Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**к лабораторным занятиям по дисциплине
«Биологически активные соединения
в эволюции млекопитающих»
для студентов биологического факультета
по направлению подготовки 06.03.01 «Биология»
(квалификация: академическая степень «бакалавр»)**

Часть 1

Челябинск
Издательство Челябинского государственного университета
2018

УДК 577
ББК Е902
М545

Одобрено учебно-методической комиссией биологического факультета Челябинского государственного университета

Составители

Ю. М. Зырянова, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии, иммунологии и общей биологии ФГБОУ ВО «ЧелГУ»;

Д. С. Сташкевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии, иммунологии и общей биологии ФГБОУ ВО «ЧелГУ»;

Н. М. Лисун, кандидат педагогических наук, доцент кафедры химии, экологии и методики обучения химии ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ».

Рецензент

Ю. Ю. Филиппова, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии, иммунологии и общей биологии ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

М545 **Методические рекомендации** к лабораторным занятиям по дисциплине «Биологически активные соединения в эволюции млекопитающих» для студентов биологического факультета по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» (квалификация: академическая степень «бакалавр») : в 2 ч. Ч. 1 / сост. Ю. М. Зырянова, Д. С. Сташкевич, Н. М. Лисун. Челябинск : Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2018. 39 с.

Методические рекомендации предназначены для самостоятельной и аудиторной работы студентов 2-го курса биологического факультета, направление подготовки 06.03.01 «Биология» (квалификация: академическая степень «бакалавр») по дисциплине «Биологически активные соединения в эволюции млекопитающих». Методические рекомендации включают в себя лабораторные работы, вопросы для самоподготовки к практическим занятиям, задания для самопроверки, вопросы для итогового контроля.

УДК 577.3(075.8)
ББК Е902.51я73-5

© Челябинский государственный университет, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 5

Техника безопасности и правила работы в лаборатории 6
Общие положения 6
Правила техники безопасности в лаборатории при работе с кислотами и щелочами 7
Правила техники безопасности в лаборатории при работе с химической посудой 8
Правила техники безопасности в лаборатории при работе с электрооборудованием и электроприборами 9
Правила техники безопасности в лаборатории при работе с реактивами 9
Меры первой помощи при несчастных случаях 10
Обязанности дежурных 10

План написания отчета по лабораторной работе 11

Тема № 1. Аминокислоты. Пептиды 12
Тема № 2. Качественные реакции на аминокислоты, пептиды, белки 14
Тема № 3. Уровни организации белковой молекулы 20
Тема № 4. Физико-химические свойства белков. Методы выделения, фракционирования и очистки белков 24
Вопросы для итогового контроля по теме «Аминокислоты, пептиды, белки» 29
Тема № 5. Углеводы. Углевод-белковые комплексы 31
Вопросы для итогового контроля по теме «Углеводы. Углевод-белковые комплексы» 37

Список рекомендуемой литературы 38

ВВЕДЕНИЕ

Учебная работа по дисциплине «Биологически активные соединения в эволюции млекопитающих» проводится в форме лекций, лабораторных занятий, а также самостоятельной работы студентов.

Освоение теоретического материала осуществляется в ходе лекций, изучения текстовых источников и электронных ресурсов по отдельным темам дисциплины.

Закрепление теоретических знаний осуществляется за счет проработки материала на основе вопросов для самоподготовки, выполнения лабораторных работ, заданий для самопроверки, контрольных работ, написания конспектов, рефератов, создания электронного сопровождения отдельных изучаемых вопросов.

В ходе проведения лабораторных занятий студенты приобретают практические навыки планирования биохимического эксперимента, работы с оборудованием, реактивами, осваивают методы качественного и количественного определения основных классов биологически активных веществ, экспериментально изучают их свойства.

Самостоятельная работа студентов состоит в теоретической подготовке к лабораторным занятиям, решении ситуационных задач, изложенных в данных учебно-методических рекомендациях, подготовке к контрольным работам и зачету. В ходе выполнения заданий для самопроверки студенты закрепляют и совершенствуют знания по отдельным разделам дисциплины, а также систематизируют их на основе внутри- и межпредметных связей, применяют полученные знания и навыки при анализе ситуации (подготовка к решению ситуационных задач), формируют навыки адаптации научных знаний и умений в области биохимии биологически активных веществ к целям и задачам профессиональной деятельности.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ

Общие положения

1. Работать в лаборатории необходимо в халате, защищая одежду и кожу от попадания и разъедания реактивами.

2. Каждый студент должен работать на закрепленном за ним рабочем месте. Переход на другое место без разрешения преподавателя не допускается.

3. Рабочее место следует поддерживать в чистоте, не загромождать его посудой и другими вещами.

4. Студентам запрещается работать в лаборатории в отсутствии преподавателя или лаборанта, а также в неустановленное время без разрешения преподавателя.

5. К выполнению лабораторной работы можно приступать только после получения инструктажа по технике безопасности и разрешения преподавателя.

6. Приступая к работе, необходимо: осознать методику работы, правила ее безопасного выполнения; проверить соответствие взятых веществ тем веществам, которые указаны в методике работы.

7. Опыт необходимо проводить в точном соответствии с его описанием в методических указаниях, особенно придерживаться очередности добавления реактивов.

8. Для выполнения опыта пользоваться только чистой, сухой лабораторной посудой; для отмеривания каждого реактива нужно иметь мерную посуду (пипетки, бюретки, мензурку, мерный цилиндр или мерный стакан); не следует выливать избыток налитого в пробирку реактива обратно в емкость, чтобы не испортить реактив.

9. Если в ходе опыта требуется нагревание реакционной смеси, надо следовать предусмотренным методическим указаниям способам нагрева: на водяной бане, на электроплитке или на газовой

горелке и др. Сильно летучие горючие вещества опасно нагревать на открытом огне.

10. Пролитые на пол и стол химические вещества обезвреживают и убирают под руководством лаборанта (преподавателя) в соответствии с правилами.

11. При работе в лаборатории следует соблюдать следующие требования: выполнять работу нужно аккуратно, добросовестно, внимательно, экономно, быть наблюдательным, рационально и правильно использовать время, отведенное для работы.

12. По окончании работы следует привести в порядок свое рабочее место: помыть посуду, протереть поверхность рабочего лабораторного стола, закрыть водопроводные краны, выключить электрические приборы.

Правила техники безопасности в лаборатории при работе с кислотами и щелочами

1. Кислоты и щелочи в большинстве относятся к веществам повышенного класса опасности и способны вызвать химические ожоги и отравления. Поэтому необходимо внимательно следить за тем, чтобы реактивы не попадали на лицо, руки и одежду.

2. Не ходить по лаборатории с концентрированными кислотами и щелочами, а наливать их только в отведенном для этого месте.

3. Разливать концентрированную азотную, серную и соляную кислоты следует только при включенной вентиляции в вытяжном шкафу.

4. Запрещается набирать кислоты и щелочи в пипетку ртом. Для этого следует применять резиновую грушу и прочее оборудование для отбора проб.

