

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.07. Биологическая химия

Направление подготовки : 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза»

Профиль образовательной программы : Ветеринарно-санитарная экспертиза

Форма обучения: заочная

СОДЕРЖАНИЕ

1.Конспект лекций.....	3
1.1 Лекция №1 Строение и свойства аминокислот, входящих в состав белков. Структура белков.....	3
1.2Лекция№2 Формирование трехмерной структуры белка в клетке. Физико-химические свойства белков.....	4
1.3Лекция №3 Строение основных липидов организма. Переваривание липидов.....	6
1.4Лекция№4 Обмен ТАГ, кетоновых тел, эйкозаноидов и холестерола.....	7
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ.....	9
2.1 Лабораторная работа №ЛР-1 Строение и свойства аминокислот, входящих в состав белков. Структура белков.....	9
2.2 Лабораторная работа №ЛР-2 Формирование трехмерной структуры белка в клетке. Физико-химические свойства белков.....	12
2.3 Лабораторная работа №ЛР-3 Строение основных липидов организма. Переваривание липидов.....	13
2.4 Лабораторная работа №ЛР-4 Обмен ТАГ, кетоновых тел, эйкозаноидов и холестерола.....	18
3. Методические указания по выполнению практических занятий.....	19
3.1 Практическое занятие № ПЗ-1 Витамины. Классификация. Общая характеристика.....	19

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1. 1 Лекция № 1 (4 часа).

Тема: «Строение и свойства аминокислот, входящих в состав белков. Структура белков.»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Строение и свойства аминокислот
2. Пептидная связь.

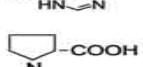
1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Строение и свойства аминокислот

Общая структурная особенность аминокислот - наличие амино- и карбоксильной групп, соединённых с одним и тем же углеродным атомом. R - радикал аминокислот - в простейшем случае представлен атомом водорода (глицин), но может иметь и более сложное строение.

В водных растворах при нейтральном значении pH аминокислоты существуют в виде биполярных ионов.

Таблица Классификация основных аминокислот белков по их химическому строению

Тривиальные названия аминокислот	Сокращённые названия		Строение радикалов
	русские	латинские	
I. Аминокислоты с алифатическими радикалами			
1. Глицин	Гли	Gly G	-H
2. Аланин	Ала	Ala A	-CH ₃
3. Валин	Вал	Val V	-CH<CH ₃
4. Лейцин	Лей	Leu L	-CH ₂ CH<CH ₃
5. Изолейцин	Иле	Ile I	-CH ₂ CH ₂ CH ₃ CH ₃
II. Аминокислоты, содержащие в алифатическом радикале дополнительную функциональную группу			
6. Серин	Сер	Ser S	-CH ₂ -OH
7. Тreonин	Тре	Thr T	-CH(OH)-CH ₃
8. Аспарагиновая кислота	Асп	Asp D	-CH ₂ -COOH
9. Глутаминовая кислота	Глу	Glu E	-CH ₂ -CH ₂ -COOH
10. Аспарагин	Асн	Asn N	-CH ₂ -CO-NH ₂
11. Глутамин	Гли	Gln Q	-CH ₂ -CH ₂ -CO-NH ₂
12. Лизин	Лиз	Lys K	-(CH ₂) ₄ -NH ₂
13. Аргинин	Арг	Arg R	-(CH ₂) ₃ -NH-C(=O)-NH ₂
14. Цистеин	Цис	Cys C	-CH ₂ -SH
15. Метионин	Мет	Met M	-CH ₂ -CH ₂ -S-CH ₃
III. Аминокислоты, содержащие ароматический радикал			
16. Фенилаланин	Фен	Phe F	-CH ₂ -C ₆ H ₅
17. Тирозин	Тир	Tyr Y	-CH ₂ -C ₆ H ₄ -OH
18. Триптофан	Три	Trp W	-CH ₂ -C ₆ H ₄ -NHC(=O)-CH ₃
19. Гистидин	Гис	His H	-CH ₂ -C ₆ H ₄ -NH-C(=O)-NH ₂
20. Пролин	Про	Pro P	 Дана полная формула

2. Пептидная связь.

α-Аминокислоты могут ковалентно связываться друг с другом с помощью пептидных связей. Пептидная связь образуется между α-карбоксильной группой одной аминокислоты и α-аминогруппой другой, т.е. является амидной связью. При этом происходит отщепление молекулы воды.

Количество аминокислот в составе пептидов может сильно варьировать. Пептиды, содержащие до 10 аминокислот, называют **олигопептиды**. Часто в названии таких молекул указывают количество входящих в состав олигопептида аминокислот: трипептид, пентапептид, октапептид и т.д.

Пептиды, содержащие более 10 аминокислот, называют «**полипептиды**», а полипептиды, состоящие из более чем 50 аминокислотных остатков, обычно называют белками. Однако эти названия условны, так как в литературе термин «белок» часто употребляют для обозначения полипептида, содержащего менее 50 аминокислотных остатков. Например, гормон глюкагон, состоящий из 29 аминокислот, называют белковым гормоном.

Мономеры аминокислот, входящих в состав белков, называют «аминокислотные остатки». Аминокислотный остаток, имеющий свободную аминогруппу, называется N-концевым и пишется слева, а имеющий свободную α -карбоксильную группу - C-концевым и пишется справа. Пептиды пишутся и читаются с N-конца. Цепь повторяющихся атомов в полипептидной цепи -NH-CH-CO- носит название «пептидный остов» .

При названии полипептида к сокращённому названию аминокислотных остатков добавляют суффикс -ил, за исключением C-концевой аминокислоты. Например, тетрапептид Сер-Гли-Про-Ала читается как серилглицилпроли-лаланин.

Пептидная связь, образуемая иминогруппой пролина, отличается от других пептидных связей, так как атом азота пептидной группы связан не с водородом, а с радикалом.

Пептиды различаются по аминокислотному составу, количеству и порядку соединения аминокислот. Сер-Гис-Про-Ала и Ала-Про-Гис-Сер - два разных пептида, несмотря на то, что они имеют одинаковые количественный и качественный составы аминокислот.

1. 2 Лекция №2 (2 _ часа).

Тема: «Формирование трехмерной структуры белка в клетке. Физико-химические свойства белков.»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Первичная структура белка
2. Методы изучения первичной структуры белка
3. Конформация белков

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Первичная структура белка

Уровни структуры белков: 1 — первичная, 2 — вторичная, 3 — третичная, 4 — четвертичная

Первичная структура — последовательность аминокислот в полипептидной цепи. Важными особенностями первичной структуры являются консервативные мотивы — сочетания аминокислот, играющих ключевую роль в функциях белка. Консервативные мотивы сохраняются в процессе эволюции видов, по ним часто удается предсказать функцию неизвестного белка.

