**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**
**«ВЕРХНЕВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОБИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»)**

институт ветеринарной медицины и биоинженерии

УТВЕРЖДЕНА
протоколом заседания
методической комиссии института
№ 2 от «14» мая 2026 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## «Биологическая химия»

| | |
|---|---|
| Направление подготовки / специальность | 36.03.02 Зоотехния |
| Направленность(и) (профиль(и)) | **Управление живыми биологическими системами в АПК**<br>**Нутрициология в практике животноводства**<br>**Практическая иппология**<br>**Охотоведение, содержание и разведение диких и промысловых животных**<br>**Генетика, генетические методы в практике животноводства**<br>**Кинология** |
| Уровень образовательной программы | Бакалавриат |
| Форма(ы) обучения | Очная, заочная |
| Трудоёмкость дисциплины, ЗЕТ | 4 |
| Трудоёмкость дисциплины, час. | 144 |

Разработчик:

Доцент кафедры прикладных биотехнологий _____ Вирзум Л.В
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой прикладных биотехнологий _____ Вирзум Л.В
(подпись)

Иваново 2026

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цель освоения дисциплины – дать студентам теоретические, методологические и практические знания, формирующие современную химическую основу для освоения профилирующих учебных дисциплин и выполнения основных профессиональных задач:

Задачи:

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | |
|---|---|
| В соответствии с учебным планом дисциплина относится к | Обязательной части образовательной программы |
| Статус дисциплины | базовая |
| Обеспечивающие (предшествующие) дисциплины, практики | Школьные курсы химии и физики, неорганическая и аналитическая химия, органическая и физколлоидная химия, физика, биология |
| Обеспечиваемые (последующие) дисциплины, практики | Ветеринарно-санитарная экспертиза сырья и продуктов животного происхождения, пищевые и биологически активные добавки, физиология питания и т.д. |

## 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) (ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ)

| Шифр и наименование компетенции | Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения | Номер(а) раздела(ов) дисциплины (модуля), отвечающего(их) за формирование данного(ых) индикатора(ов) достижения компетенции |
|---|---|---|
| ОПК-2. Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности | ИД-1$_{ОПК-2}$ Демонстрирует знание основных законов и методов исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности. | Все разделы |
| | ИД-2$_{ОПК-2}$ Использует знания основных законов и методов исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности. | Все разделы |
| | ИД-3$_{ОПК-2}$ Применяет основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности. | Все разделы |

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 4.1. Содержание дисциплины (модуля)

***4.1.1. Очная форма:***

### 4.1. Содержание дисциплины (модуля)

| № п/п | Темы занятий | Виды учебных занятий и трудоемкость, час. | троль зна- | Применяемые активные и интерактивные технологии обучения |
|---|---|---|---|---|

| | | лекции | практические (семинарские) | лабораторные | самостоятельная работа | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1.** | **Предмет биохимии** | | | | | | |
| 1.1. | Предмет биохимии, ее значение для сельскохозяйственного производства, биотехнологии и других областей науки и народного хозяйства. Краткая история биологической химии, роль отечественных ученых в ее развитии. | | 3 | | 2 | УО, КР Э | |
| 1.2. | **Белки. Пептиды**. Распространение в природе. Содержание белков в органах и тканях животных. Функции белков, методы их выделения, очистки, изучения. Природные пептиды. | 2 | | 3 | 6 | К, ВЛР Э | Лекция – визуализация. |
| **2. Классы биологически активных соединений.** | | | | | | | |
| 2.1. | **Витамины и витаминоподобные вещества.**Определение витаминов как важнейших биологически активных веществ. Понятие об авитаминозах, гиповитаминозах, гипервитаминозх, антивитаминах. Классификация и номенклатура витаминов: буквенная, химическая, физиологическая. Жирорастворимые витамины групп A, D, E, K, Q, F. Водорастворимые витамины. Витаминыгруппы B, H, C, P, U. | | | 6 | 6 | ВЛР Э | |
| 2.2. | **Понятие о ферментах как биологических катализаторах.** Химическая природа. «Однокомпонентные» и «двухкомпонентные» ферменты. Активный центр. Аллостерический центр. Основные свойства ферментов; факторы, определяющие активность ферментов. Современная номенклатура и классификация ферментов. Понятие о проферментах (зимогенах) и их важной роли в регуляции ферментативной активности. | 4 | 2 | | 6 | УО, К Э | |
| 2.3 | Кинетика ферментативных реакций, механизм действия ферментов. Изоферменты, клиническое значение их определения. | 2 | | | 6 | УО Э | Лекция – визуализация. |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Принципы энзимодиагностики. | | | | | | |
| 2.4 | Гормоны. Их роль в обмене веществ. Механизм действия гормонов. Гормоны щитовидной железы, гормоны поджелудочной железы, гормоны паращитовидной железы, гормоны мозгового слоя коры надпочечников, гормоны половых желез: структура, свойства и биологическое значение. | 6 | 2 | 3 | 12 | ВЛР Э | Лекция – визуализация. |
| **3. Обмен веществ и энергии в организме.** | | | | | | | |
| 3.1 | Пути метаболизма. Биологическое окисление. Тканевое дыхание. Окисление сопряженное с фосфорилированием. | 2 | 2 | | 6 | К Э | Лекция – визуализация. |
| 3.2 | *Обмен углеводов.* Гликолиз. Аэробный путь окисления углеводов. Энергетический баланс аэробного и анаэробного окисления углеводов. | 2 | | 2 | 10 | УО Э | Лекция – визуализация. |
| 3.3 | *Обмен липидов.* Биологическое значение липидов. Промежуточный обмен липидов в тканях. | 2 | 2 | 2 | 6 | Р, УО Э | Лекция – визуализация. |
| 3.4 | *Обмен белков.* Распад белков в пищеварительном тракте. Особенности превращений азотсодержащих веществ у жвачных. Пути обезвреживания аммиака в организме. Орнитиновый цикл мочевинообразования. | 2 | | | 6 | Р, УО Э | |
| 4 | **Биохимия биологических жидкостей и тканей.** | | | | | | |
| 4.1 | Химический состав крови. Белки, углеводы, липиды и другие органические вещества крови. Минеральный состав крови. | 2 | | | 4 | Р Э | |
| 4.2 | **Реакции обезвреживания (детоксикации) веществ в печени;** окисление (гидроксилирование и др.), конъюгация. Инактивация гормонов в печени. Обезвреживание в печени продуктов микробного расщепления аминокислот в кишечнике. Обезвреживание билирубина. Прямой и непрямой билирубин. Нарушение обмена билирубина. | | | | 2 | Р, Э | |
| 4.3 | **Биохимия молочной железы, молозива, молока.** Обмен веществ в молочной железе. Состав и физико-химические свойства молока и молозива у разных видов животных. Биосинтез компонентов молока (белки, жиры, углеводы и др.), регуляция | 2 | 3 | | 4 | Р, Э | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | молокообразования. | | | | | | |
| 4.4 | **Биохимия нервной ткани.** Химический состав нервной ткани. Белки, углеводы, липиды нервной системы. Небелковые экстрактивные и минеральные вещества. Функциональная связь между состоянием нервной ткани и обменом веществ, химизм передачи нервного импульса. | 1 | | | 2 | УО Э | |
| 4.5 | **Биохимия костной и соединительной ткани, кожи и шерсти.**Состав и свойства костной ткани у животных. Особенности обмена веществ.Коллаген. Эластин. Протеогликаны. Мукополисахариды. Биохимические изменения соединительной ткани при старении и патологических процессах. | 1 | | | 2 | Р, Э | |
| 4.6 | **Биохимия кожи.** Химический состав шерсти и шерстная продуктивность. Факторы повышения шерстной продуктивности. | 1 | | | 2 | Р, Э | |
| 4.7 | **Биохимия почек.** Особенности обмена веществ в почках. Патологические компоненты мочи – белок, кровь, сахар, кетоновые (ацетоновые) тела, билирубин, уробилин, порфирины. Химический состав мочи птиц. | 1 | | | 2 | Р, Э | |

***4.1.2. Заочная форма:***

| № п/п | Темы занятий | Виды учебных занятий и трудоемкость, час. | | | | Контроль знаний* | Применяемые активные и интерактивные технологии обучения |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | лекции | практические (семинарские) | лабораторные | самостоятельная работа | | |
| **2.** | **Предмет биологической химии** | | | | | | |
| 1.1. | Предмет биологической химии **Белки. Пептиды**. Распространение в природе. Содержание белков в органах и тканях животных. Функции белков, мето- | 1 | | | 8 | ВЛР, Э | Лекция – визуализация. |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ды их выделения, очистки, изучения. Природные пептиды.. | | | | | | |
| **2. Классы биологически активных соединений.** | | | | | | | |
| 2.1. | **Витамины и витаминоподобные вещества.** Классификация и номенклатура витаминов: буквенная, химическая, физиологическая. Жирорастворимые витамины групп A, D, E, K, Q, F. Водорастворимые витамины. Витаминыгруппы B, H, C, P, U. | | | 2 | 12 | К, КР, ВЛР, Э | |
| 2.2. | **Понятие о ферментах как биологических катализаторах.** Химическая природа. «Однокомпонентные» и «двухкомпонентные» ферменты. Активный центр. Аллостерический центр. Основные свойства ферментов; факторы, определяющие активность ферментов. Современная номенклатура и классификация ферментов. Понятие о проферментах (зимогенах) и их важной роли в регуляции ферментативной активности. | 1 | | 2 | 8 | УО, К, Э | Лекция – визуализация. |
| 2.3 | Кинетика ферментативных реакций, механизм действия ферментов. | | | | 10 | УО, Э | |
| 2.4 | Гормоны. Их роль в обмене веществ. Механизм действия гормонов: структура, свойства и биологическое значение. | 1 | | 2 | 12 | ВЛР, Э | Лекция – визуализация. |
| **3. Обмен веществ и энергии в организме.** | | | | | | | |
| 3.1 | Пути метаболизма. Биологическое окисление. Тканевое дыхание. Окисление, сопряженное с фосфорилированием. | 1 | 2 | 2 | 12 | ВЛР К, Э | Лекция – визуализация. |
| 3.2 | *Обмен углеводов.* Гликолиз. Аэробный путь окисления углеводов. Энергетический баланс аэробного и анаэробного окисления углеводов. | | | | 10 | УО, Э | Лекция – визуализация. |
| 3.3 | *Обмен липидов.* Биологическое значение липидов. Промежуточный обмен липидов в тканях. | | 2 | | 12 | ВЛР УО, Э | |
| 3.4 | *Обмен белков.* Распад белков в пищеварительном тракте. Особенности превращений азотсодержащих веществ у жвачных. Пути обезвреживания аммиака в организме. Орнитиновый цикл мочевинообразования. | 1 | | | 12 | УО, Э | Лекция – визуализация. |
| 4 | **Биохимия биологических жидкостей и тканей.** | | | | | | |
| 4.1 | Химический состав крови. Белки, углеводы, липиды и другие | 1 | | | 10 | Э | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | органические вещества крови. Минеральный состав крови. | | | | | | |
| 4.2 | **Биохимия печени.** Роль печени в обмене углеводов, липидов, аминокислот. Синтез белков плазмы крови в печени. | | | | 10 | Э | |
| 4.3 | **Биохимия молочной железы, молозива, молока.** Обмен веществ в молочной железе. Состав и физико-химические свойства молока и молозива у разных видов животных. Биосинтез компонентов молока (белки, жиры, углеводы и др.), регуляция молокообразования. | | | | 14 | Э | |

* Указывается форма контроля. Например: УО – устный опрос, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – реферат, Д – доклад, КЗ – кейс-задача.

