуляторные сигналы.

Транспортная. Транспортные белки, или белки-переносчики, участвуют в активной транспортировке ионов, липидов, сахаров и аминокислот через биологические мембраны.

Защитная. Защитные белки, к которым относятся иммуноглобулины, формируют защитные системы высших организмов. К защитным белкам относятся белки комплемента, отвечающие за лизис чужеродных клеток и активацию иммунологической функции, белки системы свертывания крови (тромбин, фибрин) и противовирусный белок интерферон.

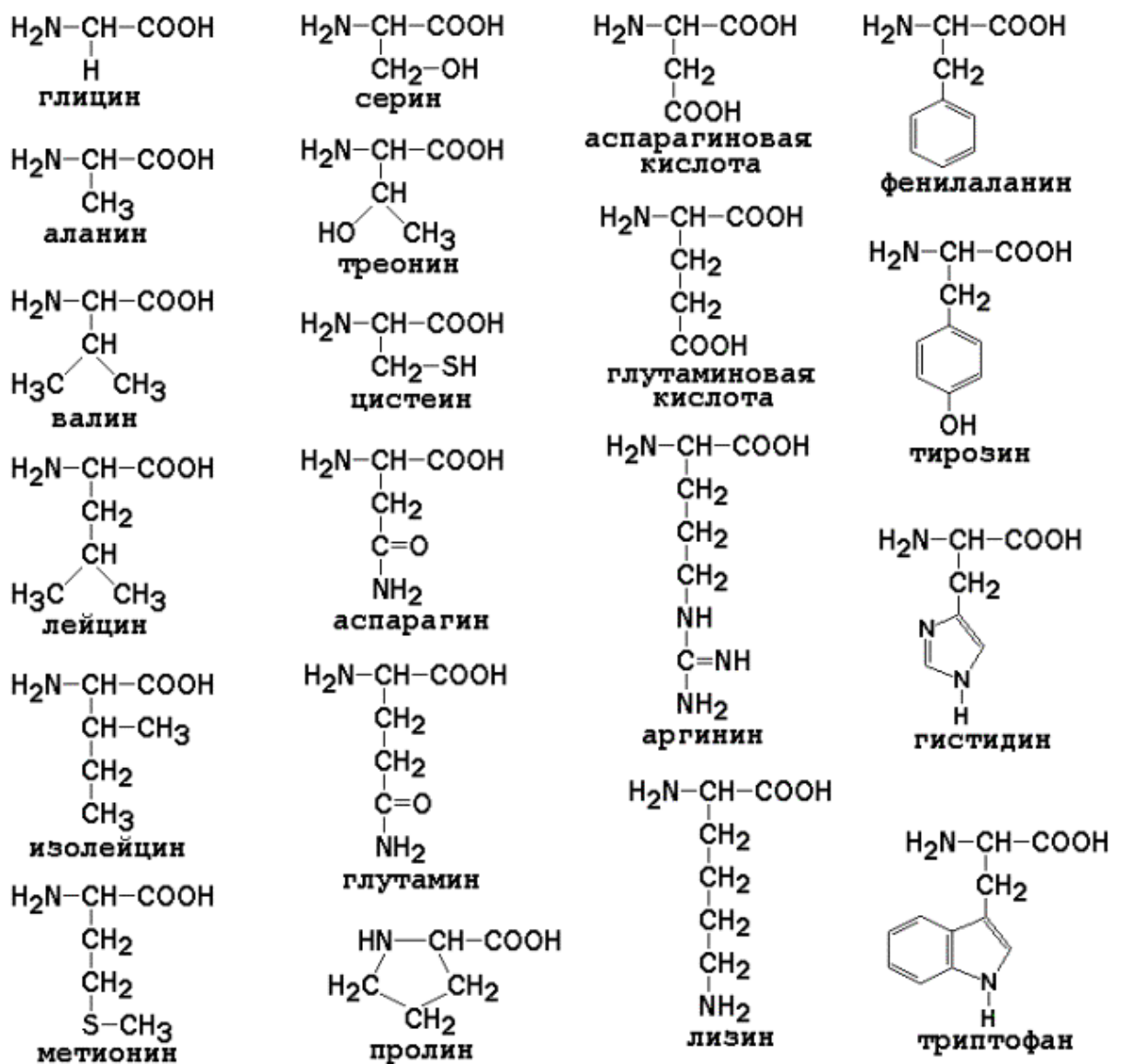
Специальная. При участии белков биоэнергетической системы (например, родопсин, цитохромы) происходят преобразование и утилизация энергии, поступающей в организм с питанием, а также энергии солнечного излучения.

Питательная. Пищевые и запасные белки (казеин, проламины) играют важную роль в развитии и функционировании организмов.

Непосредственно в синтезе белков организма человека принимают участие 20 протеиногенные α ,L-аминокислоты. Они представлены на рисунке 1. Однако в некоторых белках имеются

нестандартные модифицированные аминокислоты - производные одной из этих 20 аминокислот. Например, в молекуле коллагена (фибриллярного белка межклеточного матрикса) присутствуют гидроксипроизводные лизина и пролина – 5-гидроксилизин и 4-гидроксипролин. Модификации аминокислотных остатков осуществляются уже в составе белков, т.е. только

Рисунок 1. Протеиногенные аминокислоты



По характеру заряженности боковых радикалов аминокислоты подразделяют на: неполярные гидрофобные (Гли, Ала, Вал, Лей, Иле, Про, Фен, Тир, Три, Мет); полярные, но незаряженные (Сер, Тре,

Цис, Асп, Глн); полярные с отрицательным зарядом (Асп, Глу); полярные с положительным зарядом (Лиз, Арг, Гис). В зависимости от того, могут ли аминокислоты синтезироваться в организме или должны поступать в составе пищи, различают заменимые и незаменимые (лейцин, изолейцин, валин, лизин, гистидин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан). В детском возрасте также незаменимой является аминокислота аргинин.

Тема 3. Белки. Физико-химические свойства белков. лекционное занятие (2 часа): Белки. Физико-химические свойства белков. Определение физических параметров белков. Определение аминокислотного состава белков. Определение общего аминокислотного состава белков. Протеины и протеиды.

Физико-химические свойства белков обусловлены их размером и конформацией. Белки – это очень большие молекулы. По линейным размерам они могут уступать только нуклеиновых кислот и отдельным представителям полисахаридов.