5. Для приготовления растворов серной, азотной и других кислот необходимо их приливать к воде тонкой струей при непрерывном перемешивании, а не наоборот. Приливать воду в кислоту запрещается!

6. Растворять твердые щелочи следует путем медленного добавления их небольшими кусочками к воде при непрерывном перемешивании. Кусочки щелочи нужно брать только щипцами.

7. При смешивании веществ, которое сопровождается выделением тепла, необходимо пользоваться термостойкой толстостенной стеклянной или фарфоровой посудой.

8. Разлитые кислоты или щелочи необходимо немедленно засыпать песком, нейтрализовать, и только после этого проводить уборку.

9. При попадании на кожу или одежду кислоты, надо смыть ее большим количеством воды, а затем обработать 3—5%-м раствором питьевой соды или разбавленным раствором аммиака.

10. При попадании на кожу или одежду щелочи, после смывания ее большим количеством воды, нужно провести обработку 2—3%-м раствором борной, лимонной или уксусной кислот.

11. Вещества, фильтры, бумагу, использованные при работе, следует выбрасывать в специальное ведро, концентрированные растворы кислот и щелочей также сливать в специальную посуду.

Правила техники безопасности в лаборатории при работе с химической посудой

1. Основным травмирующим фактором, который связан с использованием стеклянной посуды, аппаратов и приборов, являются острые осколки стекла, способные вызвать порезы тела работающего, а также ожоги рук при неосторожном обращении с нагретыми до высокой температуры частями стеклянной посуды.

2. Размешивать реакционную смесь в сосуде стеклянной палочкой или шпателем надо осторожно, не допуская разлома сосуда. Держать сосуд при этом необходимо за его горловину.

3. Перенося сосуды с горячей жидкостью, надо держать их двумя руками: одной — за дно, другой — за горловину, используя при этом полотенце (чтобы избежать ожогов кистей и пальцев рук).

4. При закрывании толстостенной посуды пробкой следует держать ее за верхнюю часть горловины. Нагретый сосуд нельзя закрывать притертой пробкой пока он не охладится.

5. В опытах с нагревом необходимо пользоваться посудой, которая имеет соответствующую маркировку.

6. В случае пореза стеклом нужно сначала внимательно осмотреть рану и извлечь из нее осколки стекла, если они есть, а затем обмыть раненное место 2%-м раствором перманганата калия, смазать йодом и завязать бинтом или заклеить лейкопластырем.

Правила техники безопасности в лаборатории при работе с электрооборудованием и электроприборами

1. Биохимические лаборатории согласно степени опасности поражения электрическим током относятся к помещениям с повышенной или особой опасностью, которая обусловлена возможностью воздействия на электрооборудование химически активных сред.

2. Все работы, связанные с применением электроприборов должны проходить под наблюдением преподавателя (лаборанта).

3. При работе с водяной баней нельзя пробовать степень нагрева воды рукой.

4. При неисправности в работе электроприбора (например, подсветка в микроскопе) необходимо обратиться к преподавателю. Чинить самостоятельно приборы запрещается.

5. При поражении электрическим током, если пострадавший остается в соприкосновении с токоведущими частями, необходимо немедленно выключить ток с помощью пускателя или вывернуть охранную пробку или перерубить токопроводящий провод изолированным инструментом. К пострадавшему, пока он находится под током, нельзя прикасаться незащищенными руками (без резиновых перчаток). Если пострадавший потерял сознание, после выключения тока нужно немедленно, не дожидаясь врача, делать искусственное дыхание.

Правила техники безопасности в лаборатории при работе с реактивами

1. Если к работе не дано указаний относительно дозировки реактивов, то брать их для проведения опытов необходимо в возможно меньшем количестве (экономия материалов и времени, которое затрачивается на опыт).

2. Избыток реактива нельзя высыпать и выливать обратно в сосуд, из которого он был взят.

3. После расходования реактива банку или стакан необходимо сразу закрыть пробкой и поставить на место.

4. Сухие реактивы брать с помощью лопаток, пластмассовых или металлических шпателей. Шпатель должен быть всегда сухим и чистым. После расходования следует его тщательно обтереть.

5. Когда реактив отбирается пипеткой, ни в коем случае нельзя той же пипеткой, не вымыв ее, брать реактив с другой емкости.

6. При наливании реактивов нельзя наклоняться над сосудом, предотвращая попадания брызг на лицо или одежду.

7. Банку или стакан с реактивом, которые нужно открыть, нельзя держать в руках, ее надо поставить на лабораторный стол и только после этого открывать.

8. Опыты с ядовитыми веществами и веществами, имеющими сильно выраженный запах, можно проводить только в вытяжном шкафу.

Меры первой помощи при несчастных случаях

1. О любом происшествии следует немедленно сообщить преподавателю.

2. При термических ожогах обожженное место необходимо охладить холодной водой, затем наложить стерильную повязку.

3. При ожогах кислотами или щелочами пораженный участок кожи быстро промыть большим количеством воды, а затем нейтрализовать: кислоту — 1%-м раствором бикарбоната натрия, щелочь — 1 %-м раствором уксусной кислоты.

4. При химических ожогах глаз кислотой или щелочью необходимо промыть глаза сначала водой, а затем 1%-м раствором бикарбоната натрия (поражение кислотой), или 2%-м раствором борной кислоты (поражение щелочью).

5. При ранениях стеклом нужно удалить пинцетом его осколки из ранки, смазать края раны спиртовым раствором йода и, положив на рану стерильную повязку, забинтовать. Обратиться в медпункт за специализированной помощью.

Обязанности дежурных

1. Получить у лаборанта учебные пособия, реактивы, приборы и другое оборудование, необходимые для занятия.

2. Следить за чистотой и порядком в лаборатории, наличием дистиллированной воды и реактивов.

3. По окончании работы принять от студентов учебные пособия, приборы, проверить чистоту рабочих мест и посуды, выключить электроприборы, закрыть водопроводные краны, сдать лабораторию лаборанту.

ПЛАН НАПИСАНИЯ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Название лабораторной работы.
2. Номер и название опыта.
3. Принцип метода, используемого в данном опыте.
4. Ход работы (кратко).
5. Наблюдения.
6. Уравнение реакции (если таковая протекает).
7. Объяснение наблюдаемых явлений, описание механизмов изучаемых процессов.
8. Для количественных методов исследования: расчеты необходимых параметров. При необходимости сравнение полученных результатов с литературными данными.
9. Вывод по каждому опыту.
10. Общий вывод по лабораторной работе.

ТЕМА № 1.
АМИНОКИСЛОТЫ. ПЕПТИДЫ

Вопросы для самоподготовки

1. Структура и номенклатура аминокислот.
2. Классификации протеиногенных аминокислот: по химическому строению, по биологическому значению, по полярности радикала.
3. Физико-химические свойства аминокислот. Ионизация аминокислот в водном растворе.
4. Пептидная связь (механизм образования, свойства).
5. Структура пептидов, определение их заряда.
6. Номенклатура пептидов.