* Указывается форма контроля. Например: УО – устный опрос, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – реферат, Д – доклад, КЗ – кейс-задача.

***4.2.1. Очная форма:***

| Вид занятий | 1 курс | | 2 курс | | 3 курс | | 4 курс | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 сем. | 2 сем. | 3 сем. | 4 сем. | 5 сем. | 6 сем. | 7 сем. | 8 сем. |
| Лекции | | | 30 | | | | | |
| Лабораторные | | | 16 | | | | | |
| Практические | | | 14 | | | | | |
| Итого контактной работы | | | 60 | | | | | |
| Самостоятельная работа | | | 84 | | | | | |
| Форма контроля | | | Э | | | | | |

***4.2.2. Заочная форма:***

| Вид занятий | 1 курс | 2 курс | 3 курс | 4 курс | 5 курс |
|---|---|---|---|---|---|
| Лекции | | 6 | | | |
| Лабораторные | | 8 | | | |
| Практические | | 4 | | | |
| Итого контактной работы | | 18 | | | |
| Самостоятельная работа | | 126 | | | |
| Форма контроля | | К, Экз | | | |

## 5. ОРГАНИЗАЦИЯ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 5.1. Содержание самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

В течение семестра студентам рекомендуется выбрать из предлагаемого списка темы эссе и рефератов наиболее интересные для них. В соответствии с календарно - тематическим планом освоения дисциплины по выбранной теме подготовить краткое сообщение с презентацией. В процессе подготовки к выступлению и занятию преподаватель консультирует студента, помогает более красочно и интересно раскрыть тему.

### СПИСОК ТЕМ РЕФЕРАТОВ

1. Дисперсные системы организма.
2. Основные свойства коллоидных растворов, растворов высокомолекулярных веществ, микродисперсных систем (суспензий, эмульсий).
3. Поверхностные явления. Сущность и виды адсорбции.
4. Поверхностноактивные вещества. Гидрофильность и гидрофобность материалов.
5. Свойства растворов высокомолекулярных веществ на примере белков.
6. Суспензии, эмульсии, аэрозоли в жизни животных, их практическое значение.
7. Понятие о клеточной локализации ферментов.
8. Цитохромы и их роль?
9. Химическая природа и источники витаминов.
10. Общие свойства и биологическая роль витаминов.
11. Гипервитаминозы, гиповитаминозы и авитаминозы для разных витаминов. Проявляемые признаки.
12. Понятие антивитамины и их биологическая роль.
13. Гормоны передней доли гипофиза (аденогипофиз). Природа и биологическое действие соматотропина.
14. Гормоны задней доли гипофиза, химическая природа и биологическое действие вазопрессина, окситоцина.
15. Гормоны щитовидной железы (тиреоидные).
16. Гормоны поджелудочной железы (инсулин, глюкагон, липокаин, ваготонин) и их природа.
17. Биологическое действие гормонов яичников. Применение их синтетических аналогов в животноводстве и ветеринарной медицине.
18. Гормон желтого тела яичника и его роль в организме самок.
19. Гормоноиды желудочно-кишечного тракта.
20. Нейрогормоны: гистамин, серотонин, ацетилхолин.
21. Назовите основные углеводы корма и организма животных.
22. Основные этапы переваривания углеводов корма у моногастричных животных.
23. Особенности переваривания углеводов корма у жвачных животных.
24. Виды брожения углеводов в преджелудках у жвачных животных.Состав и механизм дей-ствия фосфатной буферной системы.
25. Состав и механизм действия гемоглобиновой буферной системы.
26. Водорастворимые витамины группы В: физиологическая роль, гипо - , гипервитаминозы, суточная потребность для различных групп животных.
27. Аскорбиновая кислота и витамин К. Совместная роль для организма.
28. Антивитамины.
29. Роль метаболизма для живых клеток.
30. Расщепление углеводов в пищеварительном тракте жвачных животных.
31. Расщепление углеводов в пищеварительном тракте нежвачных животных.
32. Ксенобиотики. Образование и детоксикация в организме.
33. Гормоны коры надпочечников.
34. Механизм образования энергии в митохондриях.
35. Биохимический состав молока.
36. Биохимия мышечной ткани.
37. Биохимия нервной ткани.
38. Биохимия почек. Утилизация $NH_3$ в орнитиновом цикле.
39. Роль печени в детоксикации вредных веществ.
40. Обмен гормонов в печени.
41. Обмен витаминов в печени.
42. Пищеварительные гормоны.
43. Гормоны жировой ткани.

44. Карнитин. Образование в организме, дополнительные источники, биологическая роль.
45. Креатинин. Ключевой показатель работы почек.
46. Функция желчных кислот.
47. Антиоксиданты. Правда и миф.
48. Пентозо – фосфатный цикл: механизм реализации и биологическая роль.
49. Образование NH3 в организме.
50. Польза и вред холестерина для организма.
51. Биохимия свиного сала.
52. Микроэлементы в организме животных. Потребление и накопление в органах и тканях.
53. Регуляция обмена минералов в организме животных.
54. Регуляция водного обмена в организме животных.
55. Гниение белков в ЖКТ животных.
56. Механизмы нейтрализации продуктов гниения у животных.
57. Кетоновые тела. Механизм образования и биологическая роль.

**Темы, выносимые на самостоятельную проработку:**

– **Темы, выносимые на самостоятельную проработку:**

1. Буферные системы крови.
2. Что такое дисперсная система? Приведите примеры дисперсных систем.
3. Назовите основные свойства коллоидных растворов, растворов высокомолекулярных веществ, микродисперсных систем (суспензий, эмульсий).
4. Поверхностные явления. Сущность и виды адсорбции. Поверхностноактивные вещества. Гидрофильность и гидрофобность материалов.
5. Свойства растворов высокомолекулярных веществ на примере белков.
6. Суспензии, эмульсии, аэрозоли в жизни животных, их практическое значение.
7. Гормоны поджелудочной железы (инсулин, глюкагон, липокаин, ваготонин), их природа.
8. Биологическое действие гормонов яичников. Применение их синтетических аналогов в животноводстве и ветеринарной медицине.
9. Гормон желтого тела яичника и его роль в организме самок.
10. Гормоноиды желудочно-кишечного тракта.
11. Нейрогормоны: гистамин, серотонин, ацетилхолин.
12. Назовите основные углеводы корма и организма животных.
13. Основные этапы переваривания углеводов корма у моногастричных животных.
14. Особенности переваривания углеводов корма у жвачных животных.
15. Виды брожения углеводов в преджелудках у жвачных животных.

**5.2. Контроль самостоятельной работы**

Аудиторная СРС включает использование специализированных дисплейных классов для выполнения отдельных видов СРС, тестирование и др. (Читальный зал и Ауд. 213) Внеаудиторная СРС включает, в частности, следующие виды деятельности:

- проработку учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе, электронных учебных ресурсов);
- изучение тем теоретического курса, запланированных для самостоятельного освоения;
- написание рефератов и выступления с докладами на практических занятиях.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется в соответствии с действующей в академии бально – рейтинговой системой следующим образом:

- Контрольные работы, устные опросы, коллоквиумы.
- Выступление и защита реферата.

В процессе подготовки к занятию, контрольной работе, коллоквиуму или докладу преподаватель консультирует студента, помогает более полно и глубоко изучить заданную тему.

**5.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, методические указания и разработки кафедры, указанные в п. 6.1. – 6.6.

Для выполнения студентами самостоятельной работы не предусмотрено методических рекомендаций и указаний. На лабораторно – практических занятиях студенты получают индивидуальные задания и выполняют их к следующему занятию:

В соответствии с календарно - тематическим планом освоения дисциплины по выбранной теме подготовить краткое сообщение с презентацией. В процессе подготовки к выступлению и занятию преподаватель консультирует, направляет студента, помогает более красочно и интересно раскрыть заданную тему. Аудиторная СРС включает использование специализированных дисплейных классов для выполнения отдельных видов СРС. Внеаудиторная СРС включает, в частности, следующие виды деятельности:

- проработку учебного материала (составление конспектов учебной и научной литературы, работа с электронными учебными ресурсами);
- изучение тем теоретического курса, запланированных для самостоятельного освоения;
- написание рефератов и выступления с докладами на практических занятиях.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**6.1. Основная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины**

1) Биохимия животных: под ред. А.В. Чечеткина, учебник для студ. зооинженер.и ветеринарн.ф-тов с.х.вузов. - М.: Высшая школа,. 1982 г. 511с.
2) Биологическая химия: учебник [Электронный ресурс] : учеб. / А.Д. Таганович [и др.]. — Электрон. дан. — Минск : "Вышэйшая школа", 2016. — 671 с. https://e.lanbook.com/book/92450 — Загл. с экрана.…

**6.2. Дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины**

1) Хазипов, Н.З. Биохимия животных с основами физколлоидной химии. Казань, 1999. – 291 с.
2) Биохимия животных / А. И. Кононский. - 3-е изд.,перераб. и доп. - М. : Колос, 1992. – 526 с

**6.3. Ресурсы сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины (модуля)**

1. Образовательный портал УниверТВ с видеолекциями и научно-популярными видеоматериалами по различным естественнонаучным дисциплинам, в том числе и химии http://univertv.ru/video/himiya/
2. Библиотека ВГАУ https://v-gau.ru/about/library/o-biblioteke.php?clear_cache=Y
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам http://window.edu.ru

**6.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

1) Шаповалова Т.А., Кузьмина Т.А.. Белки. Учебно-методическое пособие. Иваново, ИГСХА, 2014 г, 32 с.
2) Субботкина И.Н., Шаповалова Т.А. Витамины. Ивановская ГСХА. им. академика Д.К. Беляева, 2015 г. Учебное пособие.
3) Наумова И.К. Коллоидные растворы. Растворы ВМС Ивановская ГСХА. им. академика Д.К. Беляева, 2014. Учебное пособие

4) Наумова И.К., Субботкина И.Н. Гормоны. Учеб.пособие для самост. раб. студ. Вет. и Зоо. Иваново, ИГСХА - 2017. 28 с.