В молекулах белков может содержаться самое разное количество аминокислотных остатков - от 50 и до нескольких тысяч; относительные молекулярные массы белков также сильно колеблются - от нескольких тысяч (инсулин, рибонуклеаза) до миллиона (глутаматдегидрогеназа) и более. Число полипептидных цепей в составе белков может составлять от единицы до нескольких десятков и даже тысяч. Так, в состав белка вируса табачной мозаики входит 2120 протомеров.

Наиболее характерными физико-химическими свойствами белков являются высокая вязкость растворов, незначительная диффузия, способность к набуханию в больших пределах, оптическая активность, подвижность в электрическом поле, низкое осмотическое давление и высокое онкотическое давление, способность к поглощению УФ-лучей при 280.

Белки, как и аминокислоты, амфотерны благодаря наличию свободных NH_2 - и COOH -групп. Для них характерны все свойства

кислот и оснований. В зависимости от реакции среды и соотношения кислых и основных аминокислот белки в растворе несут или отрицательный, или положительный заряд, перемещаясь к аноду или катоду. Это свойство используется при очистке белков методом электрофореза.

Белки обладают явно выраженными гидрофильными свойствами. Растворы белков имеют очень низкое осмотическое давление, высокую вязкость и незначительную способность к диффузии. Белки способны к набуханию в очень больших пределах. Молекулы белка не способны проникать через полупроницаемые искусственные мембраны (например, целлофан, пергамент), а также биомембраны тканей.

Молекулярная масса белков. Белки относятся к высокомолекулярным соединениям, в состав которых входят сотни и даже тысячи аминокислотных остатков, объединенных в макромолекулярную структуру. Молекулярная масса белков колеблется от 6000 (нижний предел) до 1000000 и выше в зависимости от количества отдельных полипептидных цепей в составе единой молекулярной структуры белка.

Аминокислотный состав и последовательность аминокислот выяснены для многих тысяч белков. В связи с этим стало возможным вычисление их молекулярной массы химическим путем с высокой точностью. Однако для огромного количества встречающихся в природе белков химическое строение не выяснено, поэтому основными методами определения молекулярной массы все еще остаются физико-химические методы (гравиметрические, осмометрические, вискозиметрические, электрофоретические, оптические и др.).

По химическому строению молекул все белки подразделяют на простые и сложные. Простые белки (протеины) состоят только из аминокислот. Сложные белки (протеиды) состоят из глобулярных белков и небелкового компонента. Небелковая часть сложного белка называется *простетической* группой.

Простетическая группа может быть представлена различными по химической природе соединениями. В зависимости от ее строения и свойств сложные белки подразделяются:

- хромопротеины – содержат в качестве небелковой части окрашенный компонент (гемоглобин, миоглобин, цитохромы, хлорофилл);
- гликопротеины – содержат углеводы;
- нуклеопротеины – содержат нуклеиновые кислоты;
- липопротеины – содержат липиды;
- фосфопротеины – содержат остаток ортофосфорной кислоты;
- металлопротеины – содержат комплексно связанный металл.

Тема 4. Белки. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков. лекционное занятие (4 часа): Белки. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков. Денатурация белков. Номенклатура белков. Определение первичной структуры белков. Реакции Акабори, гидразинолиза, Эдмана. Секвенирование белков.

Первичная структуры белка – порядок связанных пептидной связью аминокислот. То есть природа первичной структуры – ковалентная связь. Чередуя 20 протеиногенных аминокислот в разном порядке, можно получать миллионы разных белков.

Вторичная структура белка – это способ укладки полипептидной цепи в организованные более компактную структуру, при которой происходит взаимодействие С(О) и NH групп пептидных цепей водородными связями. По конфигурации выделяют следующие элементы вторичной структуры: α -спираль и β -складчатый слой.

Третичная структура белка – пространственная трехмерная ориентация полипептидной спирали. Первым белком, третичная структура которого была установлена Дж. Кендрью (1957) на основании рентгеноструктурного анализа, явился миоглобин

кашалота. Третичная структура образуется путём дополнительного складывания полипептидной цепи преимущественно за счёт взаимодействия между радикалами аминокислот.

Четвертичная структура белка – это комплекс из нескольких отдельных полипептидных цепей, у каждой из которых обычно есть третичная структура. То есть, четвертичная структура – это комплекс глобул.

Можно выделить следующие этапы выяснения первичной структуры белков и пептидов:

1. Выделение белка в чистом виде и определение его молекулярной массы
2. Определение аминокислотного состава
3. Определение N-концевой аминокислоты
4. Определение C-концевой аминокислоты
5. Определение аминокислотной последовательности

Процедура выделение белка в чистом виде имеет ряд особенностей. Природный исходный биологический материал содержит смесь несколько различных белков. В связи с этим возникает проблема выделения интересующего белка в чистом виде. При очистке белков используются методы, которые основаны на разнице:

1. Поверхностного заряда белков
2. Молекулярного размера белков (зависящего от их молекулярной массы)
3. Биологической активности вследствие связывания с субстратами или ингибиторами

Определение аминокислотного состава – важный этап анализа строения белка. До определения аминокислотной последовательности выделенного белка желательно иметь представление о его аминокислотном составе, то есть знать, какие аминокислоты и в каком количестве входят в состав его молекулы. Для этого проводят полный гидролиз белка с последующим количественным анализом высвободившихся аминокислот. Чаще используют кислотный

гидролиз. Полипептид растворяют в 6N HCl в отсутствие кислорода, чтобы предотвратить окисление серусодержащих аминокислот. Смесь нагревают до 100-120⁰C и выдерживают при этой температуре в течение 10-100 часов. К сожалению при этом способе гидролиза некоторые аминокислоты (Сер, Три, Тир, Глн, Асн) разрушаются. Аминокислотный состав полипептидного гидролизата определяют с помощью автоматического аминокислотного анализатора. Прибор разделяет аминокислоты посредством ионообменной хроматографии. Их идентифицируют по элюционному объему и количественно учитывают по интенсивности флюоресценции после проведения реакции с дансилхлоридом. Современные аминокислотные анализаторы проводят анализ гидролизата белка в течение 1ч с чувствительностью, которая позволяет определить до 1 пикомоля аминокислоты.