Задания для самопроверки

1. Заполнить таблицу «Протеиногенные аминокислоты»:

Тривиальное название аминокислоты	Обозначение аминокислоты		Формула аминокислоты (неионизир.)	Формула аминокислоты (ионизир.)	Классификация аминокислоты		
	Русское	Английское			По химическому строению	По биологическому значению	По полярности радикала

2. Написать структуру пептидов в ионизированном виде, назвать их, определить их суммарный заряд:

А) Тир — Цис — Гли — Сер; Три — Мет — Тре — Про;
Б) Сер — Асп — Про-ОН — Вал; Ала — Цис — Арг — Гис;
В) Иле — Асн — Про — Гли; Лиз — Гис — Мет — Лей;
Г) Цис — Три — Вал — Глу; Мет — Иле — Про — Гис;
Д) Фен — Цис — Вал — Глн; Лиз — Асп — Ала — Лей;
Е) Арг — Тре — Мет — Тир; Про — Вал — Три — Гис;
Ж) Лей — Цис — Асн — Гли; Гис — Вал — Фен — Про;
З) Иле — Сер — Тир — Про-ОН; Цис — Три — Вал — Глу.

3. Составить конспект «Биологические функции воды и неорганических ионов».

4. Составить конспект «Биогенные амины». В конспекте дать характеристику биогенным аминам (гистамину, триптамину, серотонину, мелатонину, дофамину, норадреналину, адреналину, трийодтиронину, тироксину) по следующему плану:
– название;
– реакции биосинтеза (указать аминокислоту-предшественник);
– место синтеза (клетки, ткани, органы);
– биологические функции.

ТЕМА № 2.
КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА АМИНОКИСЛОТЫ, ПЕПТИДЫ, БЕЛКИ

Лабораторная работа № 1.
Цветные реакции на аминокислоты и белки

Цель работы: изучить кислотно-основные свойства аминокислот, качественные реакции на белки и аминокислоты; показать, что существуют универсальные цветные реакции, на все белки, независимо от их аминокислотного состава, и специфические цветные реакции на определенные аминокислоты.

Опыт 1. Реакции аминокислот в водных растворах

С помощью универсального индикатора определить pH в растворах аминокислот: аланина, глутаминовой кислоты, лизина. Сделать заключение о характере среды, кислотно-основных свойствах данных аминокислот. Написать уравнения ионизации аминокислот в водных растворах.

Опыт 2. Биуретовая реакция (для обнаружения пептидной связи)

Реакция основана на образовании хелатного (внутрикомплексного) соединения ионов меди (II) с двумя пептидными связями, находящимися в лактимной форме и выступающих в роли полидентантных лигандов. Интенсивность и оттенок окраски зависит от количества пептидных связей. В случае пептона (смесь несложных пептидов) развивается розово-фиолетовое окрашивание. Данная реакция является **универсальной** для обнаружения соединений белковой природы.

Ход работы. К 1 мл раствора белка добавить 1 мл 10%-uj раствора гидроксида натрия и 2 капли 1%-uj раствора сульфата меди (II). Отметить появление **сине-фиолетовой окраски**.

Опыт 3. Нингидриновая реакция (для обнаружения α-аминокислот)

Нингидрин при нагревании с альфа-аминокислотами и пептидами обеспечивает образование соединения, имеющего фиолетовую окраску. Объясняется это тем, что альфа-аминокислоты в этих условиях подвергаются окислительному дезаминированию и декарбоксилированию, образуя углекислый газ, аммиак и соответствующий альдегид. Восстановленный нингидрин конденсируется с аммиаком и окисленным нингидрином, образуя окрашенное соединение. Данная реакция является **универсальной на альфа-аминокислоты**. Поскольку природные белки состоят из альфа-аминокислот, нингидриновая реакция характерна и для них, но менее выражена по сравнению со свободными аминокислотами.

Ход работы. К 0,5 мл раствора белка добавить 5 капель 0,2%-го водного раствора нингидрина и кипятить на водяной бане в течение 2—3 минут. Отметить появление **розово-фиолетовой** или **сине-фиолетовой окраски**. Для сравнения провести аналогичную реакцию с раствором свободной альфа-аминокислоты. Отметить разницу в интенсивности окраски.

Опыт 3. Ксантопротеиновая реакция (для обнаружения ароматических аминокислот — Фен и Тир, а также Три, содержащего бензольное кольцо)

Реакция основана на том, что бензольные ядра названных аминокислот под влиянием азотной кислоты нитруются с образованием нитросоединений, имеющих желтое окрашивание. При добавлении NaOH или раствора аммиака цвет меняется на оранжевый.

Ход работы. В пробирку налить 1 мл раствора белка и добавить 1 мл концентрированной азотной кислоты. Отметить появление белого осадка (денатурация белка). Пробирку нагреть и отметить появление **желтой** окраски. После охлаждения осторожно добавить избыток раствора щелочи или аммиака. Отметить изменение цвета содержимого пробирки из желтого в **оранжевый**.

Опыт 4. Реакция Фоля на «слабосвязанную» серу (для обнаружения Цис и цистина)

Реакция основана на том, что крепкая щелочь при нагревании разрушает белок, выделяя серу в виде сероводорода, который в присутствии ионов свинца обеспечивает образование осадка сульфида свинца, имеющего черную окраску.

Данная реакция отрицательна на Мет, поскольку сера в составе его молекулы прочно связана метильной группой.

Ход работы. В пробирку налить 0,5 мл раствора белка и добавить 0,5 мл 30%-го раствора гидроксида натрия и 2 капли 5%-го раствора ацетата свинца. Содержимое пробирки прокипятить и отметить появление **чёрного осадка (побурение раствора).** Реакция протекает согласно следующим уравнениям:

$$H_2S + NaOH \rightarrow Na_2S + H_2O;$$

$$Na_2S + (CH3COO)_2Pb \rightarrow PbS + 2\ CH_3COONa$$

осадок
чёрного
цвета

Опыт 5. Реакция Паули (для обнаружения Гис)

Реакция основана на том, что гистидин за счет радикала взаимодействует с диазобензолсульфоновой кислотой, образующейся в процессе реакции сульфаниловой кислоты с нитритом натрия в присутствии соляной кислоты. Результатом является окрашенный продукт.

Ход работы: в пробирку налить 1 мл 1%-го раствора сульфаниловой кислоты в 5%-м растворе соляной кислоты и добавить 2 мл 0,5%-го раствора нитрита натрия. Энергично встряхнуть и немедленно добавить сначала 2 мл разбавленного раствора белка, а затем, после перемешивания, 6 мл 10%-го раствора карбоната натрия. Отметить появление **вишнёво-красного окрашивания.**

Опыт 6. Реакция Адамкевича (для обнаружения Три)

Реакция основана на том, что в присутствии концентрированной серной кислоты триптофан вступает во взаимодействие с глиоксиловой кислотой с образованием окрашенного продукта конденсации (глиоксиловая кислота всегда присутствует в небольших количествах в ледяной уксусной кислоте).