**6.5. Информационные справочные системы, используемые для освоения дисциплины (модуля) (при необходимости)**

1) Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com/ ;
2) Научная электронная библиотека http://e-library.ru

**6.6. Программное обеспечение, используемое для освоения дисциплины**

- Операционная система типа Windows
- Пакет программ общего пользования Microsoft Office
- Интернет-браузеры

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| № п/п | Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр. | Краткий перечень основного оборудования |
|---|---|---|
| 1. | «учебная аудитория, предназначенная для проведения занятий лекционного типа». | укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и переносными учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины, а также техническими средствами обучения: стационарным мультимедийным проектором, портативным компьютером типа «Ноутбук», стационарным раздвижным экраном). |
| 2. | «Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации» | Специализированная (учебная) мебель, переносные технические средства обучения (проектор, ноутбук, экран). Дистилляторы ДЭ-4-2м, сушильный шкаф, водяные бани, комплекты лабораторной химической посуды, плитка электрическая. |
| 3. | «Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации». | Специализированная (учебная) мебель, переносные технические средства обучения (проектор, ноутбук, экран). Вытяжные шкафы, дистиллятор, весы технические ВЛТК-500, термостат, фотоэлектроколориметр ФЭК – КФК-2, штативы лабораторные, наборы для титрования, муфельная печь. |
| 4. | Помещение для самостоятельной работы | укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой (15 ПК) с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, принтером, 3 сканерами |

**Приложение № 1**
**к рабочей программе по дисциплине (модулю)**

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

**« Биологическая химия)»**

## 1. Перечень компетенций, формируемых на данном этапе

***1.1. Очная,заочная форма:***

| Шифр и наименование компетенции | Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения | Форма контроля* | Оценочные средства |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ОПК-2. Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности | ИД-1$_{ОПК-2}$ Демонстрирует знание основных законов и методов исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности. | К, УО, Т, Р , Э, 3-й сем | Комплекты тестов, задания для контрольных работ, коллоквиумов. Комплект экзаменационных вопросов |
| | ИД-2$_{ОПК-2}$ Использует знания основных законов и методов исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности. | УО, Т, ВЛР, К, Э, 3-й сем | Комплекты тестов, задания для контрольных работ, коллоквиумов. Комплект экзаменационных вопросов |
| | ИД-3$_{ОПК-2}$ Применяет основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности. | УО,Т, ВЛР, К, Э, 3-й сем | Комплекты тестов, задания для контрольных работ, коллоквиумов. Комплект экзаменационных вопросов |

** Указывается форма контроля. Например: УО – устный опрос, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – реферат, Д – доклад, КЗ – кейс-задача, Э – экзамен.*

## 2. Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на данном этапе их формирования

| Показатели | Критерии оценивания* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| | не зачтено | зачтено | | |
| Полнота знаний | Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки | Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок |
| Наличие умений | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки | Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Наличие навыков (владение опытом) | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов |
| Характеристика сформированности компетенции | Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач | Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач | Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач |
| Уровень сформированности компетенций | Низкий | Ниже среднего | Средний | Высокий |

** Преподаватель вправе изменить критерии оценивания в соответствии с ФГОС ВО и особенностями ОПОП.*

## 3. Оценочные средства

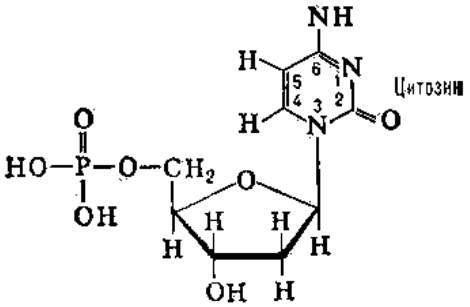
По нижеприведенной схеме приводятся типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций на данном этапе (см. таблицу 1).

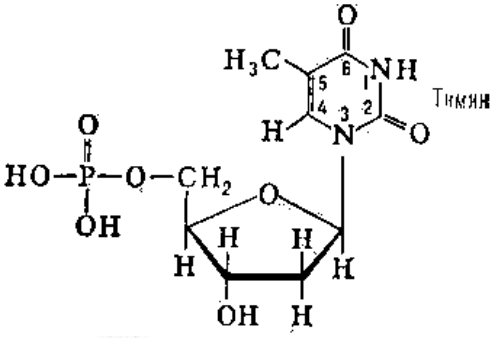
### 3.1. Вопросы для проведения устных опросов и коллоквиумов по темам

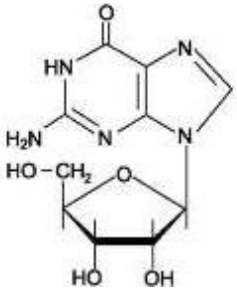
#### 3.1.1. Вопросы по теме «*Белки, пептиды, нуклеиновые кислоты*».

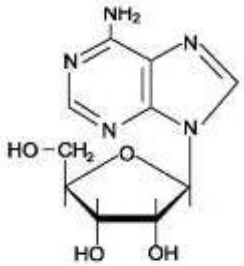
1. Какое вещество является основным растворителем в живых системах?
2. Что изучает наука биохимия?
3. Какие источники воды для организма вы знаете? Перечислите, с пояснениями.
4. Дать определение осмосу и осмотическому давлению.
5. Растворы с какой концентрацией приводят к цитолизу? Дать название процессу, происходящему в таком растворе на примере эритроцитов.
6. В каких растворах происходит плазмолиз?
7. Перечислите ионы, входящие в состав внеклеточной жидкости.
8. Что входит в состав клеточной жидкости? (перечислить вещества и ионы).
9. Что такое изотонический раствор?
10. Какие вещества используются в ветеринарной практике для приготовления физиологических растворов? Какие концентрации они имеют?
11. Антидиуретический гормон. Механизм его выработки.
12. Функции гормона альдостерона, где он вырабатывается?
13. В каком пределе может смещаться кислотность среды без особых угроз здоровью и жизни животного?
14. К чему может привести смещение pH на 1 единицу кислотности?
15. Дать определение ацидозу. Какие типы его Вам известны?
16. Дать определение алкалозу. Какие типы его Вам известны?

17. Причины и последствия метаболического алкалоза.
18. Причины и последствия дыхательного алкалоза.
19. Причины и последствия метаболического ацидоза.
20. Причины и последствия дыхательного ацидоза.
21. Перечислите (с примерами и пояснениями) основные функции белков в организме.
22. Дайте классификацию белковых молекул по нескольким признакам.
23. Что такое простетическая группа? В каком классе белков она присутствует?
24. Какое вещество выполняет роль простетической группы в фосфопротеинах?
25. Какое вещество выполняет роль простетической группы в нуклеопротеинах?
26. Какое вещество выполняет роль простетической группы в гликопротеинах?
27. На какую химическую связь является качественной Биуретовая реакция? Какой цвет при этом проявляется и при воздействии какого реагента?
28. Перечислите, компоненты каких веществ входят в состав липопротеидов? В состав каких структурных единиц входят эти вещества?
29. Какие химические связи характерны для II структуры белковых молекул?
30. Какие химические связи характерны для I структуры белковых молекул?
31. Какие химические связи характерны для III структуры белковых молекул?
32. Какие химические связи характерны для IV структуры белковых молекул?
33. Что такое нуклеозид?
34. Что такое нуклеотид?
35. Какие функции нуклеиновых кислот Вам известны?
36. Перечислите функции нуклеотидов.
37. Что изображено на рисунках?





38. Какой состав и механизм действия у гидрокарбонатной буферной системы?
39. Какой состав и механизм действия у гемоглобиновой буферной системы?
40. Какой состав и механизм действия у фосфатной буферной системы?
41. Перечислите факторы, влияющие на денатурацию белковых молекул.
42. Каким образом реализуется обратимая денатурация и в результате чего она может быть снята?
43. В чем отличие протеинов и протеидов? Приведите примеры веществ из каждого класса.

**Тема 2 Ферменты**

1.Что означают термины «ферменты» и «энзимы»?

2.Какова природа ферментов и их основное предназначение?
3.Одно- и двухкомпонентные ферменты. Понятие апофермент, кофермент и холофермент (активный фермент).
4.Где и по какой схеме осуществляется биосинтез ферментов?
5.Понятие о клеточной локализации ферментов. Какие ферменты размещены в митохондриях, рибосомах, цитоплазме и ядре клеток?
6.Из каких материалов (сырье) получают ферменты и какие приемы и методы используются?
7. Каков температурный оптимум действия ферментов и что такое термолабильность и термостабильность?
8.Как влияет активная реакция среды на деятельность ферментов? Приведите оптимум РН для ферментов слюны, желудочного сока и сока поджелудочной железы.
9. Специфичность действия ферментов. Понятие о групповой и индивидуальной специфичности. Энтеропептидаза какой тип специфичности у данного фермента?
10. Активаторы ферментов. Примеры специфических и неспецифических активаторов.
11 Ингибиторы ферментов. Примеры конкурентных и неконкурентных ингибиторов.
12. Понятие «активность фермента». Как выражается и определяется активность ферментов?
13. Что такое обратимость действия ферментов?
14. Какие соединения называются коферментами и какими свойствами они обладают?
15. Назовите основные коферменты - производные витаминов.
16. Расшифруйте НАД$^+$, НАДФ$^+$, ФМН, ФАД, ТПФ, КоА.
17. Что такое цитохромы и какова их роль?
18. Дайте пояснения изоферментам.
19. Понятие об энергетическом барьере, энергии активации и скорости ферментативной реакции.
20. Что такое активный центр молекулы фермента?
21. Основные этапы действия фермента по теории ферментативного катализа.
22. Принципы классификации и номенклатуры ферментов. Назовите основные классы ферментов.
23. Дайте характеристики оксиредуктазам и назовите основные их представителей.
24. Дайте характеристику классу гидролазы.
25. Напишите реакции действия липазы на жиры, протеазы на белки, амилазы на крахмал.
26. Понятие о проферментах.
27. Пепсиноген и трипсиноген вырабатываются в клетках слизистой оболочки в неактивной форме. Под влиянием каких факторов они переходят в активное состояние?
28. Напишите схему расщепления углеводов, протеинов и липидов корма под влиянием ферментов пищеварительных соков в желудочно-кишечном тракте у моно- и полигастричных животных. Укажите роль микроорганизмов и их ферментов в этом процессе.
29. Ферменты в медицине и ветеринарии.
30. Ферменты в зоотехнии и биотехнологии.

**Тема 3 Витамины и гормоны**

1. Химическая природа и источники витаминов.
2. Витамин F. Природные источники, биологическая роль и признаки гиповитаминоза.
3. Общие свойства и биологическая роль витаминов.
4. Понятия авитаминозы, гиповитаминозы и гипервитаминозы.
5. Антивитамины.
6. Витамин А. Химическая природа и свойства.
7. Основные признаки гипо- и авитаминоза А у молодняка и взрослых животных.
8. Природные источники витамина А. Провитамин А – каротиноиды.
9. Участие витамина А в обмене углеводов, липидов, белков.

10. Роль витамина А для зрения.
11. Витамин Д. Основные свойства и функции.
12. Химическая природа и источники кальциферола. Синтез витаминов Д2 и Д3 в организме.
13. Причины и признаки рахита, остеомаляции и остеопороза.
14. Витамин Е. Химическое строение, свойства, природные источники и потребность животных в витамине Е.
15. Признаки гипо- и авитаминоза Е у животных.
16. Роль витамина К в свертывании крови.
17. Антивитамины К: дикумарол, салициловая кислота.
18. Витамин В1. Признаки гипо- и авитаминоза.
19. Участие в обмене и коферментные функции витамина В1.
20. Роль тиаминпирофосфата (ТПФ) в декарбоксилировании
21. пирувата и образовании ацетил – КоА.
22. Витамин В2. Признаки гипо- и авитаминоза. Флавиновые ферменты.
23. Роль и значение ФАД.
24. Витамин В3 (пантотеновая кислота), как составная часть кофермента КоА. Роль ацетил КоА в активации жирных кислот.
25. Витамин В5 как составная часть коферментов биологического окисления ($НАД^+$, $НАДФ^+$).
26. Витамин С. Химическое строение и свойства. Природные источники, потребность.
27. Участие в обмене, гипо- и авитаминозы С.
28. Что означает термин «гормоны», где осуществляется их синтез?
29. Какова химическая природа и классификация гормонов?
30. Назовите основные белковые гормоны, где они вырабатываются?
31. Какие гормоны относятся к группе стероидных гормонов и где они синтезируются?
32. Пептидные гормоны и гормоны производные аминокислот.
33. В каких железах они образуются?
34. Количество и концентрация отдельных гормонов в организме и время их действия.
35. Понятие о пусковых гормонах и гормонах исполнителях.
36. Что известно о механизме действия гормонов?
37. Гормоны передней доли гипофиза (аденогипофиз). Природа и биологическое действие соматотропина.
38. Роль пролактина, фоллитропина, лютеотропина, тиреотропина, кортикотропина, меланотропина.
39. Гормоны задней доли гипофиза, химическая природа и биологическое действие вазопрессина, окситоцина.
40. Гормоны щитовидной железы (тиреоидные). Роль и значение йода.
41. Гипофункция (кретинизм, эндемический зоб) и гиперфункция (базедова болезнь) щитовидной железы.
42. Гормоны поджелудочной железы (инсулин, глюкагон, липокаин) и их природа.
43. Механизм действия инсулина и глюкагона на углеводный обмен.
44. .Сахарный диабет. Биологичекая роль инсулина. Применение в медицине и ветеринарии.
45. Андрогены, химическая природа, биосинтез.
46. Биологическая роль андрогенов и их применение в животноводстве.
47. Гормоны яичников. Цикличность биосинтеза эстрогенов.
48. Биологическое действие гормонов яичников. Применение их синтетических аналогов в животноводстве и ветеринарной медицине.
49. Гормон желтого тела яичника и его роль в организме самок.
50. Стероидные гормоны надпочечников и их участие и влияние на обмен веществ.