Ещё один важный этап установления строения белков – это определение N-концевой аминокислоты. Имеется несколько эффективных подходов, с помощью которых можно идентифицировать N-концевую аминокислоту. 1-Диметиламинонафталин-5-сульфонилхлорид (дансил хлорид) взаимодействует с первичными аминами с образованием дансилированного полипептида. Последующее проведение кислотного гидролиза позволяет высвободить из полипептидной цепи N-концевую аминокислоту в виде дансил-аминокислоты, обладающей интенсивной желтой флюоресценцией. Благодаря этому дансил-производное аминокислоты можно идентифицировать хроматографически. Более популярным методом идентификации N-концевой аминокислоты является разрушение по Эдману (Pehr Edman - автор метода). Фенилизотиоцианат (ФИТЦ, реактив Эдмана) взаимодействует с N-концевой аминогруппой белков в слабо щелочной среде. В результате образуется фенилтиокарбамильный продукт. Его обрабатывают безводной сильной кислотой, такой как трифторуксусная кислота. При этом тиазолиновое производное N-концевой аминокислоты отщепляется, в то время как остальные

пептидные связи не подвергаются гидролизу. Тем самым разрушение по Эдману заключается в отщеплении остатка только N-концевой аминокислоты и сохранении оставшейся части полипептидной цепи. Тиазолиновое производное аминокислоты избирательно экстрагируют органическим растворителем и превращают в более стабильное фенилтиогидантоиновое производное. Последнее можно идентифицировать сравнением с известными стандартами при проведении тонкослойной хроматографии, электрофореза, высокоэффективной жидкостной хроматографии или газо-жидкостной хроматографии. Наиболее важным преимуществом расщепления по Эдману по сравнению с другими методами определения N-концевой аминокислоты является то, что, проводя повторно с одним и тем же пептидом эту процедуру, каждый раз можно идентифицировать новую N-концевую фенилтиогидантоин-аминокислоту, выясняя таким образом аминокислотную последовательность.

Рассмотрим идентификация C-концевой аминокислоты. Один из подходов заключается в использовании ферментов - карбоксипептидаз (катализирует отщепление от пептида C-концевой аминокислоты). Карбоксипептидазы, подобно другим ферментам, обладают субстратной специфичностью, то есть они катализируют отщепление определенных аминокислот. Вместе с тем, наличие рядом с C-концевой аминокислотой остатка пролина делает невозможной её отщепление под влиянием карбоксипептидазы. В этом случае наиболее надежным считается метод гидразинолиза. Полипептид обрабатывают безводным гидразином при температуре 90⁰С в течение 20-100ч в присутствии ионообменного сорбента (в качестве катализатора). При этом разрушаются все пептидные связи, а из высвобождающихся аминокислот образуются гидразиды. Но C-концевая аминокислота высвобождается как свободная и поэтому её можно идентифицировать хроматографически.

Как же производят определение аминокислотной последовательности в белках? Установление концевых аминокислот в

исследуемом пептиде позволяет в дальнейшем определить всю его аминокислотную последовательность. Для этого обычно проводят повторное разрушение по Эдману (см. выше) в автоматическом приборе - секвенаторе, который был предложен П. Эдманом и Г. Бэгом. Современный такой прибор определяет 1 аминокислотный остаток в час. Таким способом можно установить последовательность расположения 40-60 остатков аминокислот. Затем накапливаются незавершенные реакции, продукты побочных реакций. Наряду с потерей самого пептида они делают малоинформативной и ненадежной дальнейшую идентификацию аминокислот. Чтобы установить последовательность их расположения в больших полипептидных молекулах, их подвергают расщеплению ферментативным или химическим путем на фрагменты с размерами, достаточными для проведения секвенирования.

Денатурация белков. Природные белковые тела наделены определенной, строго заданной пространственной конфигурацией и обладают рядом характерных физико-химических и биологических свойств при физиологических значениях температуры и рН среды. Под влиянием различных физических и химических факторов белки подвергаются свертыванию и выпадают в осадок, теряя нативные свойства.

Денатурация – это нарушение общего плана уникальной структуры нативной молекулы белка, преимущественно ее третичной структуры, приводящее к потере характерных для нее свойств (растворимость, электрофоретическая подвижность, биологическая активность и т.д.). Большинство белков денатурирует при нагревании их растворов выше 50–60°C.

При непродолжительном действии и быстром удалении денатурирующих агентов возможна ренатурация белка с полным восстановлением исходной трехмерной структуры и нативных свойств его молекулы. Таким образом, при денатурации белковая молекула полностью теряет биологические свойства,

демонстрируя тем самым тесную связь между структурой и функцией.

Несмотря на то, что белки являются наиболее изученным классом биоорганических соединений, до сих пор не создано единой номенклатуры и классификации белков. Название белкам дают по случайным признакам, чаще всего принимая во внимание источник выделения белка (например, наименование авидин – белок яйца – происходит от лат. avis – птица; казеин – белок молока – от лат. caseus – сыр и т. п.).

Тема 5. Типы классификации белков, отдельные представители. лекционное занятие (2 часа): Типы классификации белков, отдельные представители. Простые и сложные белки. Простые белки - гистоны, альбумины и глютелины. Классификация сложных белков по строению их простетической группы. Хромопротеиды, гем- и флавопротеиды. Кофакторы белка. Металлопротеиды. Сложные белки, как переносчики кислорода в крови организмов.

Белки можно классифицировать по-разному:

1. Классификация, основанная на конформации белков. По форме частиц белки делят на фибриллярные (волоконистые) и глобулярные (корпускулярные). Фибриллярные белки – это устойчивые, нерастворимые в воде и в разбавленных солевых растворах вещества. Располагаясь параллельно друг другу вдоль одной оси, полипептидные цепи образуют длинные волокна (фибриллы) или слои с конформацией β -структуры. Примеры фибриллярных белков: коллаген сухожилий и костной ткани, кератин волос, роговых образований, кожи, ногтей и перьев, эластин упругой соединительной ткани. Глобулярные белки – это соединения, полипептидные цепи которых плотно свернуты в компактные сферические или глобулярные структуры с конформацией α -спирали. Большинство глобулярных белков растворимо в водных растворах и легко диффундирует. К ним относятся почти все известные в настоящее время ферменты, а также антитела, некоторые гормоны и

многие белки, выполняющие транспортную функцию, например, сывороточный альбумин и гемоглобин. Некоторые белки принадлежат к промежуточному типу. Подобно фибриллярным белкам, они состоят из длинных, палочковидных структур, и в то же время они, как глобулярные белки, растворимы в водных солевых растворах. К таким белкам относятся: миозин – структурный элемент мышц, фибриноген – предшественник фибрина, участвующего в свертывании крови.