2. Методы изучения первичной структуры белка

Изучение первичной структуры белков имеет важное общебиологическое и медицинское значение. Изучая порядок чередования аминокислотных остатков в индивидуальных белках и сопоставляя эти знания с особенностями пространственного расположения молекулы, можно выявить общие фундаментальные закономерности формирования пространственной структуры белков. Кроме того, многие генетические болезни - результат нарушения в аминокислотной последовательности белков. Информация о первичной структуре нормального и мутантного белка может быть полезна для диагностики и прогнозирования развития заболевания.

Установление первичной структуры белков включает 2 основных этапа:

- определение аминокислотного состава изучаемого белка;
- определение аминокислотной последовательности в белке.

3. Конформация белков

- Вторичная структура — локальное упорядочивание фрагмента полипептидной цепи, стабилизированное водородными связями. Ниже приведены самые распространённые типы вторичной структуры белков:

- Третичная структура — пространственное строение полипептидной цепи (набор пространственных координат составляющих белок атомов). Структурно состоит из элементов вторичной структуры, стабилизованных различными типами взаимодействий, в которых гидрофобные взаимодействия играют важнейшую роль. Четвертичная структура (или субъединичная, доменная) — взаимное расположение нескольких полипептидных цепей в составе единого белкового комплекса. Белковые молекулы, входящие в состав белка с четвертичной структурой, образуются на рибосомах по отдельности и лишь после окончания синтеза образуют общую надмолекулярную структуру. В состав белка с четвертичной структурой могут входить как идентичные, так и различающиеся полипептидные цепочки. В стабилизации четвертичной структуры принимают участие те же типы взаимодействий, что и в стабилизации третичной. Надмолекулярные белковые комплексы могут состоять из десятков молекул.

1. Фолдинг белков

Формирование трёхмерной структуры белков - важнейший биологический процесс, так как от пространственной структуры белков зависит их биологическая функция.

Процесс сворачивания полипептидной цепи в правильную пространственную структуру получил название "фолдинг белков". Индивидуальные белки, продукты одного гена, имеют идентичную аминокислотную последовательность и приобретают в одинаковых условиях клетки одинаковую конформацию и функцию. Это положение подтверждается способностью некоторых белков после денатурации (при которой происходит разрыв слабых связей, но не повреждается первичная структура белков) спонтанно восстанавливать свою уникальную конформацию и функцию.

2. Ренативация белков

Долгое время считалось, что процесс денатурации белков необратим. Однако оказалось, что некоторые очищенные и денатурированные белки способны в опытных условиях восстанавливать конформацию при удалении денатурирующих агентов.

Ренативация рибонуклеазы

В начале 60-х г. XX века обнаружили, что процесс денатурации белков может быть обратимым. Это открытие было сделано при изучении денатурации рибонуклеазы - фермента, расщепляющего связи между нуклеотидами в РНК. Рибонуклеаза - глобулярный белок, содержащий одну полипептидную цепь, состоящую из 124 аминокислотных остатков. Его конформацию стабилизируют 4 дисульфидные и множество слабых связей.

Обработка рибонуклеазы β -меркаптоэтанолом (формула β -меркаптоэтанола - HO-CH₂-CH₂-SH) приводит к разрыву дисульфидных связей и восстановлению SH-групп цистeinовых остатков, что нарушает компактную структуру белка. Добавление 8 М раствора мочевины или 6 М раствора гуанидинхлорида, вызывающих разрыв слабых связей в белке и образование новых водородных связей с денатурирующими агентами, приводит к образованию случайным образом свёрнутых полипептидных цепей рибонуклеазы, лишённых ферментативной активности, т.е. к денатурации фермента. Денатурирующие агенты не разрушают первичную структуру белка.

Однако если путём диализа очистить рибонуклеазу от денатурирующих агентов и β -меркаптоэтанола, ферментативная активность белка постепенно восстанавливается. Этот процесс называется ренатурацией, или ренативацией белка. Сульфидрильные

группы денатурированного фермента под действием кислорода воздуха окисляются, в результате вновь возникают 4 дисульфидные связи, характерные для нативной структуры белка. Из 105 возможных способов связывания восьми SH-групп остатков цистеина реализуется только один вариант, характерный для нативной конформации белка.

Возможность ренативации впоследствии была доказана и для других белков, в частности миог-лобина. Сохранность первичной структуры белка - необходимое условие для восстановления его конформации. На основании этих опытов был выведен фундаментальный принцип молекулярной биологии: аминокислотная последовательность белков определяет их конформацию и специфическую функцию.

Формирование пространственной структуры белка - самопроизвольный процесс, при котором белок стремится принять в данных условиях конформацию с наименьшей свободной энергией. Изменение условий окружающей среды или изменение первичной структуры данного белка могут привести к изменению его конформации и функции.

3. Роль шаперонов в фолдинге белков

В процессе синтеза полипептидных цепей, транспорта их через мембранные, при сборке олигомерных белков возникают промежуточные нестабильные конформации, склонные к агрегации. На вновь синтезированном полипептиде имеется множество гидрофобных радикалов, которые в трёхмерной структуре спрятаны внутри молекулы. Поэтому на время формирования нативной конформации реакционно-способные аминокислотные остатки одних белков должны быть отделены от таких же групп других белков.

Во всех известных организмах от прокариотов до высших эукариотов обнаружены белки, способные связываться с белками, находящимися в неустойчивом, склонном к агрегации состоянии. Они способны стабилизировать их конформацию, обеспечивая фолдинг белков. Эти белки получили название «шапероны». Классификация шаперонов.

1. ЗЛекция №3 (2 часа).

Тема: «Строение основных липидов организма. Переваривание липидов.»

1.3.1 Вопросы лекции:

- 1.1. Структура, классификация и свойства основных липидов организма.
- 1.2. Переваривание и всасывание пищевых липидов.

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Структура, классификация и свойства основных липидов организма.

Липиды разных классов существенно отличаются по структуре и функциям. Большинство липидов имеют в своём составе жирные кислоты, связанные сложноэфирной связью с глицеролом, холестеролом или амидной связью с аминоспиртом сфингозином.

2. Переваривание и всасывание пищевых липидов.

С пищей в организм ежедневно поступает от 80 до 150 г липидов. Основную массу составляют жиры, наряду с глюкозой служащие главными источниками энергии. Хотя калорийность жиров значительно выше, чем углеводов (9 по сравнению с 4,7 ккал/моль), при рациональном питании жиры обеспечивают не более 30% от общего количества калорий, поступающих с пищей. Жидкие жиры (масла) содержат в своём составе полиеновые жирные кислоты, которые не синтезируются в организме; поэтому жидкие жиры должны составлять не менее одной трети жиров пищи.