51. Адреналин и норадреналин, действие их на обменные процессы, сердечно-сосудистую систему.
52. Понятие о гормоноидах (паратгормонах).
53. Биосинтез простогландинов и их биологическое действие.
54. Гормоноиды желудочно-кишечного тракта.
55. Нейрогормоны: гистамин, серотонин, ацетилхолин.

**Тема 4. Обмен веществ и энергии**

1. Схема дыхательной цепи. Рассказать механизм действия и значение.
2. Биологическое окисление глюкозы: значение и последовательность реакций.
3. Этапы гликолиза. Ферменты, участвующие в реакциях.
4. Дать определение метаболизма. Приведите примеры.
5. Дать определение анаболизма. Приведите примеры.
6. Дать определение катаболизма. Приведите примеры.
7. Дать определение гликогенеза. В чем его биологическая роль? Перечислите факторы, влияющие на этапы синтеза и перечислите стадии.
8. Что называется глюконеогенезом? Перечислите основные источники в организме для него.
9. Обозначьте основные пути поступления и расходования глюкозы в организме.
10. Объяснить механизм окислительного фосфорилирования. В чем его физиологическое значение и где этот процесс происходит?
11. Объяснить механизм субстратного фосфорилирования. В чем его физиологическое значение и где этот процесс происходит?
12. Реакции окислительного декарбоксилирования пирувата. Состав мультиферментного комплекса и конечный продукт этой реакции.
13. Цикл трикарбоновых кислот. Этапы, их участники и энергетический эффект.
14. Физиологическая роль ЦТК.
15. Возможные причины нарушения в работе ЦТК и их последствия.
16. Основные пластически значимые субстаты в ЦТК и пути их дальнейшего расходования.
17. Напишите циклические формы фруктозы, галактозы, маннозы и глюкозы, образующиеся в живых системах.
18. Какой фермент работает в реакции фосфорилирования галактозы? Записать уравнение реакции.
19. Записать реакцию фосфорилирования фруктозо – 6 – фосфата, идущую в одном из этапов гликолиза.
20. Пентозо фосфатный путь окисления углеводов. Апотомическое окисление глюкозы. Особенности прохождения и его значение.
21. Виды брожения углеводов у жвачных животных. Записать уравнения реакций, назвать получившиеся вещества.
22. Какие условия необходимы для оптимальной работы фермента амилазы. Укажите основные места нахождения его в организме.
23. Различие в реакциях фосфорилирования глюкозы, вступающей в гликолиз и гликогенез.
24. Условия реакции превращения пирувата в лактат. Какой фермент способствует переводу молочной кислоты в пировиноградную?
25. Энергетический эффект анаэробного гликолиза и гликогенолиза.
26. Гормоны – регуляторы углеводного обмена в организме. Перечислите макроэргические вещества, образующиеся при окислении глюкозы.
27. Энергетика аэробного окисления глюкозы. Перечислите вещества - продукты окисления углеводов, имеющие пластическое значение для других обменных процессов.

28. Напишите уравнения реакций образования глюкозо – 1 – фосфата и глюкозо – 6 – фосфата из глюкозы.
29. Этапы расщепления углеводов у жвачных животных.
30. Этапы расщепления углеводов у нежвачных животных.
31. Основные этапы гликогенеза.

**Тема 5 Жировой обмен**

1. Простые липиды: жирные кислоты, нейтральные жиры, воска, стероиды. Химический состав, строение, функции in vivo.
2. Сложные липиды: гликолипиды, фосфолипиды. Химический состав, строение, функции in vivo.
3. Биомембраны, их строение и функции в живой клетке.
4. Распад жиров и жирных кислот в ЖКТ моногастричных животных.
5. Синтез нейтральных жиров и ВЖК в организме животных и человека.
6. Синтез сложных жиров и ВЖК в организме животных и человека.
7. Функции воды in vivo. Водный обмен и его регуляция.
8. Минеральный обмен. Функции микроэлементов в организме. Роль макроэлементов.
9. Переваривание липидов и липоидов корма в ЖКТ у полигастричных животных.
10. Химический состав желчи, её роль в переваривании липидов.
11. Судьба глицерина и ВЖК липидов корма в организме.
12. Количество и виды резервных жиров в организме животного, их роль в организме.
13. Использование и пути окисления глицерина в организме животного.
14. β – окисление жирных кислот на примере капроновой, пальмитиновой и стеариновой.
15. Энергетика окисления жирных кислот до $CO_2$ и $H_2O$ на примерах капроновой, пальмитиновой и стеариновой.
16. Образование кетоновых тел. Причины развития кетоза у животных, меры профилактики.
17. Синтез холестерина и его использование в организме для синтеза важнейших соединений.

**Тема 6. Белковый обмен**

1. Структура белковой молекулы.
2. Классификация белков.
3. Физико – химические свойства белков.
4. Полноценные и неполноценные белки. Состав и примеры.
5. Переваривание белков в желудочно – кишечном тракте животных.
6. Переход пепсина в пепсин трипсиногена в трипсин, пептидазы. Условия для прохождения этих реакций, место этих переходов и условия для максимальной активности этих ферментов.
7. Особенности для расщепления белков в желудочно –кишечном тракте жвачных животных.
8. Гнилостный распад белков в ЖКТ животных.
9. Биохимические пути обезвреживания токсинов, образующихся в ЖКТ при распаде белков до аминокислот.
10. Основные ферментативные реакции превращения аминокислот в организме.
11. Важные метаболиты, сваязывающие углеводный, белковый и жировой обмен.
12. Пути обезвреживания $NH_3$ в организме. Орнитиновый цикл.
13. Структура и функции белков различных тканей. Белки крови, молока, мышечной ткани, молозива.

### 3.1.2. Методические материалы

Условия и порядок проведения опросов и коллоквиумов даны в Приложении № 2 к положению ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся».

**Бально-рейтинговая оценка знаний обучающихся** составлена в соответствии с ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся» ФГБОУ ВПО «Ивановская ГСХА имени академика Д.К.Беляева».

**Текущий контроль**:

В течение семестра студент индивидуально, или в группе выполняет работу над выбранными темами рефератов. По мере выполнения работы проводятся консультации с преподавателем, осуществляется подбор материала, готовится доклад и презентация. За проделанную работу студент может получить дополнительные рейтинговые баллы максимально – 10 за текст и материал реферата, и 5 – за подготовленный доклад по теме реферата. В течение семестра студенты работают согласно графику прохождения дисциплины или тематическому плану, где каждое занятие оценивается в определенное количество баллов.

**Критерии и показатели, используемые при оценивании учебного реферата**

| Критерии | Показатели |
|---|---|
| 1.Новизна реферируемого текста<br>Макс. - 2 балла | -актуальность проблемы и темы;<br>- новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового подхода выбранного для анализа проблемы;<br>- наличие авторской позиции, самостоятельность суждений. |
| 2. Степень раскрытия сущности проблемы<br>Макс. - 2 балла | - соответствие содержания теме и плану реферата;<br>- полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы;<br>- умение работать с литературой, систематизировать и структурировать излагаемый материал;<br>- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы. |
| 3. Обоснованность выбора источников информации<br>Макс. - 3 балла | - полнота использования литературных источников по проблеме;<br>- привлечение к аргументации по тематике реферата новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.). |
| 4. Соблюдение требований к оформлению реферата Макс. - 1 балл | - правильное оформление ссылок на используемую литературу;<br>- грамотность и культура изложения;<br>- владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы;<br>- соблюдение требований к объему реферата;<br>- культура оформления: выделение абзацев. |
| 5. Грамотность и логичность изложения материала<br>Макс. - 2 балла | - отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей;<br>- отсутствие опечаток, сокращений слов. |

**График прохождения дисциплины «Биологическая химия» для студентов 2 курса факультета ветеринарной медицины и биотехнологии в животноводстве направления подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения**

| Дата проведения | Тема занятия | Количество часов, форма занятия |
|---|---|---|
| 1 неделя | Значение биохимии для сельского хозяйства. Белки. Характеристика структуры белковых молекул. Химические свойства.<br>*Максимальное количество баллов – 2* | 2 часа, лабораторно-практическое занятие |
| 2 неделя | Строение белков. Цветные реакции на белки. Качественные реакции на сложные белки. Способы осаждения белков. *Максимальное количество баллов – 2* | 2 часа, лабораторно-практическое занятие |
| 3 неделя | Витамины и витаминоподобные вещества. *Максимальное количество баллов – 2* | 2 часов, лабораторно-практическое занятие |
| 4 неделя | Качественные реакции на витамины. Количественное определение витаминов в кормах. *Максимальное количество баллов –2* | 2 часа, лабораторно-практическое занятие |
| 5 неделя | Химическая природа ферментов. Строение, активный центр, аллостерический центр. Влияние различных факторов на деятельность ферментов. Исследование активности амилазы. *Максимальное количество баллов – 3* | 2 часа, лабораторно-практическое занятие |
| 6 неделя | Качественное и количественное определение ферментов в биологических объектах. *Максимальное количество баллов – 2* | 2 часа, лабораторно-практическое занятие |
| 7 неделя | Гормоны. Их роль в обмене веществ. Механизм действия гормонов. *Максимальное количество баллов – 3* | 2 часа, лабораторно-практическое занятие |
| 8 неделя | Методы определения гормонов. Качественные реакции на инсулин и адреналин. *Максимальное количество баллов - 2* | 2 часа, лабораторно-практическое занятие |
| 9 неделя | Обмен веществ и энергии в организме. Метаболизм. Биологическое окисление. Окисление, сопряженное с фосфорилированием.<br>*Максимальное количество баллов – 3* | 2 часа, лабораторно-практическое занятие |
| 10 неде- | Обмен углеводов. Гликолиз. Аэробный путь окисления | 2 часа, лабора- |

| | | |
|---|---|---|
| ля | углеводов. Энергетический баланс аэробного и анаэробного окисления углеводов. *Максимальное количество баллов – 3* | торно-практическое занятие |
| 11 неделя | Анаэробный гликолиз в мышечной ткани. Обнаружение молочной кислоты в мышечной ткани. *Максимальное количество баллов - 2* | 2 часа, лабораторно-практическое занятие |
| 12 неделя | Обмен липидов. Биологическое значение липидов. Промежуточный обмен липидов в тканях. *Максимальное количество баллов – 3* | 2 часа, лабораторно-практическое занятие |
| 13 неделя | Химический состав крови. Белки, углеводы, липиды и другие органические вещества крови. *Максимальное количество баллов – 2* | 2 часа, лабораторно-практическое занятие |
| 14 неделя | Определение мочевины в сыворотке крови и моче. Определение содержания креатинина в моче. Обнаружение мочевой кислоты при помощи мурексидной пробы. Определение концентрации билирубина в сыворотке крови. *Максимальное количество баллов- 2* | 2 часа, лабораторно-практическое занятие |
| 15 неделя | Определение лактозы в молоке иодометрическим методом. Определение массовой доли кальция коплексонометрическим методом. Определение буферной емкости молока. Определение в молоке консервирующих веществ. *Максимальное количество баллов – 2* | 2 часа, лабораторно-практическое занятие |
| 16 неделя | Обмен белков. Особенности превращений азотсодержащих веществ у жвачных. Орнитиновый цикл мочевинообразования *Максимальное количество баллов – 3* | 1 часа, лабораторно-практическое занятие |
| 17 неделя | Состав и свойства костной ткани у животных. Коллаген. Эластин. Протеогликаны. Мукополисахариды. *Максимальное количество баллов – 2* | 1 часа, лабораторно-практическое занятие |
| Итого | | 30 часов |
| Сумма текущего рейтинга 40 баллов. | | |

**Итоговая аттестация – экзамен** оценивается в 4*0 баллов.*

По результатам работы в течение всего семестра, посещение лекций, активность на лабораторно – практических занятиях преподаватель вправе добавить к текущему рейтингу премиальные (призовые) – максимально *5 баллов.*

**<u>За небрежное оформление, несвоевременную сдачу отчета текущие рейтинговые баллы не начисляются</u>**

Итоговая аттестация – экзамен оценивается в 40 баллов.