2. Классификация, основанная на растворимости белков. По отношению к растворимости белков в различных растворителях среди белков различают: альбумины, глобулины, проламины, протеиноиды. К альбуминам относят белки, хорошо растворяющиеся в воде и солевых растворах умеренных концентраций. При переходе к концентрированным растворам, вплоть до полностью насыщенных, альбумины высаливаются. Примерами их могут служить: яичный альбумин, сывороточный альбумин, альбумин мышечной ткани, молочный альбумин. К глобулинам принадлежат белки, не растворимые в воде и солевых растворах умеренных концентраций, но растворяющиеся в очень слабых растворах солей. Характерным признаком глобулинов считают их полное осаждение при полунасыщении раствора. Примеры глобулинов: фибриноген, яичный глобулин, сывороточный глобулин, глобулин мышечной ткани. Проламины представляют группу белков, растворимых в 60–80%-ном водном растворе этилового спирта. Представителем этих белков может служить глиадин, составляющий главную часть клейковины; находятся они в зернах различных хлебных злаков. К протеиноидам относят белки, не растворяющиеся в обычных растворителях белков: воде, солевых и водно-спиртовых смесях, однако, хорошо растворяющиеся в специфических реагентах. Так, например, фиброин шелка растворяется в дихлоруксусной кислоте, безводной плавиковой кислоте, в концентрированном водном растворе роданида лития или бромида калия.

3. По степени сложности строения белки делятся на два основных класса: простые и сложные белки. Простые белки или протеины состоят только из белковой части и гидролизуются до аминокислот. К ним относятся альбумины и глобулины, а также протамины и гистоны – белки основного характера, которые содержат много лизина и аргинина. Сложные белки или протеиды кроме белковой части содержат небелковую группу, которую называют простетической. Сложные белки в зависимости от химической природы их простетической группы классифицируются на: нуклеопротеиды, гликопротеиды, липопротеиды, фосфопротеиды, хромопротеиды, металлопротеиды. Небелковая часть нуклеопротеидов состоит из молекул нуклеиновых кислот – дезоксирибонуклеиновой (ДНК) и рибонуклеиновой (РНК), белковая часть представлена гистонами и протаминами. Нуклеопротеиды участвуют в процессах деления клеток и передачи наследственных признаков, в процессах биосинтеза белка. Они входят в состав любой клетки, являются обязательными компонентами ядра, цитоплазмы. Также нуклеопротеидами по своей природе являются вирусы. Гликопротеиды представляют собой сложные белки, простетическая группа которых представлена производными углеводов. Гликопротеиды входят в состав клеточных мембран, участвуют в транспорте различных веществ, в процессах свертывания крови, являются составными частями слизи и секретов желудочно-кишечного тракта. Липопротеиды являются сложными белками, простетическая группа которых образована липидами. Это сферические частицы небольшого размера (150–200 нм), наружная оболочка которых образована белками, а внутренняя часть – липидами и их производными. Основная функция липопротеидов – осуществлять транспорт липидов по крови. Фосфопротеиды имеют в качестве небелкового компонента фосфорную кислоту. Эти белки входят в состав костной и нервной ткани, выполняют питательную функцию. Представителями данных белков являются казеин молока, вителлин (белок желтков яиц), ихтулин (белок икры рыб).

Хромопротеиды являются сложными белками, простетическая группа которых представлена окрашенными соединениями. К хромопротеидам относятся гемоглобин, миоглобин, ряд ферментов (каталаза, пероксидазы, цитохромы), а также хлорофилл. Металлопротеиды содержат ионы одного или нескольких металлов. Металлопротеиды, содержащие железо (ферритин и др.), выполняют функцию транспорта и депо железа в организме. Имеются белки, в состав которых входят цинк, марганец, медь и другие металлы. Многие из них входят в состав ферментов.

4. Классификация, основанная на биологической функции белков. По этой классификации среди белков выделяют следующие группы:

- каталитически активные белки,
- белки – гормоны,
- белки – регуляторы активности генома,
- защитные белки,
- токсические белки,
- транспортные белки,
- мембранные белки,
- сократительные белки,
- рецепторные белки,
- белки – ингибиторы ферментов,
- белки вирусных оболочек и т.д.

Тема 6. Ферменты - представители белков-катализаторов. лекционное занятие (4 часа): Ферменты - представители белков-катализаторов. Понятие о ферментах. Номенклатура ферментов. Международная классификация ферментов. Механизм ферментативного катализа. Кинетика ферментативного катализа. Теории взаимодействия фермент-субстрат (ключ-замок; рука-перчатка; взаимно индуцированного соответствия).

Белки, которые выполняют функции биологических катализаторов называют ферменты. Термин фермент (от лат.

fermentum – закваска) был предложен в начале XVII в. голландским ученым Ван Гельмонтом для веществ, влияющих на спиртовое брожение. В 1878 году Кюне предложил термин энзим (от греч. *en* – внутри, *zyme* – закваска). Оба названия свидетельствуют о том, что первые сведения об этих веществах были получены при изучении процессов брожения. Роль ферментов в жизнедеятельности всех организмов планеты Земля огромна. Благодаря каталитической функции разнообразные ферменты обеспечивают быстрое протекание в организме или вне его колоссального числа химических реакций. Складываясь в единый ансамбль саморегулируемых биохимических процессов, эти реакции преобразования веществ составляют материальную и энергетическую основу непрерывного самообновления белковых тел, т. е. самой сущности жизненных явлений. И.П. Павлов писал: «Ферменты есть, так сказать, первый акт жизненной деятельности. Все химические процессы направляются в теле именно этими веществами, они есть возбудители всех химических превращений. Все эти вещества играют огромную роль, они обуславливают собою те процессы, благодаря которым проявляется жизнь, они и есть в полном смысле возбудители жизни». Раздел биохимии, изучающий биологические катализаторы белковой природы, называется энзимологией. Круг вопросов, изучаемых энзимологией, весьма разнообразен. Он включает выделение и очистку ферментов с целью установления их состава и молекулярной структуры; изучение условий и скорости действия ферментов, а также влияния на них разнообразных физических и химических факторов. В настоящее время в биологических объектах обнаружено несколько тысяч индивидуальных ферментов. Подсчитано, что живая клетка может содержать до 1000 различных ферментов, каждый из которых ускоряет ту или иную реакцию.