1. 4 Лекция №4 (2 часа).

Тема: «Обмен ТАГ, кетоновых тел, эйкозаноидов и холестерола.»

1.4.1 Вопросы лекции:

1. Всасывание продуктов гидролиза липидов
2. Ресинтез экзогенных ТАГ в клетках слизистой кишечника
3. Эндогенный синтез жиров в период пищеварения. Ожирение

1.4.2 Краткое содержание вопросов:

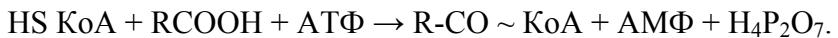
1. Всасывание продуктов гидролиза липидов

Продукты гидролиза липидов - жирные кислоты с длинным углеводородным радикалом, 2-моноацилглицеролы, холестерол, а также соли жёлчных кислот образуют в просвете кишечника структуры, называемые смешанными мицеллами. Смешанные мицеллы построены таким образом, что гидрофобные части молекул обращены внутрь мицеллы, а гидрофильные - наружу, поэтому мицеллы хорошо растворяются в водной фазе содержимого тонкой кишки. Стабильность мицелл обеспечивается в основном солями жёлчных кислот. Мицеллы сближаются со щёточной каймой клеток слизистой оболочки тонкого кишечника, и липидные компоненты мицелл диффундируют через мембранны внутрь клеток. Вместе с продуктами гидролиза липидов всасываются жирорастворимые витамины А, Д, Е, К и соли жёлчных кислот. Наиболее активно соли жёлчных кислот всасываются в подвздошной кишке. Жёлчные кислоты далее попадают через воротную вену в печень, из печени вновь секретируются в жёлчный пузырь и далее опять участвуют в эмульгировании жиров. Этот путь жёлчных кислот называют **"энтерогепатическая циркуляция"**. Каждая молекула жёлчных кислот за сутки проходит 5- 8 циклов, и около 5% жёлчных кислот выделяется с фекалиями.

Всасывание жирных кислот со средней длиной цепи, образующихся, например, при переваривании липидов молока, происходит без участия смешанных мицелл. Эти жирные кислоты из клеток слизистой оболочки тонкого кишечника попадают в кровь, связываются с белком альбумином и транспортируются в печень.

2. Ресинтез экзогенных ТАГ в клетках слизистой кишечника

После всасывания продуктов гидролиза жиров жирные кислоты и 2-моноацилглицеролы в клетках слизистой оболочки тонкого кишечника включаются в процесс ресинтеза с образованием триацилглицеролов. Жирные кислоты вступают в реакцию этерификации только в активной форме в виде производных коэнзима А, поэтому первая стадия ресинтеза жиров - реакция активации жирной кислоты:



Реакция катализируется ферментом ацил-КоА-синтетазой (тиокиназой). Затем ацил-КоА участвует в реакции этерификации 2-моноацилглицерола с образованием сначала диацилглицерола, а затем триацилглицерола. Реакции ресинтеза жиров катализируют ацилтрансферазы.

В реакциях ресинтеза жиров участвуют, как правило, только жирные кислоты с длинной углеводородной цепью. В ресинтезе жиров участвуют не только жирные кислоты, всосавшиеся из кишечника, но и жирные кислоты, синтезированные в организме, поэтому по составу ре-синтезированные жиры отличаются от жиров, полученных с пищей.

3. Эндогенный синтез жиров в период пищеварения. Ожирение

Приём пищи человеком и корма животными происходит иногда со значительными интервалами, поэтому в организме выработались механизмы депонирования источников энергии. Жиры - наиболее выгодная и основная форма депонирования энергии. Запасы гликогена в организме не превышают 300 г и обеспечивают организм энергией не более суток. Депонированный жир может обеспечивать организм энергией при голодаании в течение длительного времени (до 7-8 нед). Синтез жиров активируется в абсорбтивный период и происходит в основном в жировой ткани и печени. Но если жировая ткань - место депонирования жира, то печень выполняет важную роль превращения части углеводов, поступающих с пищей, в жиры, которые затем секретируются в кровь в составе ЛПОНП и доставляются в другие ткани (в первую очередь, в жировую). Синтез жиров в печени и жировой ткани стимулируется инсулином. Мобилизация жира активируется в тех случаях, когда глюкозы недостаточно для обеспечения энергетических потребностей организма: в постабсорбтивный период, при голодаании и физической работе под действием гормонов глюкагона, адреналина, соматотропина. Жирные кислоты поступают в кровь и используются тканями как источники энергии.

Синтез жиров происходит в абсорбтивный период в печени и жировой ткани. Непосредственными субстратами в синтезе жиров являются ацил-КоА и глицерол-3-фосфат. Метabolicкий путь синтеза жиров в печени и жировой ткани одинаков, за исключением разных путей образования глицерол-3-фосфата.

Синтез жиров в печени и жировой ткани идёт через образование промежуточного продукта - фосфатидной кислоты .

Предшественник фосфатидной кислоты - глицерол-3-фосфат, образующийся в печени двумя путями:

- восстановлением дигидроксиацитонфосфата - промежуточного метаболита гликолиза;
- фосфорилированием глицеролкиназой свободного глицерола, поступающего в печень из крови (продукт действия ЛП-липазы на жиры ХМ и ЛПОНП).

В жировой ткани глицеролкиназа отсутствует, и восстановление дигидроксиацитонфосфата - единственный путь образования глицерол-3-фосфата. Следовательно, синтез жиров в жировой ткани может происходить только в абсорбтивный период, когда глюкоза поступает в адипоциты с помощью белка-переносчика глюкозы ГЛЮТ-4, активного только в присутствии инсулина, и распадается по пути гликолиза.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа №1(6 часа).

Тема: «Строение и свойства аминокислот, входящих в состав белков. Структура белков.»

2.1.1 Цель работы: изучить строение белков и методику выполнения цветных реакций на белки

2.1.2 Задачи работы:

1. Изучить некоторые физические и химические свойства аминокислот и белков, а также структуру белка.

2. Проследить при помощи хроматографии распределение аминокислот в соответствии с их растворимостью в органических растворителях.

3. Закрепить полученные знания и навыки на конкретных примерах исследования свойств аминокислот.

4. Ознакомить с побочными процессами, проходящими при проведении качественных реакций.