Суммарный рейтинг = 40 +15 +5 + 40 = 100 БАЛЛОВ

**Критерии оценки коллоквиума**
**«отлично», высокий уровень**

Обучающийся показал прочные знания основных положений по теме коллоквиума в рамках раздела учебной дисциплины, умение самостоятельно решать практические задачи, делать обоснованные выводы.

**«хорошо», повышенный уровень**

Обучающийся показал прочные знания основных положений по теме коллоквиума в рамках раздела учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно аргументировать полученные результаты**.**

**«удовлетворительно», пороговый уровень**

Обучающийся показал знание основных положений темы в пределах соответствующего раздела учебной дисциплины, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных в теме, знакомство с рекомендованной учебной литературой.

**Критерии оценивания устного ответа на практическом занятии, семинаре**

Развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

Критерии оценивания:

1) полноту и правильность ответа;

2) степень осознанности, понимания изученного;

3) языковое оформление ответа.

Оценка «5» ставится, если:

1) студент полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий;

2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные;

3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

«4» – студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

«3» – студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «2» ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

**3.2. В рабочей программе прохождения дисциплины «биологическая химия» предусмотрено выполнение лабораторных работ по темам:**

### 3.2.1. Лабораторная работа № 1 «СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА БЕЛКОВ»

***I. Цветные реакции на белки и аминокислоты***

Значение цветных реакций состоит в том, что они дают возможность обнаружить присутствие белка в биологических жидкостях, растворах и установить присутствие в нем некоторых аминокислот. Ряд цветных реакций присущ не только белкам, но и другим веществам, например, фенол, подобно тирозину, дает розово-красное окрашивание с реактивом Миллона, поэтому недостаточно проведения какой-либо одной реакции для установления наличия белка.

Существуют два типа цветных реакций:

1) *универсальные* – биуретовая (на все белки) и нингидриновая (на все α-аминокислоты и белки),

2) *специфические* – только на определенные аминокислоты в составе белка или в растворах отдельных аминокислот, например, реакция Фоля (на аминокислоты, содержащие слабо связанную серу), реакция Миллона (на тирозин), реакция Сакагучи (на аргинин) и др.

Перед проведением цветных реакций на белки и аминокислоты необходимо составить следующую таблицу.

**Цветные реакции на белки (качественные реакции)**

| Номер опыта | Название реакции | Реактивы, уравнения реакций | Наблюдения | Что открывает данная реакция. |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

**Универсальные реакции на белки**

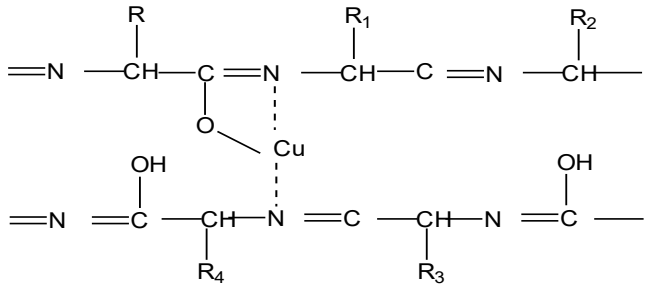
***1. Обнаружение в белках пептидных связей (биуретовая реакция).***

Биуретовую реакцию дают все соединения, содержащие в молекуле две и больше двух близкорасположенных пептидных связей.

***Реактивы****: NaOH – 10 %-й раствор, $CuSO_4$ – 1 %-й раствор.*

***Оборудование****: штатив с пробирками, пипетки.*

<u>Химизм реакции:</u> Диенольные формы пептидных связей образуют комплексное соединение с гидроокисью меди, в котором ковалентные связи образованы за счет водорода енольного гидроксила, а координационная – за счет электронных пар атомов азота иминных групп.



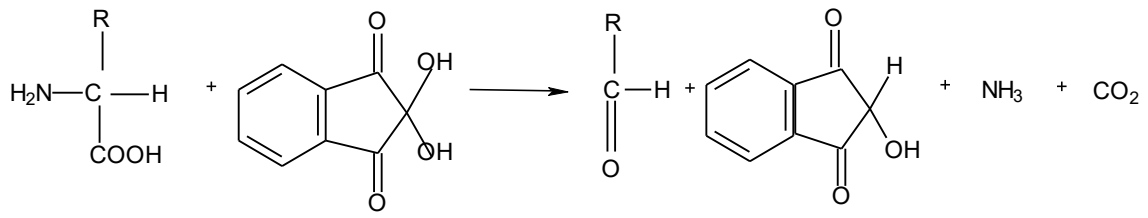

<u>Ход работы:</u> в пробирку налить 1мл раствора белка, 1-2 мл 10% NaOH и 1-2 капли раствора сернокислой меди (1%). При взбалтывании появляется фиолетовое окрашивание.

*2.* ***Нингидриновая реакция на белки и природные α - аминокислоты***

Нингидриновая реакция является универсальной реакцией на все аминокислоты, имеющие группу в α-положении.

***Реактивы****: 0,5 %-й раствор нингидрина.*

<u>*Химизм реакции:*</u>




*α-амино кислота* *нингидрин* *альдегид* *восстановленная форма нингидрина*

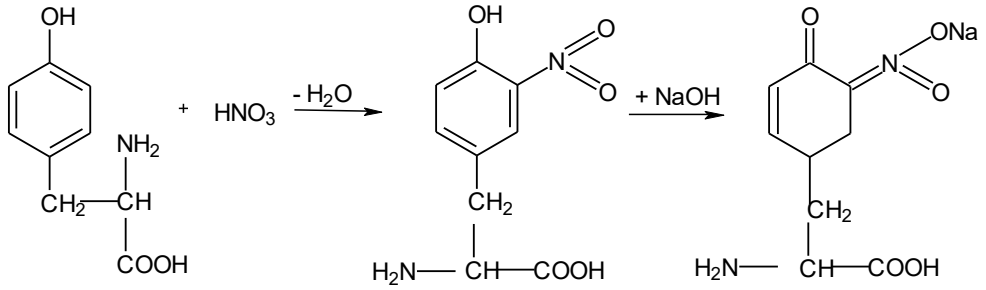
Ход работы: к 5 каплям исследуемого раствора белка добавляем 5 капель 0,1% водного раствора нингидрина и кипятим 1-2 мин. Появляется розово-фиолетовое или сине-фиолетовое окрашивание. При стоянии раствор синеет. Окрашивание указывает на наличие α - аминогруппы.

### *3. Ксантепротеиновая реакция на циклические аминокислоты*

Эта реакция основана на образовании нитропроизводных ароматических аминокислот (фенилаланин, тирозин, триптофан).

***Реактивы****: $HNO_3$ конц., NaOH – 20 %-й раствор.*

*Химизм реакции:*




*тирозин* *нитропроизводное тирозина желтого цвета pH < 7,0* *хиноидное производное оранжево-желтого цвета pH > 7,0*

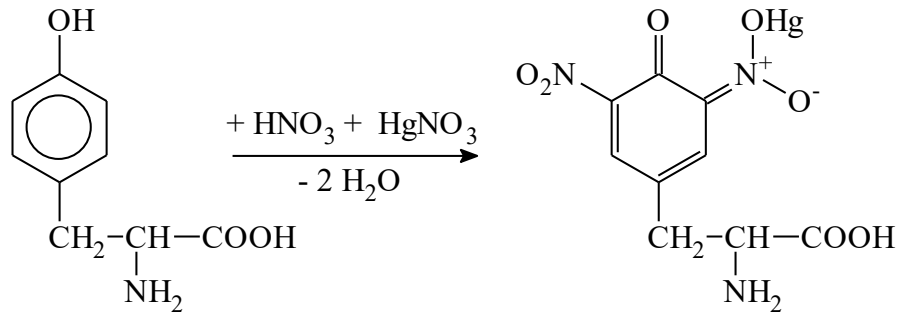
Ход работы: К раствору белка 1 мл прилить 5-6 капель концентрированной азотной кислоты, белок выпадает в осадок. При подогревании (осторожно) раствор окрашивается в желтый цвет. После охлаждения в пробирку наливают по каплям 10% раствор едкого натра до появления оранжевого окрашивания вследствие образования натриевой соли динитротирозина.

### *4. Реакция Миллона*

Реакция Миллона характерна для белков, содержащих ароматическую аминокислоту тирозин.

***Реактивы****: реактив Миллона(р-р азотнокислой ртути в концентрированной $HNO_3$) , раствор белка.*

*Химизм реакции:*




тирозин ртутная соль динитротирозина

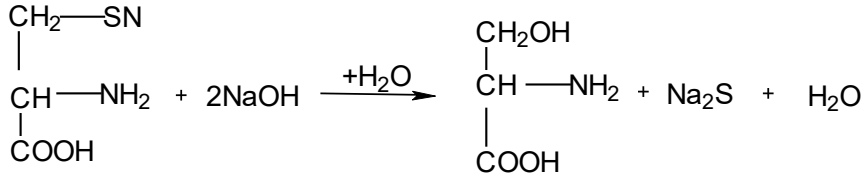
Ход работы: К раствору белка 1-2 мл прилить 5-6 капель реактива Миллона. Осадок белка при нагревании окрашивается в красно-коричневый цвет, вследствие образования ртутной соли нитрозина. Следует избегать прибавления избытка реактива Миллона, поскольку он содержит азотную кислоту, которая при взаимодействии с белком может дать желтое окрашивание (ксантопротеиновую реакцию), маскирующее реакцию Миллона.

### *5. Реакция Фоля на аминокислоты, содержащие серу*

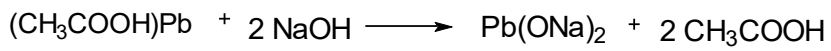
Реакция обусловлена наличием в белке серу содержащих аминокислот – цистеина, цистина. Она основана на отщеплении сероводорода от аминокислот при щелочном гидролизе белка с образованием сульфида натрия.

***Реактивы****: реактив Фоля (5 %-й раствор ацетата свинца, смешанный с равным объемом 30 %-го раствора едкого натра).*

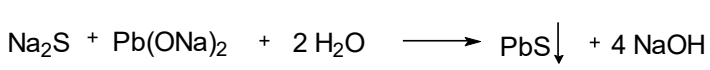
*Химизм реакции:*




*цистеин* *серин*




*ацетат свинца* *плюмбит натрия*




*черный осадок*

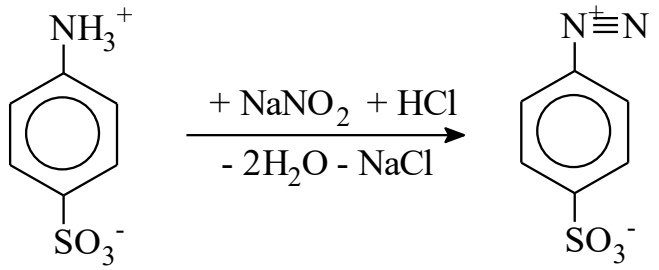
Ход работы: берем 2 пробирки и наливаем в первую 5 капель р-ра яичного белка, а во вторую 5 капель желатина. Затем в обе пробирки добавляем по 5 капель реактива Фоля. Интенсивно кипятим обе пробирки. Через 1-2 мин после кипячения при наличии серосодержащих кислот появляется осадок черного цвета.

