

**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
1.2. Лекция №2 Формирование трехмерной структуры белка в клетке. Физико-химические свойства белков.....	4
1.3. Лекция №3 Строение основных липидов организма. Переваривание липидов.....	6
1.4. Лекция №4 Обмен ТАГ, кетонных тел, эйкозаноидов и холестерина.....	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, кетонных тел, эйкозаноидов и холестерина.....	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 amino- 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	
2. Аланин	Ала	Ala A	
3. Валин	Вал	Val V	
4. Лейцин	Лей	Leu L	
5. Изолейцин	Иле	Ile I	
II. Аминокислоты, содержащие в алифатическом радикале дополнительную функциональную группу			
Гидроксильную группу			
6. Серин	Сер	Ser S	-CH ₂ -OH
7. Треонин	Тре	Thr T	-CH(OH)-CH ₃
Карбоксильную группу			
8. Аспарагиновая кислота	Асп	Asp D	-CH ₂ -COOH
9. Глутаминовая кислота	Глу	Glu E	-CH ₂ -CH ₂ -COOH
Амидную группу			
10. Аспарагин	Асп	Asn N	-CH ₂ -CO-NH ₂
11. Глутамин	Гли	Gln Q	-CH ₂ -CH ₂ -CO-NH ₂
Аминогруппу			
12. Лизин	Лиз	Lys K	-(CH ₂) ₄ -NH ₂
Гуанидиновую группу			
13. Аргинин	Арг	Arg R	-(CH ₂) ₃ -NH-C(=NH)-NH ₂
Серу			
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 -
17. Тирозин	Тир	Tyr Y	-CH ₂ -
IV. Аминокислоты с гетероциклическими радикалами			
18. Триптофан	Три	Trp W	-CH ₂ -
19. Гистидин	Гис	His H	-CH ₂ -
V. Иминокислота			
20. Пролин	Про	Pro P	-COOH 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 - С-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 С-концевой аминокислоты. Например, тетрапептид Сер-Гли-Про-Ала читается как серилглицилпроли-лаланин.

Пептидная связь, образуемая иминой группой 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 удаётся 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, стабилизированных 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 - $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{SH}$) приводит к разрыву дисульфидных связей и восстановлению SH-групп цистеиновых 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. Сульфгидрильные

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 миоглобина. 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 мембраны, 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. 3. Лекция №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, холестерином или амидной связью с аминспиртом 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 холестерина.»

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:

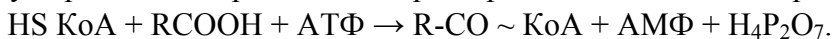
1. Всасывание продуктов гидролиза липидов

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 мембраны внутрь клеток. Вместе с продуктами гидролиза липидов всасываются жирорастворимые витамины А, D, 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 голодании 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 голодании 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. Метаболический 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 дигидроксиацетонфосфата - 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 дигидроксиацетонфосфата - 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 GLUT-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 миллона, раствор желатина, мед, 0,1% спиртовой раствор, 0,1г α -нафтола, 2%-ный раствор гипобромит 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 нитропруссиды 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 остыть. 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 розовато-фиолетовое окрашивание. Необходимо избегать прибавления избытка раствора сульфата меди, так как голубая окраска получающегося гидроксида меди может маскировать реакцию.
3. Проводят 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 реактив Миллона содержит соли ртути и азотную кислоту. Содержимое пробирки осторожно нагревают. Осадок окрашивается в кирпично-красный цвет.

Следует избегать прибавления избытка реактива Миллона, так как этот реактив 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. Прodelьвают 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 нитропрусида 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. Прodelьвают 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. Прodelьвают 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 аммиака, 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 проводят 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 реактива и кипятят несколько минут. Раствор окрашивается в лимонно-желтый цвет, а при стоянии выпадает осадок такого же цвета фосфомолибденовокислого 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 проводят 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 холоду 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 взвешивают 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:

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

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. Стеклопалочкой. 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 холестерина.»

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 реактив, дистиллированная вода, ФЭК

2.4.4 Описание (ход) работы:

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

Ход работа:

В пробирке смешивают 0.1 мл сыворотки крови и 5 мл гепаринового реактива, интенсивно встряхивают и оставляют стоять в течение 15 мин при комнатной температуре. Затем снова встряхивают и измеряют оптическую плотность пробы (А) 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 К
4. Витамин F
5. Витамин B₁
6. Витамин B₂
7. Витамин B₃
8. Витамин B₅
9. Витамин B₆
10. Витамин B_c
11. Витамин B₁₂
12. Витамин Н
13. Витамин С
14. Витамин Р
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)		

В ₆ В ₁₂ С Н		
---	--	--

3. Заполните таблицу.

Название витамина	Источники	Значение для обмена веществ	Обмен в организме	Гипо-, и а- гипервита- минозы	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 В₁?

7. На чем основана реакция обнаружения витамина В₂?

8. На чем основана реакция обнаружения витамина РР?

9. На чем основана реакция обнаружения витамина В₆?

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

11. Укажите пищевые вещества, содержащие наибольшее количество витаминов А, Д, Е, F, В₁, В₂, В₆, В₁₂, РР 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 – триметилтокол), β-токоферола (5,8-диметилтокол), и γ-токоферола (7,8-диметилтокол).

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

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

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

21. Напишите формулу тиамин и тиаминпирофосфата.

22. Напишите уравнение синтеза тиамин из 4-метил-5-оксиэтилтиазола и 2-метил-4-амино-5-хлорметилпиримидина.

23. Напишите уравнение реакции синтеза рабофлавина конденсацией 3,4-диметилфенил-D-рибитамина 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 В₅).

27. Напишите схему синтеза никотиновой кислоты из триптофана.

28. Напишите схему синтеза никотиновой кислоты из никотина и анабазина

29. Напишите формулы пиридоксина, пиридоксаля, 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.