5. Привить навыки работы химической посудой; привить навыки работы с литературой и умение формулировать выводы.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Штатив с пробирками, спиртовка, спички, держатель для пробирок, кристаллики мочевины, 1%-ный раствор яичного белка, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 1%-ный раствор сульфата меди, 0,5%-ный водный раствор нингидрина, глицин, концентрированная азотная кислота, концентрированная серная кислота, 30%-ный раствор гидроксида натрия, 5%-ный раствор ацетата свинца, ледяная уксусная кислота, фенол, реактив миллиона, раствор желатина, мед, 0,1% спиртовой раствор, 0,1г α-нафтола, 2%-ный раствор гипобромита натрия, 5%-ный раствор гидроксида натрия, лёд, раствор тирозина, раствор соды, диазореактив, раствор сахара, раствор тимола, 5%-ный раствор соляной кислоты, 20%-ный раствор сульфата меди, хроматографическая бумага, аланин, лейцин, глутаминовая кислота, чашка Петри, смеси бутанола, уксусной кислоты и воды, водонасыщенный раствор фенола, 0,1% спиртовой раствор нингидрина, 20%-ный раствор щелочи, 5%-ный раствор нитропруссида натрия, 15%-ный раствор сульфаниловой кислоты, 0,5%-ный раствор нитрита натрия, 10%-ный раствор карбоната натрия, 0,1%-ный раствор гистидина.

2.1.4 Описание (ход) работы:

Опыт 1. Биуретовая реакция (на обнаружение пептидных связей в белках)

Ход работы:

1. Помещают в сухую пробирку несколько кристалликов мочевины и нагревают на слабом огне. Мочевина сначала плавится. Когда сплавленная масса начнет твердеть, нагревание прекращают и дают пробирке остывть. В результате нагревания из мочевины образуется биурет, а аммиак улетучивается (об этом узнают по запаху).

2. К полученному в пробирке биурету прибавляют около 1 мл 20% раствора сульфата меди. При встряхивании получается характерное розово-фиолетовое окрашивание. Необходимо избегать прибавления избытка раствора сульфата меди, так как голубая окраска получающегося гидроксида меди может маскировать реакцию.

3. Проделывают биуретовую реакцию с раствором белка. В пробирку вносят 5-10 капель 1%-ного раствора яичного белка, 3-6 капель 10%-ного раствора гидроксида натрия и 1-2 капли 1%-ного раствора сульфата меди и перемешивают. Содержимое пробирки

приобретает сине-фиолетовое окрашивание.

Нельзя добавлять избыток сульфата меди, так как синий осадок гидроксида меди маскирует характерное фиолетовое окрашивание биуретового комплекса белка.

Опыт 2. Нингидриновая реакция

Ход работы:

К 5-10 каплям 1%-ного раствора яичного белка приливают 5-10 капель 0,5%-ного водного раствора нингидрина и нагревают до кипения. Через 2-3 минуты развивается розовое или сине-фиолетовое окрашивание.

1. Проделывают реакцию с какой-нибудь аминокислотой, например с глицином. Наливают в пробирку около 1 мл раствора глицина, добавляют 5-6 капель слабого (0,1%) раствора нингидрина и нагревают. Появляется фиолетово-синее окрашивание

2. Так же производят нингидриновую реакцию с 1-2 мл раствора белка, взяв 0,3-0,5 мл раствора нингидрина. Получается фиолетовое (иногда фиолетово-розовое окрашивание). С течением времени раствор синеет.

Опыт 3. Ксантопротеиновая реакция

Ход работы:

К 5-10 каплям 1%-ного раствора яичного белка добавляют 3-6 капель концентрированной азотной кислоты и (**осторожно!!!**) нагревают. Появляется осадок желтого цвета.

После охлаждения в пробирку (желательно на осадок) добавляют 5-10 капель 10%-ного раствора гидроксида натрия до появления оранжевого окрашивания (оно связано с образованием натриевой соли полученных нитросоединений).

Опыт 4. Реакция Миллона

Ход работы:

1. Сначала проделывают реакцию с фенолом. Наливают в пробирку около 1-2 мл раствора фенола, прибавляют около 0,5 мл реактива Миллона и осторожно нагревают. Появляется розовое окрашивание.

2. Проводят миллонову реакцию с раствором белка. В пробирку наливают 1-2 мл раствора белка и прибавляют 5-6 капель реактива Миллона. Появляется осадок свернувшегося белка, так как реагент Миллона содержит соли ртути и азотную кислоту. Содержимое пробирки осторожно нагревают. Осадок окрашивается в кирпично-красный цвет.

Следует избегать прибавления избытка реагента Миллона, так как этот реагент содержит азотную кислоту, которая может дать желтое окрашивание (ксантопротеиновую реакцию), маскирующее реакцию Миллона.

3. Проделывают аналогичным образом миллонову реакцию с раствором желатина. Если желатин достаточно чистый, реакция не получается, так как в молекуле желатина остаток тирозина отсутствует.

4. Проделывают миллонову реакцию с раствором меда, т.к. он содержит данную аминокислоту. Для реакции берут водный раствор меда в соотношении 1:2.

Опыт 5. Реакция Сакагучи

Ход работы:

К 5 каплям 1%-ного раствора яичного белка приливают 5 капель 10%-ного раствора гидроксида натрия, 3 капли 0,1%-ного спиртового раствора α -нафтола и по каплям (всего 1-5 капель) 2%-ного раствора гипобромита натрия. Жидкость в пробирке приобретает

красный цвет. Проделывают данную реакцию с раствором меда, т.к. он содержит данную аминокислоту. Для реакции берут водный раствор меда в соотношении 1:2.

Опыт 6. Реакция Адамкевича (на триптофан)

Ход работы:

В пробирку вносят 5 капель 1%-ного раствора яичного белка и 5 капель ледяной уксусной кислоты. Раствор вначале слегка нагревают, затем охлаждают и по стенкам пробирки (**осторожно!!!**), чтобы жидкости не смешивались, приливают 10 капель концентрированной серной кислоты. При стоянии на границе двух слоев наблюдается красно-фиолетовое окрашивание в виде кольца.

Опыт 7. Реакция Фоля

Ход работы:

К 5 каплям 1%-ного раствора яичного белка приливают 5 капель 30%-ного раствора гидроксида натрия и 1 каплю 5%-ного раствора ацетата свинца. Через 1-2 мин после интенсивного кипячения появляется бурый или черный осадок.

Ион серы S^{2-} , образующийся из цистеина или цистина в сильнощелочной среде можно обнаружить с помощью нитропруссидной реакции. К 10 каплям 1%-ного раствора яичного белка добавляют 10 капель 20%-ного раствора щелочи, интенсивно кипятят, затем после охлаждения приливают 3-5 капель свежеприготовленного 5%-ного раствора нитропруссида натрия, после чего появляется красно-фиолетовое окрашивание. Интенсивность окрашивания в данных реакциях зависит от количества аминокислот, содержащих серу, и от количества белка в растворе.