### *6. Реакция Паули* (на гистидин).

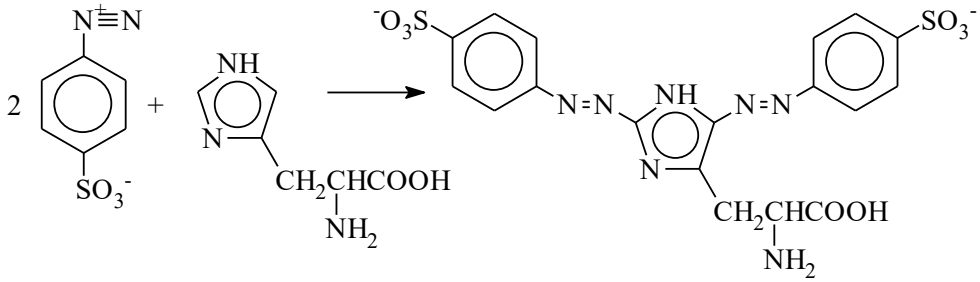
Реакция Паули позволяет обнаружить в белке аминокислоты гистидин и тирозин, которые образуют с диазобензолсульфоновой кислотой комплексные соединения вишнево-красного цвета.

***Реактивы****: сульфаниловая кислота – 1 %-й раствор в 5 %-м растворе соляной кислоты, $NaNO_2$ – 0,5 %-й раствор, $Na_2CO_3$ – 10 %-й раствор.*

*Химизм реакции:*




сульфаниловая кислота диазосульфаниловая кислота




2,5-*бис*(*п*-сульфофенилазо)гистидин
вишнево-красный

Ход работы: К 1 мл 1 %-го раствора сульфаниловой кислоты в 5 %-м растворе соляной кислоты приливают 2 мл 0,5 %-го раствора нитрита натрия, сильно встряхивают и немедленно добавляют сначала 2 мл разбавленного белка, а затем после перемешивания содержимого пробирки 6 мл 10 %-го раствора карбоната натрия. После смешения растворов развивается вишнево-красное окрашивание диазокрасителя.

***III. Выделение казеиногена из молока и его гидролиз***

Казеиноген обладает свойствами кислоты и в молоке находится в виде анионов, растворимых в воде. Недиссоциированные молекулы казеиногена мало растворимы в воде. Изоэлектрическая точка казеиногена находится в области pH 4,7. Поэтому при подкислении молока до pH 4,7 оно свертывается в результате выпадения в осадок казеиногена.

***Реактивы****: $CH_3COOH$ конц., $CuSO_4$ – 1 %-й раствор, NaOH – 10 %-й раствор, молибденовый реактив, $Na_2CO_3$ – 0,1 %-й раствор, фенолфталеин 0,5 %-й раствор, $HNO_3$ конц.*

Ход работы:

*1. Выделение казеиногена.* К 10 мл молока приливают равный объем дистиллированной воды. Осаждают казеиноген добавлением 6 капель концентрированной уксусной кислоты. Для полноты осаждения белка пробирку нагревают на водяной бане 10–15 мин. Выпавший осадок отфильтровывают и промывают на фильтре дистиллированной водой 2 раза.

*2. Гидролиз казеиногена.* При щелочном гидролизе казеиногена, выделенного из молока, происходит его распад на фосфат и белок. После выпадения казеиногена из молока все содержимое с фильтра переносят в пробирку для гидролиза, снабженную обратным холодильником. Затем смывают осадок с фильтра 2 мл 0,1 %-го раствора карбоната натрия в ту же пробирку и добавляют 4 мл 10 %-го раствора едкого натра. Кипятят на водяной бане в течение 15 мин. После охлаждения к гидролизату добавляют 7 мл 0,1 %-го раствора карбоната натрия и проводят реакции на продукты гидролиза.

Напишите уравнение гидролиза белка (в общем виде).

*3. Обнаружение белка.* Проводят биуретовую реакцию. Результат должен быть положительным.

Напишите уравнение реакции.

*4. Обнаружение фосфата (молибденовая реакция).* К 10 каплям гидролизата казеиногена добавляют 1 каплю фенолфталеина и 1 каплю концентрированной азотной кислоты и только после обесцвечивания вносят 20 капель молибденового реактива. Затем доводят раствор до кипения и пробирку сразу охлаждают в струе холодной воды. На дне пробирки появляется желтый осадок фосфорномолибденовокислого аммония.

$$H_3PO_4 + 12\,(NH_4)_2MoO_4 + 21\,HNO_3 \longrightarrow$$
$$\longrightarrow (NH_4)_3PO_4 \cdot 12\,MoO_3 + 21\,NH_4NO_3 + 12\,H_2O$$

**Контрольные вопросы к защите лабораторной работы № 1**
**“Строение и свойства белков”**

I. Цветные реакции на белки и аминокислоты, запишите их:
1). Биуретовая реакция.
2). Нингидриновая реакция.
3). Ксантопротеиновая реакция.
4). Реакция Миллона.
5). Реакция Фоля.
6). Реакция Сакагучи.
7). Реакция Паули.
II. Выделение казеиногена и его гидролиз. Методика проведения и химизм.

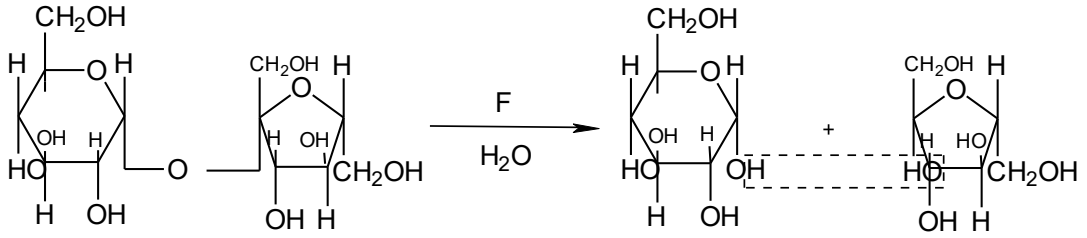
**Лабораторная работа № 2**

## ПРИРОДА И СВОЙСТВА ФЕРМЕНТОВ. АКТИВАТОРЫ И ИНГИБИТОРЫ ФЕРМЕНТОВ.

***Цель:*** Уметь применять знания о свойствах ферментов и их структуре, специфичности, влиянии на активность ферментов pH, температуры, концентрации, активаторов и ингибиторов; для последующего изучения основных реакций метаболизма в органах, тканях, клетках организма, а также для решения вопросов профилактики и лечения болезней, связанных с нарушением функционирования ферментов.

### 1. Влияние неспецифических факторов на активность ферментов

Действие неспецифических факторов изучается на ферменте сахаразе, которая катализирует гидролитическое расщепление сахарозы с образованием глюкозы и фруктозы.
*Химизм реакции:*




*Сахароза* *F-сахараза* *Глюкоза* *Фруктоза*

Активность фермента сахаразы оценивают по наличию в среде продуктов реакции: свободной глюкозы и фруктозы. Свободная глюкоза дает положительную реакцию Троммера вследствие наличия в молекуле глюкозы свободного полуацетального гидроксила. Сахароза этой реакции не дает, т.к. полуацетальный гидроксил в ней отсутствует.

<u>Ход работы:</u> В 4 пробирки наливают по 0,5 мл дрожжевого экстракта, содержащего фермент сахаразу. Одну пробирку нагревают на кипящей водяной бане в течение 5 мин., во вторую добавляют 2 капли 10% р-ра NaOH, в третью - 2 капли 1% $CdC1_2$, четвертую используют для определения активности нативного фермента (контроль). Через 5 минут во все пробирки добавляют по 1 мл р-ра сахарозы (субстрат) и выдерживают их в термостате

при 38 °С 15 минут. После этого присутствие свободной глюкозы выявляется во всех пробирках с помощью реакции Троммера: к пробе добавляют 5 капель 10% NaOH и 1 каплю 1% $CuSO_4$. Пробу нагревают на водяной бане в течение 2-5 мин. Положительную реакцию отмечают по появлению красно-бурого осадка закиси меди ($Cu_2O$). В этой окислительно-восстановительной реакции медь восстановилась, а глюкоза окислилась до глюконовой кислоты.

| № пробы | Фермент сахароза, 0,5 мл | Воздействие неспецифических факторов | | | Субстрат сахароза, 1 мл | Результат реакции Троммера (+) или (-) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 100 °С | 10 % NaOH | 1 % $CdCl_2$ | | |
| 1-я | + | + | - | - | + | |
| 2-я | + | - | + | - | + | |
| 3-я | + | - | - | + | + | |
| 4-я (контр.) | + | - | - | - | + | |

**2. Влияние температуры на активность ферментов**

Ход работы: Расщепление крахмала с амилазой можно наблюдать используя реакцию с йодом.

1). Наливают в 4 пробирки по 0,5 мл раствора крахмала. Еще в 4 пробирки наливают по 0,5 мл слюны (разбавленной в 10 раз).

2). Берут первую пару пробирок (одна с ферментом, другая - с крахмалом) и помещают в баню со льдом. Вторую пару оставляют при комнатной температуре. Третью пару пробирок помещают в термостат (40° С), а четвертую - в кипящую баню.

3). Через 10 минут содержимое каждой пары пробирок сливают вместе, тщательно перемешивают и оставляют стоять еще 10 мин. В тех же условиях.

4). Из третьей пробирки отбирают 3 капли жидкости и проделывают реакцию с каплей йода на стекле. Если появляется синее окрашивание, растворы оставляют стоять еще 10 мин. и после этого повторяют реакцию с йодом на стекле. Затем добавляют 2 капли раствора йода во все пробирки и наблюдают за появлением окрашивания.

Результаты работы:

| № пробирки | ***Температура инкубации, °С*** | **Окрашивание с йодом** |
|---|---|---|
| 1 | 0 | |
| 2 | 20 | |
| 3 | 40 | |
| 4 | 100 | |

**Вывод:**

**3. Влияние реакции среды на активность ферментов и определение оптимума pH для амилазы слюны**

Для разных ферментов существует свой оптимум pH в кислой, щелочной и нейтральной среде, при которой фермент наиболее активен. Например, для ферментов желудочного сока (пепсина) оптимум pH 1,5 - 2,5, для фермента печени (аргиназы) оптимум pH 9,5 и т.д. Для амилазы слюны оптимум pH 6,8; в кислой и щелочной среде активность амилазы снижается. Оптимум pH для амилазы слюны можно определить при взаимодействии ее с крахмалом при различных значениях pH среды.

О степени расщепления крахмала судят по его реакции с раствором йода. При оптимальном значении pH расщепление крахмала произойдет полностью и реакция на крахмал с йодом будет отрицательная, но по мере удаления от этой точки в кислую или щелочную среду расщепление крахмала произойдет только частично, до стадии декстринов, которые

дадут с йодом красно-бурую или фиолетовую окраску, или же крахмал совсем не будет расщепляться и реакция с йодом будет положительной.