Ход работы: в пробирку налить 0,5 мл раствора белка, добавить 2—3 мл ледяной уксусной кислоты. Отметить образование осадка. Содержимое пробирки нагреть до растворения осадка. Пробирку охладить и очень осторожно наслоить 1 мл концентрированной серной кислоты. Через некоторое время на границе двух жидкостей появляется **фиолетовое кольцо**.

Опыт 7. Реакция Сакагучи (для обнаружения Арг)

Реакция основана на том, что в присутствии окислителя α-нафтол взаимодействует с гуанидиновой группировкой радикала аргинина, обеспечивая образование окрашенного продукта.

Ход работы: в пробирку налить 2 мл разбавленного раствора белка, добавить 1 мл 10%-го раствора гидроксида натрия и вслед за этим несколько капель 0,2%-го спиртового раствора α-нафтола. После перемешивания прилить 0,5 мл раствора гипобромита натрия и вновь перемешать. Отметить появление **оранжево-красного окрашивания**.

Вопросы для самоподготовки

1. Физико-химические (кислотно-основные) свойства аминокислот.
2. Ионизация аминокислот в водном растворе. Изоэлектрические точки аминокислот.
3. Методы разделения и идентификации аминокислот.
4. Пептидная связь (механизм образования, свойства). Универсальная реакция обнаружения пептидной связи.
5. Структура пептидов.

Задания для самопроверки

1. Ниже приведены значения изоэлектрической точки аминокислот. Укажите направление движения этих аминокислот в электрическом поле (к катоду или к аноду) при pH среды равном 1,6; 2,8; 5,0; 6,3; 11,0:

Аминокислота	pI
Глицин	6,05
Изолейцин	6,02
Пролин	6,3
Фенилаланин	5,5
Глутаминовая кислота	3,2
Аспарагиновая кислота	2,8
Цистеин	5

2. Используя данные задания №1 укажите направление движения в электрическом поле при pH равном 2,0; 5,5; 11,0 следующих олигопептидов: а) Гли — Глу — Фен — Цис; б) Глу — Глу — Иле — Цис.

3. Гистоны представляют собой небольшие основные белки, связывающиеся с ДНК в хроматине. Они содержат относительно много положительно заряженных аминокислот, радикалы которых взаимодействуют с отрицательно заряженными остатками фосфорной кислоты в ДНК. Предположите, какие диаминомонокарбоновые кислоты входят в состав молекул гистонов. Напишите их формулы.

4. Написать структуру двух пептидов:
Глу — Ала — Цис — Мет
Гис — Арг — Три — Ала
Какой из этих пептидов более гидрофильный (гидрофобный)? Какими качественными реакциями можно идентифицировать данные пептиды? Как экспериментально различить их?

5. Основным критерием оценки белков в питании является наличие в них незаменимых аминокислот. Дайте биологическую оценку следующим гексапептидам:
а) Глн — Цис — Про — Три — Ала — Иле;
б) Вал — Про — Лиз — Три — Гис — Фен

6. Составить конспект «Биологически активные пептиды». В конспекте дать характеристику биологически активным пептидам (тиролиберину, соматостатину, карнозину, глутатиону, фаллоидину, окситоцину, вазопрессину) по следующему плану:

– название;
– аминокислотный состав (для коротких пептидов структурная формула);
– место синтеза (клетки, ткани, органы);
– биологические функции.

7. Будут ли давать положительную реакцию Фоля пептиды окситоцин и вазопрессин?

ТЕМА № 3.
УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВОЙ МОЛЕКУЛЫ

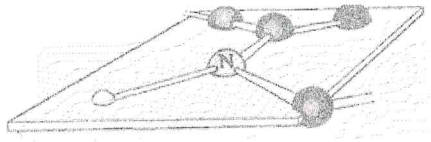
Вопросы для самоподготовки

1. Определение белков. Биологические функции белков.
2. Первичная структура пептидов и белков (формирование, биологическое значение). Пептидная связь (механизм образования, специфичность строения в составе белковой молекулы, биологическое значение).
3. Вторичная структура белка: α-спираль и β-структура (их сходство и отличие). Связи, стабилизирующие вторичную структуру белков.
4. Третичная структура белка (формирование, биологическое значение). Связи, стабилизирующие третичную структуру белковой молекулы (сильные и слабые). Водородные, ионные и ван-дер-ваальсовы взаимодействия в белковой молекуле (механизм образования, их сходство и отличие, биологическое значение). Дисульфидная, эфирная и изопептидная связи в белковой молекуле (механизм образования, биологическое значение). Классификация белков по третичной структуре (форме молекулы).
5. Четвертичная структура белка (сходство и отличие от третичной).
6. Классификация белков по строению (простые и сложные). Классификация сложных белков по характеру простетической группы.

Задания для самопроверки

1. При рентгеноструктурном исследовании кристаллических пептидов ученые Лайнус Полинг и Роберт Кори обнаружили, что

C-N-связь пептидной группы по длине (0,132 нм) занимает промежуточное положение между типичными одинарными C-N-связями (0,149 нм) и двойными C=N-связями (0,127 нм). Кроме того, они установили, что пептидная группа имеет плоскую конфигурацию, т. е. все четыре атома, присоединенные к C-N-группе, лежат в одной плоскости, причем два α-атома углерода, связанные с C-N-группой, всегда находятся в трансположении, т. е. по разные стороны от пептидной связи.



а) Какой вывод можно сделать исходя из длины C-N-связи в пептидной группе относительно прочности этой связи и ее кратности (т. е. является ли она одинарной, двойной или тройной)?

б) Продолжив ответ на предыдущий вопрос, объясните, почему такая C-N-связь занимает по своей длине промежуточное положение между двойными и одинарными связями.

в) Что можно сказать на основе данных Полинга и Кори о возможности вращения вокруг пептидной C-N-связи?

2. Показать все возможные взаимодействия между фрагментами белка в его пространственной структуре:

а) — Глу — Ала — Сер — Мет — Тир — Цис — Три — — Лиз — Про — Тре — Цис — Асп — Гис — Гли —;

б) — Мет — Цис — Ала — Арг — Лей — Глн — Фен — — Гли — Ала — Гис — Фен — Асп —Se-цис —Лиз —;

в) — Глу —Арг — Иле — Сер — Гли — Ала — Вал — — Опр — Асн — Гис — Ала — Глу — Лей — Сер —;

г) — Тир — Вал — Асп — Тре — Цис — Глн — Про — — Иле — Глу — Три — Цис — Опр — Сер — Ала —;

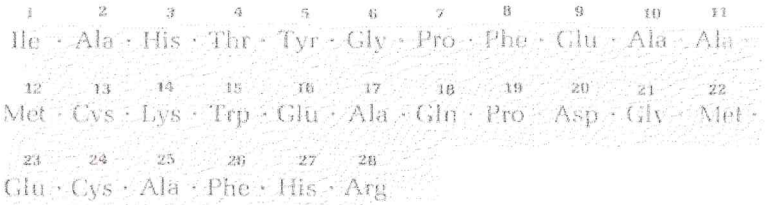
д) — Асн — Мет — Иле — Фен — Асп — Три — Ала — — Вал — Тре — Цис — Арг — Тир — Гли — Лиз —;

е) —Ала — Глу — Сер — Три — Лей — Гис — Асн — — Вал — Тре — Асп — Фен — Глу — Лиз — Мет —;

Ж) — Фен— Асп — Мет — Тир — Опр — Тре —Гис — — Арг — Сер — Вал — Иле — Глн — Se-цис — Гли —;

З) — Глу — Ала — Гис — Иле — Три — Сер — Мет — — Асп — Глн — Вал — Цис — Фен — Арг — Гли —.