Общие свойства ферментов (биологических катализаторов) и неорганических катализаторов (небиологических катализаторов): – катализируют только энергетически возможные реакции; – не смещают положения равновесия, а лишь ускоряют его достижение; –

не расходуются в процессе реакции; – не участвуют в образовании продуктов реакции. Отличия ферментов (биологических катализаторов) и неорганических катализаторов (небиологических катализаторов): – по химическому строению молекулы всех ферментов являются белками; – эффективность ферментов выше, чем небиологических катализаторов (скорость протекания реакции при участии ферментов на несколько порядков выше, чем при участии неорганических катализаторов); – ферменты «работают» в более «мягких» условиях в отличие от катализаторов неорганической природы (при атмосферном давлении, при температуре 30–40°C, при значении рН среды близком к нейтральному); – ферменты обладают высокой специфичностью по отношению к субстрату (каждый фермент катализирует единственную реакцию либо группу реакций одного типа); – ферменты являются катализаторами с регулируемой активностью, чего нельзя сказать о катализаторах иной природы (это уникальное свойство ферментов позволяет изменять скорость превращения веществ в организме в зависимости от условий среды, т. е. приспосабливаться к действию различных факторов); – ферментативный процесс можно представить в виде цепи простых химических превращений вещества, четко запрограммированных во времени и в пространстве. В составе как простого, так и сложного фермента, выделяют следующие центры: – каталитический, – субстратный, – аллостерический. Каталитический центр – это участок молекулы фермента, который отвечает за его каталитическую функцию. В двухкомпонентных (сложных) ферментах в качестве каталитического центра выступает простетическая группа или кофермент. В однокомпонентных (простых) ферментах, которые состоят только из белковой части, роль каталитического центра выполняют радикалы аминокислотных остатков, расположенных в различных участках полипептидной цепи. Образование каталитического центра происходит одновременно с формированием третичной структуры белковой молекулы ферментов. Чаще всего в состав каталитического центра простого фермента входят остатки

аминокислот: серина, цистеина, тирозина, гистидина, аргинина, аспарагиновой и глутаминовой кислот. Изменение третичной структуры фермента под влиянием тех или иных факторов может привести к деформации каталитического центра и изменению ферментативной активности. Субстратный центр – это участок молекулы фермента, который связывает субстрат, подлежащий ферментативному превращению (субстрат – это вещество, на которое действует фермент). Субстратный центр называют «якорной площадкой» фермента, где, как судно на якорь, становится субстрат. Субстрат с ферментом связывается посредством ионных взаимодействий, водородных связей; иногда субстрат и фермент связываются ковалентно. Гидрофобные взаимодействия также играют определенную роль при связывании субстрата с ферментом. Совместно каталитический и субстратный центры образуют активный центр фермента. Активный центр большинства ферментов имеют форму щели или впадины, в которую входит субстрат и прикрепляются к ферменту. Аллостерический центр – это участок молекулы фермента, в результате присоединения к которому определенного низкомолекулярного (а иногда и высокомолекулярного) вещества изменяется третичная структура белковой молекулы фермента. Как следствие этого изменяется конфигурация активного центра фермента, сопровождающаяся либо увеличением, либо снижением каталитической активности фермента. Это явление лежит в основе так называемой аллостерической регуляции каталитической активности ферментов.

Живая клетка может содержать до 1000 ферментов, ускоряющих различные химические реакции. В основу классификации ферментов положен тип биохимических реакций. Все ферменты делятся на шесть основных классов:

1. Оксидоредуктазы катализируют окислительно-восстановительные процессы.

2. Трансферазы катализируют реакции переноса функциональных групп и молекулярных остатков с одной молекулы на другую.

3. Гидролазы катализируют реакции гидролитического распада.

4. Лиазы катализируют реакции отщепления определенных групп атомов с образованием двойной связи либо присоединения по двойной связи, а также негидролитический распад органических соединений либо синтез без участия макроэргических веществ.

5. Изомеразы катализируют пространственные или структурные изменения в пределах одной молекулы.

6. Лигазы (синтетазы) катализируют реакции синтеза высокомолекулярных полимеров (белков, полисахаридов, липидов и т.д.), сопровождающиеся гидролизом богатой энергией связи (как правило, АТФ).

5. КОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ

По курсу «Химия природных полимеров» по модулю «Белки» предусмотрена контрольная работа и подготовка реферативной работы. Контрольная работа является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями. К ее выполнению необходимо приступать только после изучения тем дисциплины. Целью контрольной работы является определения качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначенной для самостоятельного изучения. Задачи, стоящие перед студентом при подготовке и написании контрольной работы:

1. закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2. выработка навыков самостоятельной работы;
3. выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.

Контрольные работы выполняются студентами в аудитории под наблюдением преподавателя. Преподаватель готовит задания

либо по вариантам, либо индивидуально для каждого студента. По содержанию работа может включать теоретический материал, задачи, тесты, расчеты и т.п. Выполнению контрольной работы предшествует инструктаж преподавателя. Ключевым требованием при подготовке к контрольной работе выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, четко и логично излагать свои мысли. Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций.

Ситуационные задачи

В ходе изложения материала лекционного курса очень важное значение имеет этап перехода к проблемному обучению. Рассмотрение некоторых положений в форме «ситуация – решение» приводит к плавному переходу от репродуктивной формы изложения материала и усилению элемент творчества за счет самостоятельной работы студента. Ситуационные задачи дают возможность обучающимся на конкретных примерах определить особенности биохимических превращений веществ, способствуют развитию логического мышления, активируют процесс понимания, запоминания, усвоения и творческого применения теоретических знаний, повышают мотивацию и вовлеченность студентов в решение конкретных практических задач. Ситуационные задачи затрагивают круг интересов и знаний студента в аспекте главных разделов курса.

1) При отравлении неорганическими соединениями ртути рекомендуются применение комплексообразующих лекарственных средств – «Аллитиамин», «Димеркапрол», «D-пеницилламин», «Метионин», «Пеницилламин», «Сукцимер» (димеркаптоянтарная кислота), «Таурин», «Унитиол». До прибытия медицинской помощи человеку дают выпить яичный белок. Чем это можно объяснить? Какой белок будет более эффективен в этом случае - яичный

альбумин (pI 4,8) или казеин молока (pI 4,6)? Напишите схему взаимодействия белка с солями ртути(II).

2) Какие процессы происходят с белком при тепловой обработке (белок куриного яйца)? Почему при высокой температуре белок твердеет?

3) Даже небольшое количество карбинола при попадании в организм токсично для человека. Около 5-10 мл выпитого метилового спирта может привести к полной потере зрения, а 30 мл — к смерти. Метаболизм метилового спирта происходит в печени при участии фермента алкогольдегидрогеназы. В процессе этого образуются такие высокотоксичные химические соединения, как формальдегид и муравьиная кислота. Оказание медицинской помощи при отравлениях древесным спиртом в лечебных учреждениях начинается с промывание желудка зондом. Для ослабления негативное действие метанола, достаточно часто назначают этиловый спирт перорально либо внутривенно. Сначала больной выпивает не более 50 мл, а потом каждый час по 13 грамм. Объясните, почему такое лечение эффективно?