Опыт 8. Диазореакция

Ход работы:

1. Наливают в пробирку 1-2 мл раствора тирозина, 0,3-0,5 раствора соды и около 1 мл диазореактива. Появляется оранжево-красное окрашивание.
2. Проделывают ту же реакцию с раствором белка, беря его вместо раствора тирозина. Получается оранжево-красное окрашивание.

Опыт 9. Реакция на присутствие углеводных компонентов

Ход работы:

1. Наливают в 2 пробирки по 1-2 мл раствора сахара, добавляют в первую пробирку 5-6 капель раствора α -нафтола, а в другую пробирку - 5-6 капель раствора тимола.
2. Осторожно подслаивают в обе пробирки по 1-2 мл концентрированной серной кислоты. Наблюдают фиолетовое (в случае α -нафтола) и красное (в случае тимола) окрашивание на границе раздела серной кислоты и раствора сахара.
3. Проделывают те же реакции, взяв вместо раствора сахара раствор белка. Отмечают положительную реакцию, указывающую на наличие углеводных групп в белке.

Опыт 10. Реакция Паули (на гистидин и тирозин)

Ход работы:

К 1 мл 1% раствора сульфаниловой кислоты (готовится на 5% растворе соляной кислоты) прибавляют 2 мл 0,5% раствора нитрита натрия, тщательно перемешивают, добавляют 2 мл 1% раствора яичного белка и после перемешивания 6 мл 10% раствора карбоната натрия. После перемешивания смесь окрашивается в вишнево-красный цвет.

Проделывают эту реакцию с 0,1% раствором гистидина, сравнивают полученные результаты и делают вывод.

Опыт 11. Хроматографический метод определения аминокислот. Разделение смеси аминокислот с помощью радиальной хроматографии

Ход работы:

Бумажный диск хроматографической бумаги, диаметром 12 см делят простым карандашом на четыре части. В центре диска делают небольшой вырез (диаметром 0,5-1 см). В каждом секторе на расстоянии 3-4 мм от разреза в центре диска наносят карандашом точку (линия старта). Затем в отмеченную точку каждого сегмента наносят капилляром небольшую каплю растворов различных аминокислот (целесообразно использовать аланин, лейцин, глутаминовую кислоту и соответственно их смесь, так как коэффициенты распределения этих аминокислот сильно разнятся). Бумагу подсушивают. Из такой же бумаги делают небольшой фитилек и вставляют его в разрез в центре диска. Затем хроматограмму с фитильком помещают на чашку Петри, куда предварительно наливают 2-3 мл смеси бутанола, уксусной кислоты и воды (4:1:5) так, чтобы фитилек касался раствора. Чашку Петри накрывают крышкой и оставляют под вытяжкой при комнатной температуре на 1 час, т.е. до тех пор, пока фронт растворителя не дойдет до конца хроматограммы около 1 см. Затем, хроматограмму вынимают и высушивают в сушильном шкафу при 80-100⁰С для испарения растворителя и фиксации аминокислот. После чего хроматограмму проявляют, обрабатывая её 0,1% спиртовым раствором нингидрина с помощью пипетки или пульверизатора, и вновь высушивают при 100⁰С 5-8 минут. На проявленной хроматограмме в трех секторах будет по одному пятну и в четвертом три пятна, соответствующих аминокислотам в исследуемой смеси. Рассчитывают коэффициенты распределения отдельных аминокислот и аминокислот, находящихся в смеси. Затем, сравнивая их, определяют, какие же аминокислоты входили в состав смеси.

2.2 Лабораторная работа №2 (2 часа).

Тема: «Формирование трехмерной структуры белка в клетке. Физико-химические свойства белков».

2.2.1 Цель работы: изучить основы функционирования белков.

2.2.2 Задачи работы:

1. Изучить основы функционирования белков.
2. Закрепить представления о структурах белковых молекул.
3. Выработать навыки обращения с химической посудой, реактивами.
4. Ознакомить со способами утилизации отработанных реактивов.
5. Привить навыки работы со справочной литературой и оформления отчета по лабораторной работе.

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

10%-ный раствор серной кислоты, дистиллированная вода, концентрированный раствор амиака, 1%-ный раствор нитрата серебра, 1%-ный спиртовой раствор тимола, концентрированная серная кислота, молибденовый реактив (7,5 г молибдата аммония, вода, 32%-ная азотная кислота ($\rho = 1,2$ г/мл), слюна, 2 мл молока, ледяная уксусная кислота, стеклянная палочка, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 10%-ный раствор азотной кислоты, 0,5%-ный раствора фенолфталеина, 1%-ный раствор яичного белка, круглодонная колба на 100 мл, фильтры, пробка с обратным холодильником длиной 25-30 см, стеклянные палочки, спиртовка, спички, пробирки, штативы, асбестовая сетка.

2.2.4 Описание (ход) работы:

Опыт 1. Реакции на фосфопротеиды

Выделение казеиногена из молока

Ход работы:

К 2 мл молока приливают равный объем дистиллированной воды и затем 2 капли ледяной уксусной кислоты. Выпавший осадок отфильтровывают и промывают на фильтре 2 раза дистиллированной водой, а затем собирают стеклянной палочкой в пробирки и используют для следующих работ.

Доказательство белковой природы казеиногена

Ход работы:

С частью осадка казеиногена проделывают цветные реакции на белки и аминокислоты – биуретовую, Фоля, Миллона.

Оставшуюся часть осадка подвергают гидролизу, для чего помещают его в пробирку, куда добавляют 2 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия. Пробирку закрывают пробкой со стеклянной трубкой и кипятят 10-15 мин на асбестовой сетке. Охлаждают. В гидролизате открывают фосфорную кислоту.

Гидролизат подкисляют несколькими каплями 10%-ного раствора азотной кислоты, в присутствии 1-2 капель 0,5%-ного раствора фенолфталеина до обесцвечивания и отфильтровывают в сухую пробирку. К 5 мл фильтрата приливают 20 капель молибденового реагента и кипятят несколько минут. Раствор окрашивается в лимонно-желтый цвет, а при стоянии выпадает осадок такого же цвета фосфомолибденокислого аммония.

Опыт 2. Реакции на гликопротеиды

Открытие углеводного компонента в яичном белке

Ход работы:

В сухую пробирку вносят 5 капель 1%-ного раствора яичного белка и проводят реакцию Молиша. К 10 каплям раствора яичного белка прибавляют 2-3 капли 1%-ного спиртового раствора тимола и по стенке пробирки (осторожно) – 20 капель концентрированной серной кислоты. При встряхивании на дне пробирки образуется красное окрашивание.