3. Укажите, где в изображенном ниже полипептиде возможно образование изгибов или поворотов цепи. Где могут образоваться внутрицепочечные дисульфидные поперечные связи?



4. По данным рентгеноструктурного анализа миоглобина и других одноцепочечных глобулярных белков небольших размеров был сделан ряд обобщений, касающихся укладки полипептидных цепей растворимых белков. Исходя из этих обобщений, укажите наиболее вероятное расположение (внутри или на поверхности молекулы нативного глобулярного белка) аминокислотных остатков аспарагиновой кислоты, лейцина, серина, валина. глутамина и лизина. Поясните свой ответ.

5. При химическом способе завивки волос вначале восстанавливают, а затем окисляют тиоловые группы белков, входящих в состав волос. Какие аминокислоты, входящие в состав белков, содержат данные группы. Исходя из особенностей пространственного строения белков волос, объясните, какие могут происходить изменения в структуре белка при этом?

6. При отравлении хлоридом ртути (II) (сулема) в качестве противоядия при первой помощи используют яичный белок. Какое химическое взаимодействие лежит в основе обезвреживания сулемы?

7. При уменьшении концентрации общего белка в крови у человека повышается восприимчивость к инфекциям, появляются отеки в тканях, нарушается кислотно-основное состояние организма и обмен веществ. Объясните причину этих явлений.

8. Дать характеристику ниже перечисленным белкам по плану:
– простой или сложный;
– характер простетической группы;
– фибриллярный или глобулярный;
– выполняемая функция и локализация.

коллаген	трипсин
эластин	казеин молока
фиброин	миозин
инсулин	гемоглобин
глюкагон	миоглобин

Образец: белок — яичный альбумин: простой; глобулярный; выполняет трофическую функцию; содержится в белке яйца.

ТЕМА № 4. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕЛКОВ. МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ, ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ И ОЧИСТКИ БЕЛКОВ

Лабораторная работа № 2. Физико-химические свойства белков

Цель работы: экспериментально изучить физико-химические свойства белков.

Опыт 1. Определение изоэлектрической точки желатина по минимуму набухания

В изоэлектрической точке (ИЭТ) белки электронейтральны и имеют наименьшую растворимость.

Ход работы. В три пробирки внести по 0,2 г порошка желатина и добавить по 1 мл буферных растворов с pH = 1,0; 4,7; 9,0. Осторожно встряхнуть и оставить при комнатной температуре на 1 ч. Затем определить высоту образовавшегося в пробирках геля. Результаты зарисовать и сделать вывод относительно значения ИЭТ желатина по минимуму набухания.

Опыт 2. Осаждение белков при нагревании

При нагревании происходит денатурация большинства белков. Однако под влиянием некоторых факторов данное явление не наблюдается.

Ход работы. В пять пробирок налить по 2 мл раствора белка. Далее проводить работу следующим образом:

1) **нагреть** содержимое **первой пробирки**. Отметить **появление осадка** ещё до того, как жидкость закипит;

2) добавить во **вторую пробирку** одну каплю **1%-го** раствора **уксусной кислоты** и нагреть. Отметить **более полное и быстрое выпадение** хлопьевидного **осадка** белка вследствие того, что в результате подкисления pH раствора приблизился к **изоэлектрической точке** белка;

3) в **третью пробирку** добавить 0,5 мл **10%-го** раствора **уксусной кислоты** и нагреть. **Осадок** белка **не образуется** даже при кипячении. Объясняется это тем, что в **кислой среде** подавляется диссоциация белка по карбоксильным группам, молекула белка приобретает **выраженный положительный заряд** и становится **более устойчивой**;

4) в **четвёртую пробирку** добавить 0,5 мл **10%-го** раствора **уксусной кислоты**, несколько капель **насыщенного** раствора **хлорида натрия** и нагреть. Отметить **образование осадка** белка. Объясняется это тем, что в присутствии концентрированных растворов нейтральных солей происходит **разрушение гидратной оболочки**, и молекула белка становится **менее стабильной**;

5) **в пятую пробирку** добавить 0,5 мл раствора **щёлочи** и нагреть. **Осадок** белка **не образуется** даже при кипячении. Это связано с тем, что в щелочной среде подавляется диссоциация белка по аминным группам, молекула белка приобретает **выраженный отрицательный заряд** и становится **более устойчивой**.

Опыт 3. Осаждение белков солями тяжелых металлов

Соли тяжёлых металлов (Cu, Hg, Cd, Bi, Pb и др.) даже в незначительных концентрациях вызывают денатурацию белка.

1. **Осаждение белков ионами свинца:** налить в пробирку 1 мл раствора белка и по каплям добавлять 5%-й раствор уксуснокислого свинца (или другой соли свинца) до появления **осадка белого цвета**.

2. **Осаждение белков ионами меди:** к 1 мл раствора белка осторожно по каплям добавлять 10%-й раствор сульфата меди до появления **осадка бледно-голубого цвета**.

Опыт 4. Осаждение белков органическими растворителями

При длительном воздействии некоторых органических растворителей на глобулярные белки происходит их десольватация (дегидратация) и денатурация.

1. **Осаждение белков спиртом:** в пробирку налить 0,5 мл раствора белка и осторожно по стенке прилить 1—2 мл этанола. Отметить появление **белого кольца** на границе наслаивания.

2. **Осаждение белков ацетоном:** в пробирку налить 0,5 мл раствора белка и добавить 5—6 мл ацетона. Встряхнуть. Отметить выпадение **белого творожистого осадка.**

Опыт 5. Осаждение белков органическими кислотами

Ряд органических кислот вызывает денатурацию белков. Наиболее широко в различных биохимических исследованиях для осаждения белков применяются трихлоруксусная и сульфосалициловая кислоты.

1. **Осаждение белков трихлоруксусной кислотой (ТХУ):** в пробирку налить 1 мл раствора белка и добавить равный объем 5%-го раствора ТХУ. Отметить выпадение **белого осадка.**

2. **Осаждение белков сульфосалициловой кислотой:** в пробирку налить 0,5 мл раствора белка добавить 5—6 капель 20%-го раствора сульфосалициловой кислоты. Отметить выпадение **осадка белого цвета**.

Опыт 6. Осаждение белков концентрированными минеральными кислотами

Многие концентрированные минеральные кислоты вызывают денатурацию белков. В частности, осаждение белков концентрированной азотной кислотой лежит в основе пробы Геллера, широко используемой в клинической практике для обнаружения белка в моче.