4) Гистоны – обширный класс белков, выполняющих две основные функции: участие в упаковке нитей ДНК в ядре и эпигенетическая регуляция таких ядерных процессов, как транскрипция, репликация и репарация. Октамеры гистонов прочно связаны с дезоксирибонуклеиновой кислотой, которая содержит много фосфатных групп. Изоэлектрическая точка гистонов - 10,8. Какие аминокислоты в составе этих белков обеспечивают прочное связывание гистонов с ДНК?

5) Сколько оптических изомеров имеют аминокислоты аланин и треонин? Напишите для них проекционные формулы Фишера.

6) При частичном гидролизе инсулина обнаружен тетрапептид глу-глу-ала-лей. Укажите направление движения этого пептида в электрическом поле при pH 3,0 и pH 10,5.

7) Запишите уравнения химических реакций: а) валина с гидроксидом калия; б) лейцина с азотистой кислотой; в) декарбоксилирование фенилаланина; г) образования внутренней соли треонина

8) Запишите уравнения химических реакций взаимодействия: а) лизина с гидроксидом калия; б) триптофана с азотистой кислотой; в) переаминирование фенилаланина и пировиноградной кислот; г) образования внутренней соли лейцина.

9) На анализ поступила предположительно биологическая жидкость неизвестного происхождения. При нагревании пробы этого материала до 100°C осадок не образовался. Обоснуйте наличие или отсутствие белка в жидкости. Какие реакции необходимо провести дополнительно для этого утверждения?

10) В лабораторных условиях синтетическим методом получен тетрапептид. При изучении его состава получены следующие данные: 1) N-конец образован цистеином (укажите реакцию), а в составе пептида имеются триптофан, пролин, серин (приведите реакции как это можно определить); 2) после гидролиза тетрапептида химотрипсином остается трипептид, содержащий триптофан, цистеин, пролин. Определите последовательность аминокислот в тетрапептиде.

11) Совершенно случайно шерстяной свитер, толстовку из полиэстера, футболку из хлопка, рубашку из натурального шёлка постирать в горячей воде (80°C), а затем быстро высушить. Исходя из роли и структуры полимеров, как вы предугадаете и объясните результат такой стирки?

12) В белке, выполняющем каталитические функции в организм присутствуют аминокислотные остатки аспарагиновой кислоты, лейцина, серина, валина, глутамина, лизина, тирозина. Смоделируйте наиболее вероятное расположение указанных аминокислот (внутри или на поверхности молекулы нативного белка).

13) Для переваривания пищи служит пепсин желудочного сока. Известно, что этот фермент имеет изоэлектрическую точку около 1,0. Это объясняется его аминокислотным составом. Вы можете воспользоваться справочной информацией по значениям ИЭТ для аминокислот. Предположите, какие аминокислоты присутствуют в пепсине в относительно большом количестве

14) Исследователь провёл частичный гидролиз инсулина (В-цепь) и обнаружил тетрапептид Глу–Глу—Ала—Лей. Укажите направление движения пептида в постоянном электрическом поле при рН среды 3,0 и 10,5.

15) Человек ошибочно выпил раствор сульфата меди. Случайно оказавшийся при этом происшествии химик-органик предложил ему немедленно принять несколько яичных белков и немедленно обратиться за медицинской помощью. Обоснуйте такой совет с точки зрения биохимии.

Тестовые задания

Представленные в этом разделе тесты предназначены для выяснения, насколько успешно Вы освоили учебный материал и освоил ли его вообще. Нужно выбрать один или несколько правильных ответов

1. Мономером белков является:

- а) глюкоза
- б) нуклеиновая кислота
- в) нуклеотид
- г) азотистое основание
- д) аминокислота

2. Из какого белка состоят рога, копыта, когти, перья и волоса животных?

- а) коллаген
- б) тубулин
- в) кератин
- г) миозин

3. Потеря белком своей естественной пространственной структуры:
- а) спирализация
 - б) дисперсия
 - в) конденсация
 - г) репарация
 - д) денатурация
 - е) дегенерация
4. Между какими функциональными группами соседних аминокислот в белке образуется пептидная связь?
- а) радикалы
 - б) карбоксильные группы
 - в) карбоксильная группа и аминогруппа
 - г) карбоксильная группа и радикал
 - д) радикал и ион водорода
 - е) аминогруппа и радикал
5. Благодаря чему разные белки похожи друг на друга?
- а) количество аминокислот
 - б) количественное соотношение аминокислот разных видов
 - в) последовательность соединения аминокислот друг с другом
 - г) структура химических связей, участвующих в формировании
 - д) последовательности аминокислот
6. Каковы главнейшие функции белков?
- а) транспортная
 - б) защитная
 - в) каталитическая
 - г) строительная
7. Что из ниже перечисленного относится к аминокислотам?
- а) тубулин, коллаген, лизоцим
 - б) лизин, триптофан, аланин
 - в) холестерин, прогестерон, стеариновая кислота
 - г) валин, мальтаза, кератин

- д) сахароза, лактоза, глицин
е) аденин, тимин, гуанин
8. Где происходит синтез белка?
а) в хлоропластах
б) в митохондриях
в) в рибосомах+
г) в эндоплазматической сети.
9. Какое количество известных аминокислот участвуют в синтезе белка:
а) 20
б) 30
в) 100
г) 200.
10. Как выглядит структура нуклеотида:
а) Азотистое основание связано с сахаром посредством остатка фосфорной кислоты
б) Азотистое основание связано с остатком фосфорной кислотой посредством сахара
в) Сахар и остаток фосфорной кислоты связывает азотистое основание
11. Простетическая группа фермента представляет собой:
а) альфа-спираль молекулы
б) белковую часть фермента
в) кофермент или кофактор
г) активный центр фермента
12. Международная классификация разделяет ферменты на шесть классов в соответствии с их:
а) молекулярной массой
б) субстратной специфичностью
в) эффективностью катализа
г) типом катализируемой реакции
13. Электрофорез белков проводят на:
а) полиакриламидном геле

- б) агаровом геле
 - в) бумаге
 - г) целлюлозоацетатных пленках
14. Структура “клеверный листок” характерна для
- а) Третичной структуры ДНК
 - б) 40 S субъединицы рибосомы
 - в) тРНК
 - г) мРНК
15. Укладка полипептидной цепи в пространстве, стабилизированная исключительно водородными связями:
- а) первичная структура;
 - б) вторичная структура;
 - в) третичная структура;
 - г) четвертичная структура
16. Стабильность внеклеточных белков связана с
- а) высокой молекулярной массой
 - б) наличием в структуре дисульфидных мостиков
 - в) субъединичной структурой
17. Наиболее часто употребляется соль для фракционирования белков:
- а) карбонат натрия
 - б) сульфат аммония
 - в) хлорид бария
 - г) нитрат скандия
18. Денатурация белка – это...
- а) Изменение структуры белка
 - б) Разрушение молекул белка
 - в) Растворимость белка
 - г) Выпадение белка в осадок
19. Изоэлектрическая точка белка – это
- а) Область рН, где растворимость белка повышается
 - б) Область рН, где количество COO^- -групп равно количеству NH_3^+ групп
 - в) рН, при котором молекула белка имеет линейную форму
 - г) Область рН в районе 6-7