Выделение муцина из слюны

Ход работы:

В пробирку собирают 2-3 мл слюны и добавляют 4-5 капель ледяной уксусной кислоты. Выпадает осадок муцина. Жидкость из пробирки осторожно сливают, а с осадком муцина проделывают реакцию Молиша для доказательства присутствия углевода в этом белке.

2.3 Лабораторная работа №3 (2 часа).

Тема: «Строение основных липидов организма. Переваривание липидов.»

2.3.1 Цель работы: изучить строение и функции основных липидов организма животного

2.3.2 Задачи работы:

1. Ознакомить студентов с методиками проведения качественных реакций на липиды.
2. Закрепить представления о структурах липидов.
3. Выработать навыки обращения с химической посудой, реактивами; ознакомить со способами утилизации отработанных реактивов.

4. Привить навыки работы со справочной литературой и оформления отчета по лабораторной работе.

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

штатив с пробирками, бюретка, спиртовка, спички, чаша для выпаривания, фильтровальная бумага, чашка Петри, стеклянная палочка, фарфоровая чашечка, жир (свиной, говяжий и т.п.), вода, этанол, толуол, петролейный эфир, ацетон, водяная баня, растительное масло, раствор щелочи (NaOH разб.), соляная кислота, цельное молоко, 10%-ный раствор Na_2CO_3 , диэтиловый эфир, безводный KHSO_4 , аммиачный раствор нитрата серебра, фуксинсернистая кислота, бромная вода, кусочек сала, спирт, 0,2н спиртового раствора йода, 0,1н раствор тиосульфата натрия, раствор крахмала, сливочное масло, 0,1н раствора KOH , касторовое масло, 35%-ный раствор гидроксида натрия, дистиллированная вода, фенолфталеин, раствор соляной кислоты, 5%-ная эмульсия сухих сливок, 5%-ный раствор панкреатина, 1%-ный раствор карбоната натрия, желчь, 20%-ный раствор сахарозы, концентрированная серная кислота, суспензия яичного желтка, панкреатин, молибденовый реактив, белок.

2.3.4 Описание (ход) работы:

Опыт 1. Растворимость жиров и масел

Ход работы:

а) в 5 пробирок поместите по небольшому кусочку твердого жира (свиного, говяжьего и т.п.) и прилейте по 1 мл: 1 – воды, 2 – этанола, 3 – толуола, 4 – петролейного эфира, 5 – ацетона. Если жир не растворяется, пробирку поместите в водяную баню на 5 минут. Сделайте вывод о растворимости жира на холоде и при нагревании.

б) в 5 пробирок поместите по 0,5 мл растительного масла (подсолнечного, оливкового, кукурузного и т.п) и прилейте по 1 мл: 1 – воды, 2 – этанола, 3 – толуола, 4 – петролейного эфира, 5 – ацетона. Если масло не растворяется, пробирку поместите в водяную баню на 5 минут. Сделайте вывод о растворимости растительного масла на холоде и при нагревании.

Опыт 2. Гидролиз жиров и масел

Ход работы:

а) В 2 пробирки поместите по небольшому кусочку жира и прилейте в 1 пробирку 1-2 мл раствора щелочи (NaOH разб.), а во вторую – 1-2 мл соляной кислоты (1:1). Пробирки встряхните. Если изменений не наблюдается, поместите пробирки в водяную баню на 5-10 мин.

Сделайте вывод о гидролизе жиров на холоде и при нагревании.

б) в 2 пробирки поместите по 0,5 мл растительного масла и прилейте в 1 пробирку 1-2 мл раствора щелочи (NaOH разб.), а во вторую – 1-2 мл соляной кислоты (1:1). Пробирки встряхните. Если изменений не наблюдается, поместите пробирки в водяную баню на 5-10 мин.

Сделайте вывод о гидролизе растительного масла на холоде и при нагревании.

Опыт 3. Выделение жира из молока

Ход работы:

К 6 мл цельного молока прибавляют 2 мл 10 %-ного раствора Na_2CO_3 , хорошо перемешивают и взбалтывают с 5 мл диэтилового эфира. Эфирный слой помещают в чашечку для выпаривания на водяную баню (под тягой). После испарения эфира остается сливочное масло – молочный жир.

Опыт 4. Обнаружение глицерина в жирах (акролеиновая проба)

Ход работы:

В пробирку вносят 2-3 капли масла (жира), 0,1-0,2 г безводного KHSO_4 и нагревают на спиртовке (под тягой) до появления белых густых паров. В пары вносят фильтровальную бумажку, смоченную аммиачным раствором нитрата серебра или раствором фуксинсернистой кислоты.

Аналитический эффект: Бумажка с раствором солей серебра темнеет, а с раствором фуксинсернистой кислоты становится ярко-розовой.

Акролеиновая проба проводится для обнаружения в липидах глицерина. При нагревании в присутствии водоотнимающих средств (KHSO_4 , MgSO_4 , борная кислота) из глицерина образуется непредельный альдегид – акролеин (пропеналь).

Опыт 5. Определение ненасыщенности кислот в составе жира

Ход работы:

В пробирки поместите образцы жиров: 2–3 капли растительного масла, 2-3 капли рыбьего жира, 2-3 капли топленого жира (масла), кусочек животного жира (свиного, бараньего) и добавьте по 8 – 10 капель бромной воды. Пробирку встряхните.

Аналитический эффект: Обесцвечивание бромной воды

Опыт 6. Определение йодного числа

Ход работы:

В предварительно взвешенную сухую колбу для титрования помещают 3-4 капли растительного масла, в другую – кусочек сала.

Колбы повторно взвешиваю на аналитических весах. По разности весов рассчитывают массу навески масла (жира). В каждую колбу добавляют по 25 мл спирта (при плохой растворимости слегка подогревают на водяной бане). Затем в колбы вносят по 12,5 мл 0,2н спиртового раствора йода (из бюретки), 100 мл воды и перемешивают 5 мин. Содержимое колб титруют 0,1н раствора тиосульфата натрия до появления слабо желтого окрашивания.

Для более точного определения в колбу приливают 1 мл раствора крахмала и титрование заканчивают до исчезновения синего окрашивания.

Опыт повторяют – контроль, но без масла (жира).

Расчет йодного числа проводят по формуле:

$$\text{И.ч.} = (V_2 - V_1) \times 0,0127 \times 100 / m,$$

где V_2 – объем (мл) раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование контроля; V_1 – объем (мл) раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование пробы масла; 0,0127 – титр тиосульфата по йоду; m – навеска масла (г)

Сравните йодное число растительного масла и сала. Объясните разницу.