Ход работы**:** Слюну предварительно разводят в 100 раз. Берут 6 пробирок и в каждую из них наливают по 2 мл буферного раствора с различным значением pH: 6,0; 6,4; 6,8; 7,2; 7,6; 8,0. Затем приливают по 1мл 0,5% раствора крахмала и по 1 мл разведенной слюны (в зависимости от активности слюны ее можно разводить не в 100**,** а в 50 раз).

Перемешивают содержимое пробирок и помещают их в термостат при температуре 38 °С на 10 минут. Затем во все пробирки приливают по 1 капле раствора йода, перемешивают, наблюдают окраску и отмечают pH (оптимум pH), при котором амилаза действует наиболее активно. Целесообразно в каждую пробирку добавить немного воды, перемешать и окраска будет более наглядной.

Результаты работы:

| № пробы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | | | | | | |
| Окрашивание с йодом | | | | | | |

**Вывод:**

**4. Влияние активаторов и ингибиторов на активность амилазы слюны**

Активаторы стимулируют действие ферментов, но в отличие от коферментов не принимают участия в реакции.

Ход работы: В 3 пробирки наливают по 1 мл слюны, разведенной в 40 раз. В зависимости от активности слюны ее можно разводить в 10, 20, 30, 40, 50 раз. В первую пробирку добавляют 2 капли воды, во вторую - 2 капли 1% раствора NaCl, в третью - 2 капли 1% раствора $CuSO_4$ . После этого в каждую пробирку добавляют по 10 капель крахмала. Пробирки ставят в термостат с температурой 37 °С на 5 минут. Затем во все пробирки добавляют по одной капле раствора йода, перемешивают, наблюдают окраску и определяют, в какой пробирке действует активатор или ингибитор. Можно в каждую пробирку добавить воды (примерно 2 мл) и перемешать (окраска будет нагляднее).

Результаты работы:

| № пробы | 1. $H_2O$ | 2. NaCl | 3. $CuSO_4$ |
|---|---|---|---|
| Окрашивание с йодом | | | |

**Лабораторная работа № 3**

**КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ВОДОРАСТВОРИМЫЕ И ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИТАМИНОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОВОЩАХ И ФРУКТАХ.**

***Цель***:

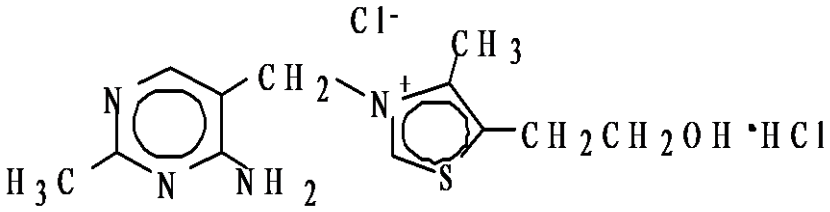
1). Усвоить, что для проявления активности многих ферментов необходим небелковый компонент – кофактор. Многие коферменты являются производными витаминов (биотин, ТПФ, НАД, ФАД, КОА и т.д.)

2). Уметь писать формулы витаминов $B_1$, $B_2$, $B_6$, PP, A, Д, E, фолиевая кислота, знать источники и суточные дозы водорастворимых и жирорастворимых витаминов, знать в состав каких коферментов и в какой форме входят витамины группы «В»; признаки гипо-, и гипервитаминоза водорастворимых и жирорастворимых витаминов.

3). Уметь проводить качественные реакции и обнаруживать в пищевых продуктах витамины $B_1$, $B_2$ $B_6$, PP, A, Д, E.

**1.1. Качественная реакция на витамин $B_1$ (тиамин)**

<u>*Принцип метода*</u>: в щелочной среде тиамин с диазореактивом образует сложное комплексное соединение оранжевого цвета.



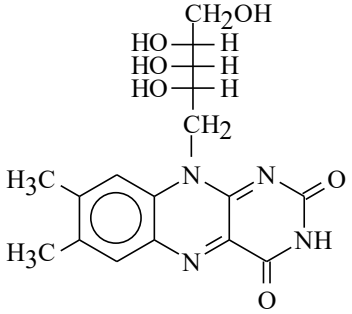

Тиамина хлорид (витамин B1)

***Реактивы***: *диазореактив (5 капель 1 %-го раствора сульфаниловой кислоты в 2 %-м растворе соляной кислоты + 5 капель раствора $NaNO_2$), $Na_2CO_3$ – 10 %-й раствор.*

<u>Ход работы:</u> Диазореактив готовится непосредственно перед опытом. К 10 каплям диазореактива прибавляют 2–4 капли витамина и 5–7 капель раствора $Na_2CO_3$. Жидкость окрашивается в оранжевый или красный цвет.

**2 . Качественная реакция на витамин $B_2$**

<u>*Принцип метода*</u>: Реакция на витамин $B_2$ основана на способности его легко восстанавливаться; при этом раствор витамина $B_2$, обладающий желтой окраской, приобретает сначала розовый цвет промежуточных соединений, а затем обесцвечивается, т.к. восстановленная форма витамина $B_2$ бесцветна.



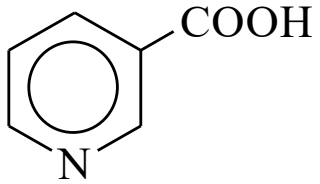

Рибофлавин (витамин B2)

***Реактивы***: *HCl (конц), Zn (пыль), витамин $B_2$ – 0,025 %-й раствор.*

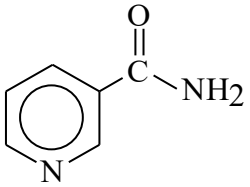
<u>а) Ход работы:</u> В пробирку наливают 10 капель раствора витамина $B_2$, добавляют 5 капель соляной кислоты и немного цинковой пыли. Начинается выделение водорода, жидкость постепенно розовеет, затем обесцвечивается. Напишите уравнение реакции.

**3. Качественная реакция на витамин PP (никотиновая кислота)**

<u>*Принцип метода:*</u> витамин PP при нагревании с раствором ацетата меди образует синий осадок медной соли никотиновой кислоты, плохо растворимой.




никотиновая кислота



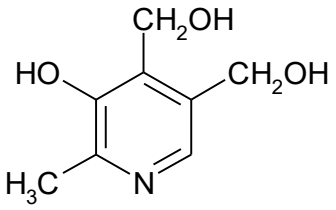

амид никотиновой кислоты

***Реактивы***: *витамин PP, 10% -ый р-р $CH_3COOH$, $(CH_3COO)_2Cu$*

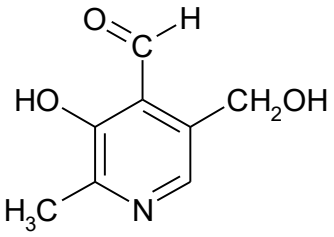
<u>Ход работы:</u> К 5 – 10 мг. раствора витамина PP добавляют 10 – 20 капель 10 % раствора уксусной кислоты и нагревают на водяной бане до кипения. Выдерживают 2 – 3 мин. (не перемешивая) и добавляют равный объем ацетата меди. Жидкость становится мутной, окрашивается в голубой цвет, а при стоянии выпадает синий осадок никотината меди.

**4. Реакции на витамин $B_6$ (пиридоксин)**

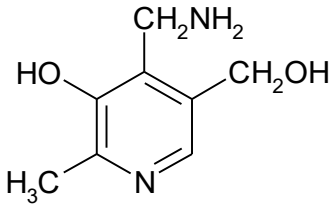
Активностью витамина $B_6$ обладают три соединения, объединенных под названием “пиридоксин”:




пиридоксол




пиридоксаль




пиридоксамин

*Феррохлоридная проба на витамин $B_6$.*

При взаимодействии пиридоксина с хлорным железом образуется комплексная соль типа фенолята железа, окрашенная в красный цвет

***Реактивы**: р-р витамина В6, 1 % $FeCl_3$*

<u>*Ход работы.*</u> В пробирку наливают 1 мл 1%-го раствора витамина $B_6$, добавляют 2 капли 1%-го раствора хлорида железа и содержимое встряхивают. Жидкость окрашивается в красный цвет.

**5. Качественные реакции на витамины группы Р (биофлавоноиды)**

Витамины группы Р – производные флавона: рутин, эриодиктиол, гесперидин, кверцетин, эпикахетин и другие. Одним из наиболее активных биофлавоноидов является рутин – гликозид кверцетина и дисахарида рутинозы:

а) Реакция с хлоридом железа

Биофлавоноиды образуют с хлоридом железа комплексное соединение, окрашенное в изумрудно-зеленый цвет. Координационные связи возникают между ионом железа и атомами кислорода фенольных гидроксильных групп молекулы витамина.

***Реактивы**: р-р рутина, 1 % $FeCl_3$*

<u>*Ход работы.*</u> К 1-2 мл насыщенного водного раствора рутина прибавляют 3-5 капель 1%-го раствора хлорида железа. Появляется зеленое окрашивание.

*б) Реакция с концентрированной серной кислотой*

Концентрированная серная кислота образует с биофлавоноидами оксониевые (флавилиевые) соли, растворы которых характеризуются ярко-желтой окраской.

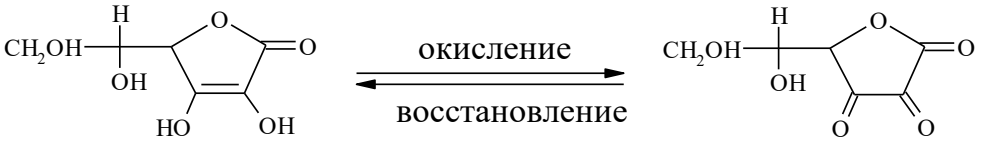
***Реактивы**: р-р рутина, конц. $H_2SO_4$*

<u>*Ход работы.*</u> К 1-2 мл насыщенного водного раствора рутина осторожно по стенке пробирки добавляют 0,5-1 мл концентрированной серной кислоты. На границе двух жидкостей возникает окрашенное в желтый цвет кольцо.

**6. Реакции на витамин С (аскорбиновую кислоту)**

Все качественные реакции на аскорбиновую кислоту основаны на ее способности легко вступать в окислительно-восстановительные реакции. Окисляясь, аскорбиновая кислота превращается в дегидроаскорбиновую, восстанавливая различные соединения:

*а) восстановление 2, 6 - дихлорфенолиндофенола*




аскорбиновая кислота — дегидроаскорбиновая кислота

***Реактивы:*** *0,01 %-й раствор 2, 6-дихлорфенолиндофенола.*

Ход работы. В пробирку наливают 10 капель 0,01 %-го раствора 2,6-дихлорфенолиндофенола. По каплям добавляют раствор аскорбиновой кислоты. Жидкость обесцвечивается, т.к. 2,6-дихлорфенол-индофенол окисляется аскорбиновой кислотой. Напишите уравнение реакции.

*б) Реакция восстановления феррицианида калия с витамином С*

Аскорбиновая кислота в щелочной среде восстанавливает ферри-цианид калия (железосинеродистый калий) до ферроцианида калия (железистосинеродистого калия), который при взаимодействии с хлорным железом в кислой среде образует плохо растворимую в воде соль трехвалентного железа – берлинскую лазурь, выпадающую в осадок темно-синего цвета:

1. Аскорбиновая кислота + $2K_3Fe(CN)_6$ (феррицианид калия) + 2КОН → дегидроаскорбиновая кислота + $2K_4Fe(CN)_6$ (ферроцианид калия) + $2H_2O$

2. $3K_4Fe(CN)_6$ (ферроцианид калия) + $4FeC1_3$ → $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ (берлинская лазурь) + 12KCl

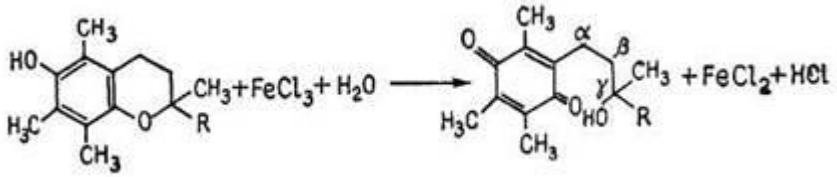
***Реактивы:*** *витамин С, 10 % р-р КОН, 5 % р-р $K_3Fe(CN)_6$ ,10 % р-р HCl, 1 % р-р $FeCl_3$.*

Ход работы. В одну пробирку (опыт) вносят 5 капель 1%-го раствора витамина С, а в другую (контроль) – 5 капель дистиллированной воды. В обе пробирки добавляют по 1 капле 10%-го раствора гидроксида калия и 1 капле 5%-го раствора железосинеродистого калия, перемешивают, после чего добавляют по 3 капли 10%-го раствора соляной кислоты и 1 капле 1%-го раствора хлорида железа. В опытной пробирке выпадает темно-синий осадок берлинской лазури, который при осторожном наслаивании воды становится более отчетливым.