20. Принцип Биуретовой реакции заключается в:
- а) Образовании комплекса Руэмана
 - б) Образовании осадка сульфида свинца
 - в) Нитровании ароматических аминокислот
 - г) Образовании комплекса с ионами меди
21. Конечные продукты при гидролизе белка:
- а) глюкоза
 - б) нуклеиновые кислоты
 - в) нуклеотиды
 - г) азотистое основание
 - д) аминокислоты
22. Что является функцией белков?
- а) транспортная
 - б) защитная
 - в) каталитическая
 - г) строительная
23. Какова роль гидрофобных радикалов в составе аминокислот в формировании конформации белка? Они принимают участие в формировании
- а) Первичной структуры
 - б) Вторичной структуры
 - в) Третичной структуры
 - г) Четвертичной структуры
24. Изоэлектрическая точка гемоглобина равна 6,8. Куда мигрирует данный белок в среде с $pH=10,0$ при электрофорезе?
- а) мигрирует к катоду;
 - б) остается на линии старта
 - в) образует биполярный ион;
 - г) мигрирует к аноду.
25. Какие из перечисленных ниже аминокислот являются двухосновными?
- а) глутамин
 - б) глутаминовая кислота
 - в) лизин
 - г) серин

д) не знаю

26. Какая аминокислота в тетрапептиде LeuValGlyAsn является N-концевой?

а) Валин

б) Лейцин

в) Тирозин

г) Аспарагин

д) Не знаю

27. Какие из перечисленных веществ являются аминокислотами:

а) треонин

б) триптофан

в) масляная кислота

г) холин

д) фенол

28. Какая аминокислота содержит в своем составе атом серы?

а) серин

б) гистидин

в) триптофан

г) метионин

д) цистеин

29. Простые белки, в отличие от сложных _____

а) Имеют в своём составе только заменимые аминокислоты

б) Имеют небольшие размеры ($\approx 60\text{\AA}$)

в) Не имеют в своей надмолекулярной структуре β -слои

г) Не имеют четвертичную структуру

д) Имеют простетическую группу

Ключи к тесту

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ключ	д	в	д	в	г	аб вг	б	в	а	б	в	г	д	г	б

№ вопроса	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Ключ	б	б	а	б	г	д	аб вг	в		б	б	аб	гд	д

Рекомендации для работы над рефератом. Темы рефератов

Составление реферативной работы в ходе обучения студентов - это одна из важных форм самостоятельной учебной деятельности. В Словарь лингвистических терминов дается следующее определение: «Реферат – краткое изложение основных положений, содержания статей, монографий и др. работ научного характера». При написании реферата обучающийся приобретает навыки научного изложения материала и умения обобщать факты, делать на их основе теоретические и практические выводы.

Реферат для обучающегося – это небольшое научное исследование, предполагающее изучение литературы по предложенной теме. Для успешного реферирования любой научной работы необходимо определить её основную проблематику, понять точку зрения автора на данную проблему, самому осмысливать прочитанное на основе теоретических знаний. Реферат позволяет выявить разнообразие подходов к той или иной теме. При подготовке к написанию работы обучающийся должен изучить необходимую литературу по предмету реферативного исследования, кратко и ясно изложить мнения различных исследователей и, по возможности, дать свое понимание заданной проблемы.

Данные методические рекомендации затрагивают следующие вопросы: выбор темы, структура, формулирование целей и задач реферата, работу обучающихся над планом, введением, заключением; освещают требования к содержанию, библиографии.

Целями написания рефератов являются:

– приобретение обучающимися навыков библиографического поиска литературы (на бумажных носителях, в электронном виде);

- развитие у обучающихся навыков грамотного изложения своего суждения по выбранному вопросу в письменной форме;
- выявление и развитие у обучающихся интереса к научной и практической деятельности;

Основные задачи при написании реферата

Основными задачами студентов (обучающихся) при написании реферата являются:

- максимальная полнота использования литературы по выбранной теме;
- верная передача авторской позиции в своей работе;
- грамотное изложение причины своего согласия (несогласия) с тем или иным автором по данной проблеме.

Основные требования к содержанию реферата

- материал, использованный в реферате, должен строго относиться к выбранной теме;
- необходимо изложить основные аспекты проблемы не только грамотно, но и в соответствии с той или иной логикой (хронологической, тематической, событийной и др.);
- при изложении следует сгруппировать идеи разных авторов по общности точек зрения;
- реферат должен заканчиваться подведением итогов проведенной исследовательской работы: содержать краткий анализ-обоснование преимуществ той точки зрения по рассматриваемому вопросу, с которой студенты (обучающиеся) согласны.

Работа над реферативным исследованием включает следующие этапы подготовки:

1. Вводный:

- осмысление темы;
- нахождение литературы по теме;
- чтение и конспектирование литературы по теме;
- написание плана реферата и составление списка используемой литературы;
- написание введения

2. Основной:

- написание основной части реферата;
- написание заключения

3. Заключительный:

- оформление реферата;
- работа над оглавлением

4. Защита реферата.

Рассмотрим основные этапы работы над реферативной работой.

Выбор темы реферата

Работа над рефератом начинается с выбора темы исследования. Выбирая проблему для написания реферативной работы, студент (обучающийся) может воспользоваться списком тем, предложенным преподавателем. Но интерес студента (обучающегося) к теме реферата определяет качество проводимого им исследования и соответственно успешность его защиты. Поэтому можно попытаться сформулировать проблему своего исследования самостоятельно.

При определении темы реферата нужно учитывать и его информационную обеспеченность. С этой целью, во-первых, можно обратиться к библиотечным каталогам, а во-вторых, проконсультироваться с преподавателем и библиотекарем.