Опыт 7. Определение кислотного числа

Ход работы:

В первую предварительно взвешенную сухую колбу для титрования помещают примерно 2 г. свежего сливочного масла, во вторую - примерно 2 г. прогорклого сливочного масла. Колбы повторно взвешивают на аналитических весах. По разности рассчитывают массу навески масла (жира) \approx 2-3 г. В каждую колбочку добавляют по 10-15 мл смеси спирта с эфиром (1:1), 1-2 капли фенолфталеина и титруют 0,1 н раствор КОН до появления слабо-розового окрашивания. Окраска после взбалтывания не должна исчезать в течение 0,5-1 мин.

Кислотное число рассчитывают по формуле:

$$\text{К.ч.} = V T / m,$$

где К.ч. – кислотное число; V – объем (мл) спиртового раствора КОН, пошедшего на титрование (мл); T – титр 0,1 н раствора КОН; m – масса навески масла (жира), г.

Сравните кислотное число свежего и прогорклого масла.

Опыт 8. Омыление жиров

Ход работы:

В фарфоровую чашечку поместите 0,5 мл касторового масла (жира) и 4 капли 35 %-ного раствора гидроксида натрия. Тщательно размешайте смесь стеклянной палочкой до получения однородной эмульсии и поставьте на песчаную баню. Продолжайте тщательно размешивать смесь до получения однородной прозрачной слегка желтоватой жидкости. Затем добавьте 2 мл дистиллированной воды и вновь нагрейте, тщательно перемешивая до полного удаления воды. В результате получается кусочек твердого белого мыла.

Опыт 9. Определение числа омыления

Ход работы:

В 2 колбочки помещают: 1-0,5 г жира (навеска на аналитических весах), 2-0,5 мл воды. Затем в обе колбочки добавляют по 15 мл 0,5н спиртового раствора КОН. Колбочки закрывают пробками, соединенными с обратными холодильниками, и кипятят на водяной бане 30-40 минут.

После охлаждения в колбочки прибавляют по 15-20 мл воды, 3–4 капли раствора фенолфталеина и титруют 0,5н раствором соляной кислоты до исчезновения розового окрашивания.

Расчет числа омыления проводят по формуле:

$$\text{Ч.о.} = (V_2 - V_1) \times 28 / m,$$

где Ч.о. – число омыления; V_2 – объем (мл) раствора соляной кислоты, израсходованного на титрование контроля; V_1 – объем (мл) раствора соляной кислоты, израсходованного на титрование пробы масла; m – навеска масла (г); 28 – масса КОН в 1 мл спиртового раствора.

Опыт 10. Определение перекисного числа

Ход определения:

На аналитических весах взвешивают около 1 г жира и помещают его в коническую колбу 10-200 мл. В другую колбу (контроль) наливают 2-3 мл. воды. В обе колбы наливают по 10 мл. хлороформа и растворяют жир. Затем в колбы добавляют по 20 мл ледяной уксусной кислоты и по 1 мл. раствора йодистого калия. Смесь тщательно перемешивают и оставляют на 3 минуты. Затем проводят титрование выделившегося йода 0,01 н раствором тиосульфата натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). Титруют до исчезновения желтой окраски, после чего в колбы приливают 1 мл 1% раствора крахмала и титруют до исчезновения голубой окраски.

Вычисление результатов проводят по формуле:

$$X = (a-b) * T * 0,001269 * 100 / H,$$

где X – перекисное число; a – количество 0,01 н раствора тиосульфата натрия, израсходованное на титрование йода, выделившегося в результате реакции жира с йодистым калием (мл); b – количество 0,01 н раствора тиосульфата натрия, израсходованное в контрольном определении (мл); T – поправка к титру раствора тиосульфата натрия; 0,00127 — количество граммов йода, эквивалентное 1 мл 0,01 н. раствора тиосульфата натрия, H – навеска жира. .

Степень окисления порчи жира в зависимости от перекисного числа определяется по таблице 18:

Таблица 18. Оценка состояния жира в зависимости от величины перекисного числа

Перекисное число % йода	Степень окислительной порчи
-------------------------	-----------------------------

до 0,03	свежий
От 0,03 до 0,06	свежий, не подлежит хранению
От 0,06 до 0,10	сомнительной свежести
Более 0,10	испорченный

Опыт 11. Открытие липазы

Ход работы:

В две пробирки наливают по 10 капель 5% эмульсии сухих сливок. В пробирку №1 добавляют 5 капель 5% раствора панкреатина, содержащего липазу, а в пробирку №2 – такое же количество воды. В обе пробирки вносят по 1 капле 1% раствора фенолфталеина и добавляют по каплям 1% раствор карбоната натрия до появления слабо-розовой окраски (нельзя добавлять избыток карбоната натрия). Пробирки помещают на 30 мин в термостат при 37⁰ С, по окончании инкубации замечают изменение окраски.

Опыт 12. Качественная реакция на желчные кислоты

Ход работы:

На сухую чашку Петри (под которую подложить лист белой бумаги) нанести 2 капли желчи, 2 капли 20%-ного раствора сахарозы и тщательно перемешать. Стеклянной палочкой. Затем прилить 7 капель концентрированной серной кислоты и перемешать той же палочкой. Через 2-3 минуты наблюдается красное окрашивание, которое при стоянии переходит в красно-фиолетовую.

Опыт 13. Действие фосфолипаз поджелудочной железы

Ход работы:

В две пробирки наливают по 5 капель суспензии яичного желтка. В 1-ю пробирку добавляют 2 капли панкреатина, а во вторую – 2 капли воды. Обе пробирки помещают в термостат при 38⁰С на 30 мин. После инкубации в обе пробирки наливают по 5 капель молибденового реактива, нагревают их на пламени спиртовки и охлаждают водой под краном.

Опыт 14. Эмульгирование жира

Ход работы:

В 5 пробирок помещают по 2 капли растительного масла, по 1 мл дистиллированной воды и по 5 капель соответственно в каждую пробирку, начиная с первой: желчи, гидроксида натрия, карбоната натрия, белка и воды. Пробирки встряхивают и наблюдают образование устойчивых эмульсий во всех пробирках, кроме 5-й, где происходит расслаивание на жир и воду.

Опыт 15. Проба на понижение поверхностного натяжения

Ход работы:

Берут 3 пробирки. В 1-ю вносят 2 мл желчи, в разведении 1:5, во 2-ю – 0,5 мл разведенной желчи и 1,5 мл воды, а в 3-ю – 2 мл дистиллированной воды. Затем все пробирки ставят на 5 минут в холодную воду и всыпают на конце шпателя серный цвет. Замечают результат: в 1-ой пробирке вся сера опустилась на дно, во 2-ой на дне обнаруживается часть серы, а в 3-ей вся сера опустилась на дно. Следовательно, желчные кислоты снижают поверхностное натяжение.