1. **Осаждение белка концентрированной азотной кислотой:** в пробирку налить 0,5 мл концентрированной азотной кислоты и осторожно по стенке наслоить равный объем раствора белка. На границе наслаивания отметить образование **белого кольца**. **После встряхивания** отметить **увеличение количества осадка**.

2. **Осаждение белка концентрированной серной кислотой:** в пробирку налить 0,5 мл концентрированной серной кислоты и

осторожно по стенке наслоить равный объем раствора белка. Отметить образование **белого кольца** на границе наслаивания. **После встряхивания** отметить **растворение осадка.** Объяснить наблюдаемые явления.

Вопросы для самоподготовки

1. Растворение белков в воде и слабых солевых растворах. Амфотерные свойства белков. Факторы стабилизации белковой молекулы в растворе.

2. Электрические свойства белков. Электрофоретическое разделение белков.

3. Обратимое и необратимое осаждение белков. Денатурация белка. Характеристика денатурирующих белок агентов.

4. Биологическое значение растворимости и осаждаемости белков.

5. Методы выделения, фракционирования и очистки белков.

Задания для самопроверки

1. Для разделения полипептидов часто используется различие в их растворимости. Перепишите в тетрадь таблицу. Укажите около каждой аминокислоты, входящей в состав приведенных ниже трипептидов, свойство ее радикала (гидрофильный — г или липофильный — л, а также заряд: 0, +, –). Сравните растворимость полипептидов 1 и 2 в каждой строчке (>, <, =).

pH	Трипептиды		Растворимость (>, <, =)
	1	2	
7	Ала — Сер — Глу	Асп — Сер — Гис	
9	Глу — Цис — Три	Вал — Гли — Арг	
4	Арг — Тре — Ала	Асп — Цис — Сер	

2. Как объяснить, что белок молока казеин при кипячении сворачивается (выпадает в осадок), если молоко кислое?

3. Олигопептид, выделенный из мозга животного, имеет последовательность глу-гис-три-сер-тир-гли-лей-арг-про-гли. Определите суммарный заряд молекулы при pH 3,0; 5,5; 11,0. В какой области pH лежит изоэлектрическая точка пептида?

4. Составить конспект «Методы выделения, фракционирования и очистки белков» по следующему плану:
– название метода;
– принцип метода;
– краткое описание метода;
– область применения;
– преимущества и недостатки метода.

5. При высаливании белки не теряют своих нативных свойств, а при денатурации теряют. Почему это происходит?

6. Дан пептид Арг — Лиз — Асп — Сер.

а) Около каждой аминокислоты укажите заряд её радикала (0, +, –) при pH 7,0; определите область pH (> 7,0;<7,0; =7,0), в которой лежит ИЭТ данного пептида.

б) Что происходит с пептидом в электрическом поле при pH 7,0: движение к аноду, к катоду или остается на старте?

в) Как изменится заряд пептида, если аминокислоту лиз заменить на лей? Изменится ли и, если да, то каким образом его движение в электрическом поле?

7. Смесь пептидов (P_1, P_2, P_3, P_4, P_5) разделили методом гель-электрофореза при pH 8,5. Зная ИЭТ пептидов (P_1=8,7; P_2=5,5; P_3=10,2; P_4=8,2; P_5=7,2), покажите схематично электрофореграмму.

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

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

10. Дана смесь белков. Предложите методы, которые можно использовать для разделения белков. Укажите последовательность получения фракций.

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

11. После высаливания искомого белка сульфатом аммония получен осадок, содержащий изучаемый белок вместе с солью. Как можно отделить белок от соли? Для ответа объясните:
– с помощью каких методов можно удалить низкомолекулярные примеси из осадка;
– какие принципы лежат в основе каждого метода;
– какой из методов используется, если нужно сохранить исходный объем белкового раствора.

Вопросы для итогового контроля по теме «Аминокислоты, пептиды, белки»

1. Протеиногенные аминокислоты. Классификация аминокислот.
2. Физико-химические свойства аминокислот.
3. Биологическое значение аминокислот.
4. Биогенные амины как производные аминокислот. Представители, их характеристика.
5. Природные пептиды: фаллоидин, окситоцин, вазопрессин, глутатион, карнозин, тиролиберин, глутатион.
6. Биологические функции белков.
7. Классификация белков (по строению, функциям, форме, физико-химическим и кислотно-основным свойствам).

8. Уровни структурной организации белковой молекулы. Связи, стабилизирующие первичную, вторичную, третичную, четвертичную структуру.

9. Характеристика простых белков: протаминов, гистонов, альбуминов, глобулинов и протеиноидов.

10. Механизм возникновения электрического заряда у белковой молекулы, его значение. Факторы, влияющие на величину и знак заряда. Изоэлектрическая точка и изоэлектрическое состояние белков.

11. Обратимое и необратимое осаждение белков. Факторы, вызывающие его.

12. Денатурация белков, механизм процесса, биологическая роль.

13. Методы выделения белков из биологического материала.

14. Методы фракционирования белков.

15. Хроматография. Виды, область применения.

16. Электрофорез. Виды, область применения.

17. Диализ как метод очистки белков от низкомолекулярных примесей.

18. Цветные реакции на белки и аминокислоты: биуретовая, нингидриновая, ксантопротеиновая, Фоля, Сакагучи, Адамкевича, Паули.

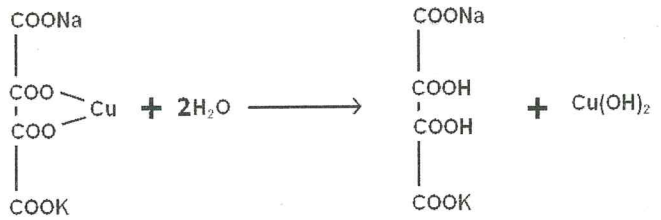
ТЕМА № 5.
УГЛЕВОДЫ.
УГЛЕВОД-БЕЛКОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ

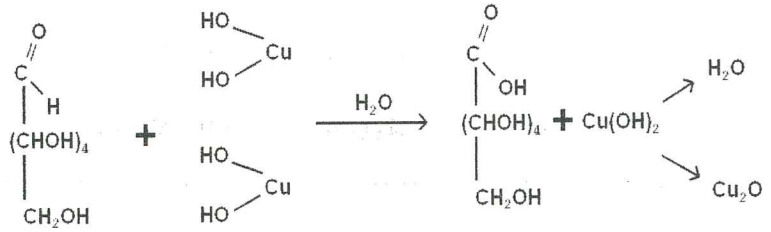
Лабораторная работа № 3.
Углеводы

Цель работы: экспериментально изучить отдельные свойства важнейших представителей моно-, ди- и полисахаридов.