Работа над планом

Выбрав тему реферата и изучив литературу, необходимо составить план исследования. Работу над планом реферата необходимо начать еще на этапе изучения литературы. План - это точный и краткий перечень положений в том порядке как они будут расположены в реферате, этапы раскрытия темы. Черновой набросок плана будет в ходе работы дополняться и изменяться. Существует два основных типа плана: простой и сложный (развернутый). В простом плане содержание реферата делится на параграфы, а в сложном на главы и параграфы. Но как построить грамотно план реферата? Конкретного рецепта здесь не существует, большую роль играет то,

как предполагается расставить акценты, как сформулирована тема и цель работы. При работе над планом реферата необходимо помнить, что формулировка пунктов плана не должна повторять формулировку темы (часть не может равняться целому).

Работа над введением

Введение - одна из составных и важных частей реферата. При работе над введением необходимо опираться на навыки, приобретенные при написании изложения и сочинений. В объеме реферата введение, как правило, составляет не более 1 машинописной страницы. Введение обычно содержит: вступление, обоснование актуальности выбранной темы, формулировку цели и задач литературного исследования, краткий обзор литературы и источников по проблеме и вывод. Желательно, чтобы вступление было ярким, интригующим, проблемным.

Обоснование актуальности выбранной темы - это, прежде всего, ответ на вопрос: «почему я выбрал(а) эту тему реферата, чем она меня заинтересовала?». Нужно обязательно связать тему реферата с современностью.

Краткий обзор литературы и источников по проблеме - в этой части введения необходимо кратко охарактеризовать основные источники и литературу, с которой обучающийся)работал, оценить ее полезность, доступность, высказать отношение к этим книгам.

Вывод – это обобщение, которое необходимо делать при завершении работы над введением.

Работа над содержанием реферата (основной части)

Содержание реферата должно соответствовать теме, полностью ее раскрывать. Реферат показывает личное отношение студента (обучающегося) к излагаемому материалу. Следует стремиться к тому, чтобы изложение было ясным, простым, точным и при этом выразительным. При изложении материала необходимо соблюдать следующие правила:

– не рекомендуется вести повествование от первого лица единственного числа (такие утверждения лучше выражать в

безличной форме), например: нами предполагается, мы сделали вывод;

- при упоминании в тексте фамилий обязательно ставить инициалы перед фамилией;
- каждая глава (параграф) начинается с новой страницы;
- при изложении различных точек зрения и научных положений, цитат, выдержек из литературы, необходимо указывать источники, т.е. приводить ссылки.

В содержании реферата необходимо:

- произвести разбивку материала на главы (две или три, причем первая глава – теоретическая, небольшая по объему; вторая глава – основная, отвечающая на главные вопросы темы; третья глава должна отражать связь первых двух с практикой);
- главы следует разбить на параграфы;
- сформулировать краткие выводы по главам и параграфам;
- определить свое отношение к исследуемой проблеме, позицию, мнение и взгляды.

Правила оформления ссылок

В тексте реферата сведения об использованной литературе приводятся чаще всего в скобках после слов, к которым относятся.

Написание заключения

Заключение следует рассматривать самостоятельная часть реферата. Оно не должно быть переложением содержания работы. Заключение должно содержать:

- обобщение основных положений и выводов в сжатой форме;
- оценку полноты и глубины решения тех вопросов, которые вставляли в процессе изучения темы.

Правила составления библиографических списков

Библиографический список следует назвать «Список использованных источников» и приводить библиографическое описание каждой ссылки по ГОСТ Р 7.0.100–2018 (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу.

Библиографическая запись. Библиографическое описание). Ссылки приводить по мере их использования в тексте.

Оформление Приложения

Приложение помещается после Заключения и включает материалы, дополняющие основной текст реферата. Это могут быть таблицы, схемы, фрагменты источников, иллюстрации, фотоматериалы, словарь терминов, афоризмы, изречения, рисунки и так далее. Приложение является желательным, но не обязательным элементом реферата. Каждое Приложение должно начинаться с новой страницы и иметь содержательный заголовок. В правом верхнем углу над заголовком должно быть напечатано слово «Приложение». Если Приложений более одного, их следует нумеровать арабскими цифрами порядковой нумерации.

Темы рефератов для самостоятельной работы

1. Полипептидные нейромедиаторы (эндорфины, энкефалины, вещество Р, соматостатин, гастрин, холецистокинин).
2. Белки – основа жизни.
3. Первая стадия поиска и конструирования лекарственных препаратов - идентификация и синтез новых физиологически активных веществ - "соединений-лидеров".
4. Оптимизация лекарства: стратегии в драг-дизайне (вариации заместителей, расширение структуры, расширение цепей, расширения цикла, вариации цикла, аннелирование цикла, изостеры и биоизостеры, упрощение структуры, придание жесткости структуре, конформационные блокаторы, мультитаргетные лекарства).
5. Биогенез различных классов природных соединений в растительных и животных организмах.
6. Источники ферментов. Химическая модификация, иммобилизация и стабилизация ферментов, иммобилизованные клетки.

7. Терпены. Изопреноиды. Структура, классификация.
8. Алкалоиды и порфирины. Классификация алкалоидов. Структура и реакционная способность.
9. Общие понятия об алкалоидах. История открытия алкалоидов. Методы выделения алкалоидов из сырья. Количественное определение алкалоидов в растительном сырье. Методы исследования состава смеси алкалоидов.
10. Фенольные и полифенольные соединения. Кумарины. Флавоноиды.
11. Витамины, коферменты и витаминоподобные вещества. Классификация и структурные особенности витаминов различных групп. Влияние витаминов и витаминоподобных веществ на организм человека.
12. Витамины, коферменты и витаминоподобные вещества. Источники витаминов и основных групп витаминоподобных веществ. Биосинтез витаминов в живых организмах. Понятие о коферментах.
13. Гормоны. Классификация гормонов. Свойства гормонов. Типы биологического действия гормонов. Механизм действия пептидных гормонов и адреналина.
14. Три важнейших компонента входят в состав органических веществ, употребляемых в пищу: углеводы, жиры и белки. Рассмотрим некоторые особенности химического строения и превращений этих веществ.
15. Выдающиеся учёные в химии природных веществ.
16. Эйкозаноиды.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Г.А. Ивкова

**ХИМИЯ ПРИРОДНЫХ
ПОЛИМЕРОВ. МОДУЛЬ «БЕЛКИ»**

Учебное пособие

Подписано к печати 29.03.2024.

Формат 60x84^{1/16}. Бумага офсетная.

Гарнитура «Таймс». Печать цифровая.

Усл. печ. 2,56 л. Печ. 2,75 л. Тираж 100 экз. Заказ № 68.

420111, Казань, Держинского, 9/1. Тел.: 8–917–264–84–83.

Отпечатано в редакционно-издательском центре «Школа».

E-mail: ric-school@yandex.ru