2.4.Лабораторная работа №4 (2 часа).

Тема: «Обмен ТАГ, кетоновых тел, эйкозаноидов и холестерола.»

2.4.1 Цель работы: изучить строение и свойства хиломикрон, окисление жирных кислот

2.4.2 Задачи работы:

1. Изучить обмен липидов.
2. Практически исследовать действие ферментов поджелудочной железы на липиды.
3. Провести качественные реакции на желчные кислоты, кетоновые тела.
4. Выработать навыки обращения с химической посудой, реактивами.
5. Ознакомить со способами утилизации отработанных реактивов.
6. Привить навыки работы со справочной литературой и оформления отчета по лабораторной работе.

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

штатив с пробирками, сыворотка крови, гепариновый реагент, дистиллированная вода, ФЭК

2.4.4 Описание (ход) работы:

Опыт 1. Количествоное определение липопротеинов низкой плотности (ЛНП) в сыворотке крови

Ход работы:

В пробирке смешивают 0.1 мл сыворотки крови и 5 мл гепаринового реагента, интенсивно встряхивают и оставляют стоять в течение 15 мин при комнатной температуре. Затем снова встряхивают и измеряют оптическую плотность пробы (A) против дистиллированной воды на ФЭКе (длина волны 580-600 нм, кюветы с толщиной 1 см). Полученную величину умножают на калибровочный фактор F, равный 18.1, выведенный экспериментальным путем . Рассчитывают количество ЛНП:

$$F \cdot A = \text{ЛНП г/л.}$$

Где F – калибровочный фактор (18.1); A – оптическая плотность пробы.

Принцип метода и результат записывают в тетрадь.

3. Методические указания по выполнению практических занятий

3.1. Практическое занятие № 1 «Витамины. Классификация. Общая характеристика.»

Вопросы для подготовки:

1. Витамин А
2. Витамин D
3. Витамин K
4. Витамин F
5. Витамин B₁
6. Витамин B₂
7. Витамин B₃
8. Витамин B₅
9. Витамин B₆
10. Витамин Bc
11. Витамин B₁₂
12. Витамин H
13. Витамин C
14. Витамин P
15. Витамин B₁₃
16. Витамин B₁₅

Цель работы:

1. Изучить историю открытия, строение, биологическую роль водорастворимых витаминов.
2. Изучить историю открытия, строение, биологическую роль жирорастворимых витаминов.
3. Привить навыки работы со справочной литературой и оформления докладов выступления.
4. Научить студентов готовить презентации

Практические задания:

1. Назовите основные причины развития а- и гиповитаминозов. Недостаток каких витаминов чаще развивается у жвачных животных? Поясните свой ответ.

2. Заполните таблицу.

Буквенное обозначение	Химическое название	Физиологическое название
Жирорастворимые витамины		
A		
D		
E		
K		
F		
Q		
Водорастворимые витамины		
B ₁		
B ₂		
B ₃		
B ₅ (PP)		

B ₆		
B ₁₂		
C		
H		

3. Заполните таблицу.

Название витамина	Источники	Значение обмена веществ для организма	Обмен в организме	Гипо-, а-гипервитаминозы	Применение

4. Какие витамины, исходя из их роли в метаболизме, следует включить в поливитаминный препарат прежде всего?

5. Какие витамины преимущественно участвуют в процессах а) катаболизме и освобождения энергии; б) биосинтеза?

6. Каков химизм реакции обнаружения витамина B₁?

7. На чем основана реакция обнаружения витамина B₂?

8. На чем основана реакция обнаружения витамина PP?

9. На чем основана реакция обнаружения витамина B₆?

10. Принципы методов количественного обнаружения витамина С в пищевых продуктах.

11. Укажите пищевые вещества, содержащие наибольшее количество витаминов А, Д, Е, F, B₁, B₂, B₆, B₁₂, PP и С.

12. Напишите формулы аскорбиновой кислоты и дегидроаскорбиновой кислоты.

13. Напишите формулы ретинола, дегидроретинола, β-каротина.

17. Напишите структурные формулы хромана, α-токоферола (5,7,8 – trimetiltokol), β-токоферола (5,8-dimetiltokol), и γ-токоферола(7,8-dimetiltokol).

18. Напишите формулу 2-метил-1,4-нафтохинона, филлохинона и менахинона.

19. Напишите реакцию получения эргокальциферола из эргостерина, и реакцию получению холекальциферола из холестерола через промежуточное соединение – 7-дегидрохолестерин.

20. Напишите схему образования убихинона, заменяя названия веществ формулами: тирозин → 2-карбоксиленол → 2-карбоксиполипренилфенол → полипренилфенол → 5-гидрокси-2-полипренилфенол → 1,4 – бензохинон-2-метокси-5-метилполипренил → 3-десмтилубихинон → убихинон

21. Напишите формулу тиамина и тиаминпирофосфата.

22. Напишите уравнение синтеза тиамина из 4-метил-5-оксиэтилтиазола и 2-метил-4амино-5хлорметилпириимицина.

23. Напишите уравнение реакции синтеза рабофлавина конденсацией 3,4-диметилфенил-D-рибитиламина и виолуровой кислоты.

24. Напишите формулу пантотеновой кислоты и коэнзима А.

25. Напишите уравнения реакций синтеза пантотеновой кислоты, происходящий в клетках *Escherichia coli* из α-кето-β,β-диметилпропионовой кислоты (α-кетоизовалериановой кислоты) и формальдегида.

26. Напишите формулы никотиновой кислоты, амида никотиновой кислоты и формулу β-пиридинсульфоновой кислоты (антивитамин витамина B₅).

27. Напишите схему синтеза никотиновой кислоты из триптофана.

28. Напишите схему синтеза никотиновой кислоты из никотина и анабазина

29. Напишите формулы пиридоксина, пиридоксала, пиридоксамина и изониазида (антивитамин В₆). Укажите медицинское значение изониазида.
30. Напишите формулу цианкобаламина и 1,2 дихлордиаминобензола (антивитамин В₁₂).
- 31 Напишите формулу коферментной формы витамина В₁₂.
32. Напишите схему синтеза витамина В12 в клетках микроорганизмов из сукцинила-КоА и глицина.
33. Напишите уравнение реакции образования пангамовой кислоты из глюконовой кислоты и диметилглицина.
34. Напишите формулу фолиевой кислоты и аминоптерина (антивитамина фолиевой кислоты).
35. Напишите формулу тетрагидрофолиевой кислоты (ТГФК) и уравнение реакции инициации синтеза белка – перенос формильной группы с N-формил-5,6,7,8-тетрагидрофолиевой кислоты на метионил-тРНК с образованием ТГФК и формилметионил-тРНК. Назовите фермент.