Опыт 1. Обнаружение моно- и дисахаридов реакцией Фелинга, доказательство их редуцирующей способности (на примере глюкозы, фруктозы, рибозы, лактозы, сахарозы, мальтозы)

Реактив Фелинга (Фелингова жидкость) представляет собой смесь равных объемов водного раствора сульфата меди (Фелинг 1) и щелочного раствора сегнетовой соли (Фелинг 2). Имеет ярко синюю окраску. Готовится непосредственно перед использованием. В присутствии глюкозы (или другого редуцирующего соединения) происходит гидролиз реактива Фелинга с выделением гидроксида меди (II), который, окисляя углевод, восстанавливается до оксида меди (I), имеющего кирпично-красный цвет. В упрощенном виде процесс может быть представлен следующим образом:





Ход работы: к 1—2 мл исследуемого раствора добавить равный объем Фелинговой жидкости и смесь нагреть до начинающегося кипения. При наличии редуцирующего соединения отметить образование **кирпично-красного осадка** оксида меди (I).

Опыт 2. Доказательство наличия циклической формы глюкозы в растворе

Работа основана на способности **свободной альдегидной группы** при взаимодействии с **фуксиносернистой кислотой** образовывать продукт реакции, имеющий розовую окраску. Поскольку **в растворе глюкоза** находится в **циклической форме,** для которой **не характерно наличие свободной альдегидной группы, розовое окрашивание не развивается**.

Ход работы. В пробирку внести 6 капель раствора глюкозы и 3 капли раствора фуксиносернистой кислоты. Содержимое пробирки тщательно перемешать. Отметить **отсутствие розовой окраски.**

Для сравнения провести аналогичную реакцию с раствором формальдегида (формалином).

Опыт 3. Обнаружение фруктозы реакцией Селиванова

Реакция основана на том, что **в присутствии крепкой соляной кислоты** происходит **дегидратация фруктозы**, в результате чего образуется **оксиметилфурфурол**, который при взаимодействии **с резорцином** образует **окрашенный продукт** конденсации.

Ход работы. В первую пробирку налить 0,5 мл 0,5%-го раствора фруктозы, а во вторую пробирку 0,5 мл 0,5%-го раствора глюкозы. В обе пробирки добавить по 0,5 мл свежеприготовленного реактива Селиванова (0,5%-й раствор резорцина в 20%-м растворе соляной кислоты). Осторожно нагреть на пламени спиртовки. В пробирке с

раствором фруктозы отметить появление **красного окрашивания**, которое отсутствует в пробирке с раствором глюкозы.

Опыт 4. Обнаружение рибозы

Работа основана на том, что под влиянием **концентрированной соляной кислоты** от рибозы отщепляется три молекулы воды и образуется **метилфурфурол**, который, взаимодействуя **с орцином**, обеспечивает образование **окрашенного продукта конденсации**.

Ход работы. В пробирку налить 0,5 мл 1%-го раствора рибозы и добавить 0,5 мл орцинового реактива (1 г орцина в 500 мл 30%-го раствора HCl и 5 мл 10%-го раствора хлорида железа). Кипятить на водяной бане в течение 10 минут. Отметить появление **зеленого окрашивания.**

Опыт 5. Обнаружение крахмала реактивом Люголя

Реактив Люголя — раствор I_2 в KI. С I_2 **крахмал** образует продукт, имеющий **синюю окраску**.

Ход работы. К 3—4 каплям раствора крахмала добавить 1 каплю реактива Люголя**.** Отметить появление **синего окрашивания.**

Вопросы для самоподготовки

1. Общая характеристика углеводов и их классификация.
2. Простые углеводы (моносахариды): номенклатура, изомерия, физические и химические свойства, характеристика отдельных представителей, их биологические функции.
3. Сложные углеводы. Дисахариды: типы строения, свойства, характеристика отдельных представителей, их биологические функции.
4. Сложные углеводы. Полисахариды: классификация, химическая структура, свойства, важнейшие представители. Биологическое значение полисахаридов.
5. Гликопротеины и протеогликаны. Отличия их по следующим признакам: характер простетической группы, характер связи в углевод-белковом комплексе, характер среды, местонахождение, процентное содержание белка.
6. Физико-химические свойства и биологическая роль гликопротеинов. Белки-слизи, гликопротеины плазмы крови, гликопротеины-рецепторы.

7. Классификация протеогликанов. Структура и биологическая роль хондроитинсульфатов, кератансульфатов, дерматансульфатов, гепарина и гепаратансульфатов, гиалуроновой кислоты.

Задания для самопроверки

1. Охарактеризуйте важнейшие представители моносахаридов и их функции. Напишите формулы рибозы, дезоксирибозы, глюкозы, фруктозы, галактозы.

2. Напишите структурную формулу дисахарида, который является структурной единицей амилозы. Укажите тип гликозидной связи в этом дисахариде.

3. Дисахарид лактоза, состоящий из галактозы и глюкозы, может существовать в двух аномерных формах, для обозначения которых используют буквы α и β. Эти аномеры значительно различаются по свойствам. Так, например, β-аномер слаще на вкус, чем α-аномер. Кроме того, β-аномер обладает лучшей растворимостью, чем α-аномер; поэтому при длительном хранении мороженого в морозильнике может произойти кристаллизация α-аномера, и тогда мороженое становится рассыпчатым.

а) нарисуйте проекционные формулы Хеуорса двух аномерных форм лактозы;

б) нарисуйте проекционные формулы Хеуорса для всех веществ, образующихся в результате гидролиза α-аномера до галактозы и глюкозы. Сделайте тоже самое для β-аномера.

4. Дисахарид лактоза может существовать в двух аномерных формах, а аномерных форм другого дисахарида — сахарозы — обнаружено не было. Почему?

5. Стебли тропической травы бамбука при оптимальных условиях могут расти феноменально быстро (примерно 30 см в день). Рассчитайте, сколько сахарных остатков в секунду должно ферментативно присоединяться к растущим целлюлозным цепям при такой скорости роста, если принять, что стебли бамбука почти целиком состоят из целлюлозных волокон, ориентированных по направле-

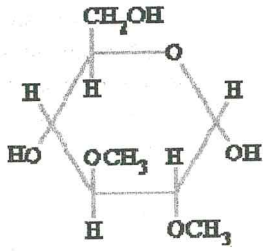
нию роста. Длина каждого остатка D-глюкозы в молекуле целлюлозы составляет приблизительно 0,45 нм.

6. Практически чистая целлюлоза, полученная из волокон, окружающих семена растений вида Gossypium (хлопчатник), представляет собой прочное, волокнистое, совершенно нерастворимое в воде вещество. Гликоген же, выделенный из мышц или печени, напротив, легко диспергируется в горячей воде, образуя мутный раствор. Несмотря на различия в физических свойствах, оба этих — полимеры, обладающие близкими молекулярными массами и состоящие из остатков D-глюкозы, соединенных 1,4-связями. Какими особенностями строения обусловлены различия в свойствах этих двух полисахаридов? Какое биологическое значение имеют особенности физических свойств этих соединений?

7. Еще с древних времен было известно, что такие промысловые птицы, как куропатки, перепела и фазаны очень быстро устают. Греческий историк Ксенофон (434—355 до н.э .) писал: «Дрофу можно легко поймать, если ее внезапно вспугнуть, поскольку, подобно куропатке, она улететь далеко не может и быстро устает; мясо ее изумительно вкусно». Летательные мышцы промысловых птиц почти полностью обеспечиваются энергией за счет распада глюкозо-1-фосфата, который образуется при расщеплении накопленного в мышцах гликогена под действием гликогенфосфорилазы. Скорость выработки энергии во время полета (в форме АТФ) лимитируется скоростью распада гликогена. Во время «панического полета» скорость распада гликогена у промысловых птиц очень высока и составляет около 120 мкмоль/мин глюкозо-1-фосфата в расчете на 1 г сырой ткани. Рассчитайте, как долго могут лететь промысловые птицы, если известно, что в их летательных мышцах содержится около 0,35% гликогена (по весу).

8. Степень разветвленности (число гликозидных α-1,6-связей) в молекуле амилопектина можно определить следующим способом. Навеску амилопектина сначала подвергают исчерпывающему метилированию, в результате которого все атомы водорода в гидроксильных группах замещаются на метильные группы (—O—H → —O—CH_3). Далее все гликозидные связи подвергают кислотному

гидролизу, после чего определяют количество остатков 2,3-диметилглюкозы.



2,3-диметилглюкоза

а) объясните, на чем основан этот способ количественного определения точек ветвления в молекуле амилопектина. Ответьте на вопрос, что происходит с остатками глюкозы в неразветвленных участках амилопектина во время процедуры;

б) в результате обработки 258 мг амилопектина описанным выше способом образовалось 12,4 мг 2,3-диметилглюкозы. Определите, сколько глюкозы (в процентах) в амилопектине находится в местах α-1,6-связей.

9. Почти 30 % веса кокона жука — паразита *Larinus maculatus* приходится на долю углевода трегалозы. При кислотном гидролизе трегалозы образуется только D-глюкоза. Если трегалозу подвергнуть исчерпывающему метилированию (т.е. все ОН-группы превратить в —OCH_3), а затем провести кислотный гидролиз, то образуется только один продукт — 2,3,4,6-тетраметилглюкоза. Каково строение трегалозы? Докажите, что предложенная вами структура соответствует описанным выше экспериментальным данным.

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

а) составным компонентом являются гликозамингликаны;

б) белок составляет 5—10 % от массы протеогликанов;

в) белок составляет 20—30 % от массы протеогликанов;

г) составляют основную массу межклеточного матрикса соединительной ткани;

д) образуют гелеобразные структуры;

е) связаны со структурными белками соединительной ткани.

11. Укажите, какие компоненты образуются при гидролизе:

а) хондроитинсульфата;

б) гиалуроновой кислоты;

в) гепарина.

Вопросы для итогового контроля по теме «Углеводы. Углевод-белковые комплексы»

1. Важнейшие моносахариды: пентозы и гексозы. Структура, функции.

2. Производные моносахаридов. Структура, функции.

3. Важнейшие дисахариды. Структура, функции.

4. Строение, свойства и функции гомополисахаридов.

5. Характеристика гетерополисахаридов: мономерные звенья, структура макромолекул, свойства, функции.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Биохимия : учеб. для вузов / Л. В. Авдеева и др. ; под ред. Е. С. Северина. — 5-е изд., испр. и доп. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. — 759 с.

2. Коваленко, Л. В. Биохимические основы химии биологически активных веществ : учеб. пособие. — М. : Лаборатория знаний, 2015. — 323 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/70702.

3. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : в 3 т. Т. 1. Основы биохимии, строение и катализ : учеб. пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; под ред. А. А. Богданова и С. Н. Кочеткова ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой, Е. М. Молочкиной, В. В. Белова. — М. : Лаборатория знаний, 2017. — 749 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/103034.

Дополнительная литература

4. Биохимия и молекулярная биология : учеб.-метод. пособие. — Ставрополь : СКФУ, 2015. — 94 с. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457873.

5. Благовещенский, А. В. Биохимия растений / А. В. Благовещенский. — М. ; Л. : Гос. химико-технол. изд-во, 1934. — 462 с. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=470372.

6. Глухарева, Т. В. Биохимия : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 2. Основные регуляторы и биологические жидкости человеческого организма / Т. В. Глухарева, И. С. Селезнева. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 115 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/98437.

7. Джафаров, М. Х. Стероиды. Строение, получение, свойства и биологическое значение, применение в медицине и ветеринарии : учеб. пособие / М. Х. Джафаров, С. Ю. Зайцев, В. И. Максимов. — СПб. : Лань, 2010. — 288 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/127.

8. Дмитриев, А. Д. Биохимия / А. Д. Дмитриев. — М. : Дашков и К°, 2012. — 168 с. — URL: http://znanium.com/go.php?id=415230.

9. Малкова, О. В. Основы биохимии : учеб. пособие / О. В. Малкова, О. А. Петров, М. Е. Клюева. —Иваново : ИГХТУ, 2009. — 48 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/4508.

10. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : в 3 т. Т. 2. Биоэнергетика и метаболизм / Д. Нельсон, М. Кокс. — М. : Лаборатория знаний, 2015. — 693 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/90237.

11. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : в 3 т. Т. 3. Пути передачи информации : учеб. пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; под ред. А. А. Богданова и С. Н. Кочеткова ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой, О. В. Ефременковой. — М. : Лаборатория знаний, 2017. — 451 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/103035.

12. Титов, В. Н. Клиническая биохимия жирных кислот, липидов и липопротеинов / В. Н. Титов. — М. ; Тверь : Триада, 2008. — 272 с. — URL: http://znanium.com/go.php?id=451702.

13. Титов, В. Н. Клиническая биохимия:курс лекций : учеб. пособие. / В. Н. Титов. — М. : Инфра-М, 2018. — 441 с. — URL: http://znanium.com/go.php?id=942773.

14. Шамраев, А. В. Биохимия : учебное пособие / А. В. Шамраев. — Оренбург : ОГУ, 2014. — 186 с. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270262.

15. Фоминых, В. Л. Биохимия : учеб.-метод. пособие для организации самостоят. работы студентов в соответствии с технологией модул. обучения / В. Л. Фоминых, Е. В. Тарасенко, О. Н. Денисова. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2014. — 144 с. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439171.

Периодические издания

16. Биохимия : журнал. — Ежемес.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
к лабораторным занятиям по дисциплине
«Биологически активные соединения
в эволюции млекопитающих»
для студентов биологического факультета
по направлению подготовки 06.03.01 «Биология»
(квалификация: академическая степень «бакалавр»)

Часть 1

Составители: Зырянова Юлия Макаровна, Сташкевич Дарья Сергеевна,
Лисун Наталья Михайловна

Корректура *Е. С. Меньшениной*
Компьютерная верстка *Е. С. Меньшениной*

Подписано в печать 24.12.18.
Усл. печ. л. 2,3. Уч.-изд. л. 1,6.
Тираж 100 экз. Заказ 544.
Бесплатно

Челябинский государственный университет
454001, Челябинск, ул. Братьев Кашириных, 129

Издательство Челябинского государственного университета
454021, Челябинск, ул. Молодогвардейцев, 57б