## 7. Качественная реакция на витамин Е

*а) Взаимодействие с $FeCl_3$*

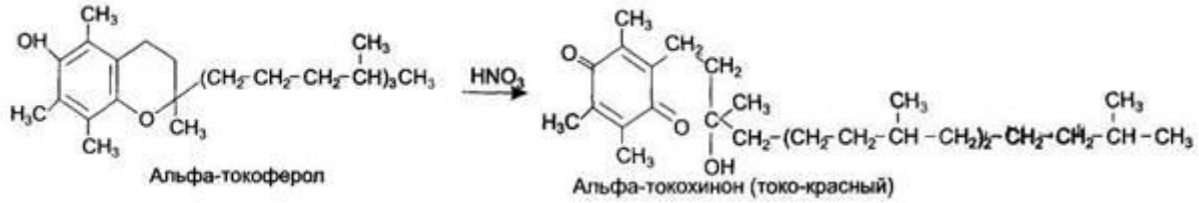
Принцип метода: спиртовой раствор α–токоферола окисляется хлоридом железа (III) в токоферилхинон и раствор окрашивается в красный цвет.




***Реактивы:*** *0.1 % р-р витамина Е, 1% $FeCl_3$*

*Ход работы:* в сухую пробирку берут 4 – 5 капель 0,1% спиртового раствора α–токоферола, прибавляют 0,5 мл 1% раствора хлорида железа, тщательно перемешивают. Содержимое пробирки приобретает красное окрашивание в результате реакции окисления в токоферилхинон:

*б) Реакция с концентрированной азотной кислотой.*




***Реактивы:*** *0.1 % р-р витаминаЕ, конц. $HNO_3$*

*Ход работы:* К 5-6 каплям 0,1%-ного спиртового раствора токоферола в сухой пробирке прибавляют 0,5 мл концентрированной азотной кислоты и встряхивают. Образуется эмульсия, которая постепенно расслаивается, и ее верхний слой приобретает красную окраску. Окрашивание вызвано окислением токоферола в продукт, имеющий хиноидную структуру. Реакция неспецифична, ускоряется при нагревании.

*После выполнения всех качественных реакций витаминов заполните табл 1.*

***Таблица 1*** **Качественные реакции витаминов**

| Название витамина | Используемые реактивы и признаки реакции | В состав каких коферментов входит витамин, в каких реакциях участвует? |
|---|---|---|
| | | * |

***III. Количественное определение витаминов в природных объектах***

*Количественное определение витамина С*

***Реактивы****: 2 % раствор HCl; 0,001 н раствор 2,6-дихлорфенолиндофенола; исследуемый материал (лук, яблоко, картофель и т.д.).*

*Ход работы:* Исследуемый продукт измельчить и взвесить на весах. Навеску растирают в ступке, затем добавляют воды в соответствии с табл. 8.

Затем добавляют 1 мл 2 % раствора HCl и перемешивают полученную смесь. В течение 10 – 15 минут осуществляется экстракция. Аскорбиновая кислота – водорастворимый витамин, поэтому она выходит из исследуемого продукта в раствор. Образуется экстракт, в котором содержание витамина С соответствует его содержанию в навеске продукта. Смесь отфильтровывают через складчатый бумажный фильтр. Пипеткой отмеряют в 2 колбочки по 3 мл фильтрата и оттитровывают 0,001 н раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола до слабого розового окрашивания, неисчезающего в течение 30 секунд.

*Расчет.*

$$X=\frac{0.088\cdot A\cdot Г\cdot 100}{Б\cdot В}$$

Где, Х – содержание аскорбиновой кислоты в мг%,

А – результат титрования (мл 2,6-ДХФИФ) ,

Б – объём экстракта для титрования (мл) без учёта воды,

В – навеска (г) или объём (мл) продукта для анализа,

Г – общее количество экстракта,

100 – цифра, необходимая для пересчета содержания витамина С в 100 г (мл) продукта.

***Таблица 2.***

| **Исследуемый продукт** | **Навеска (В)** | **Кол-во воды для экстракции (Г)** | **Кол-во экстракта для анализа (Б)** | **Примечание** | **Содержание вит. С (мг%)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Чеснок | 5 г | 10 мл | 5 мл экстракта + 5 мл воды | Экстракцию проводить 10 мин. Экстракт фильтровать. | |
| Капуста свежая | 5 г | 20 мл | 10 мл | Экстракт фильтровать. | |
| Лимонная мякоть | 1 г | 10 мл | 5 мл | Экстракт фильтровать. | |
| Лимонная корка | 1 г | 10 мл | 5 мл | Экстракт фильтровать. | |
| Крапива | 1 г | 10 мл | 5 мл экстракта + 5 мл воды | Экстракт фильтровать. | |
| Картофель | 1 г | 10 мл | 5 мл экстракта + 5 мл воды | Экстракт фильтровать. | |
| Лук репчатый | 5 г | 20 мл | 5 мл экстракта + 5 мл воды | Экстракт фильтровать. | |
| Яблоко | 5 г | 10 мл | 5 мл экстракта + 5 мл воды | Экстракт фильтровать. | |
| Картофель варёный | 5 г | 10 мл | 1 мл экстракта + 5 мл воды | Экстракт фильтровать. | |
| Витаминное драже | 1 драже | 50 мл | 1 мл экстракта + 5 мл воды | Экстракт фильтровать | |

Обычное содержание витамина С в 100 г различных продуктов:

– *в капусте*: 25–600 мг,

– *в шиповнике*: 500–1500 мг,

– *в картофеле*: 1–5 мг аскорбиновой кислоты

**Лабораторная работа № 4.**

**КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ГОРМОНЫ**

**I. Качественные реакции на гормоны белково-пептидной природы.**

***Реактивы.*** *Биуретовый реактив; 0,5% NaOH, 20% $Pb(CH_3COO)_2$, 5% инсулин для инъекций, окситоцин для инъекций.*

Принцип метода см. работу 1.

Берут шесть пробирок и вносят в три из них по 5 капель инсулина, а в три другие – по 5 капель окситоцина. Проделывают с ними биуретовую реакциию и реакцию Фоля, как описано в работе 1.

Оформление работы. Данные занести в таблицу.

| Препараты гормонов | Реакции | Выявляемая группа | Результат |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |

В выводах отметить присутствие соответствующих групп и аминокислот в исследуемых гормональных препаратах.

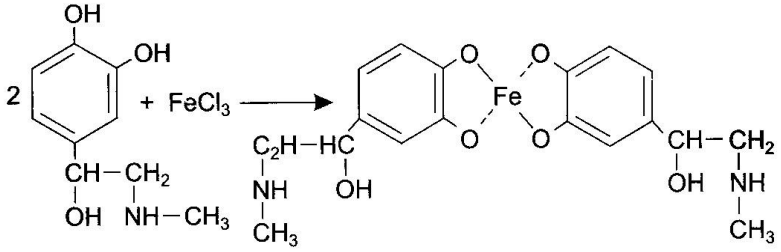
**<u>II. Качественные реакции на адреналин</u>**

*а)Реакция на адреналин с хлоридом железа (III).*

Метод основан на способности пирокатехиновой группировки адреналина образовывать с хлоридом железа (III) комплексное соединение изумрудно-зеленого цвета:

*<u>Реактивы</u>: р-р адреналина, 1 % $FeCl_3$, 10 % NaOH.*

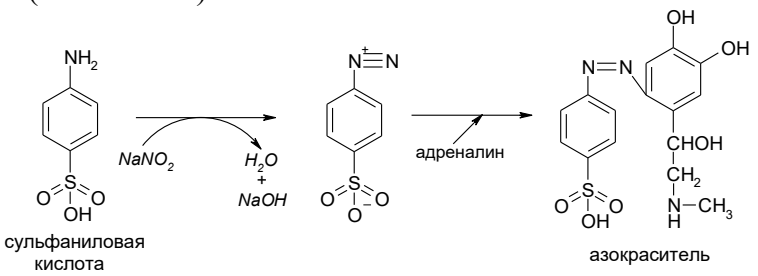
<u>Ход работы:</u> В пробирку приливают 10 капель раствора адреналина и добавляют 1 каплю раствора хлорида железа (III).




Наблюдают появление изумрудной окраски. При добавлении к раствору капли щелочи или концентрированного аммиака возникает вишнево-красное окрашивание.

*б) Диазореакция на адреналин*

*<u>Принцип метода.</u>* При взаимодействии диазореактива с адреналином образуется азокраситель красного цвета. Диазореактив – смесь сульфаниловой кислоты и азотистой кислоты (или её соли):



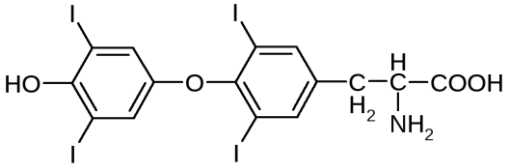

*<u>Реактивы:</u> 1% р-р сульфаниловой кислоты, 5 % $NaNO_2$, р-р адреналина, 10 % $Na_2CO_3$*

*<u>Ход работы.</u>* В пробирку вносят 3 капли 1%-го раствора сульфаниловой кислоты, 3 капли 5%-го раствора азотистокислого натрия, 5 капель 0,1%-го раствора адреналина и 3 капли 10%-го раствора углекислого натрия. Жидкость окрашивается в красный цвет.

**III Обнаружение йода в тироксине.**

<u>Принцип метода</u>

Гормоны щитовидной железы (тироксин, трийодтиронин) содержат в своем составе йод.




Если их подвергнуть щелочному гидролизу (кипячению с $KHCO_3$), то выделится йодит калия, из которого при добавлении йодата калия выделяется йод. Свободный йод обнаруживаются с помощью крахмала.

*<u>Реактивы:</u> тиреоидин, р-р $KHCO_3$, 1 % р-р крахмала, 20 % $KIO_3$.*

*Ход работы:* К 1 мл щелочного гидролизата гормонов щитовидной железы добавляют серную кислоту до кислой реакции (4-5 капель), 2 капли 1% раствора крахмала и 5 капель 20% раствора йодата калия. Появляется синяя окраска.

*Выводы:*

### 3.2.2. Методические материалы

В ходе выполнения лабораторных работ следует чётко следовать методике выполнения и строго соблюдать технику безопасности. По итогам выполненной работы оформляется отчёт.

***Оформление лабораторной и практической работы***

***Правильно оформленная лабораторная и практической работа должны содержать в себе следующие разделы:***

- Название работы
- Оборудование.
- Цель работы.
- Ход выполнения работы.
- Результаты наблюдений и вычислений в виде таблиц.
- Уравнения химических реакций (при необходимости).

Вывод (должен соответствовать цели работы).

***Критерии оценивания лабораторной и практической работы***

- ***Оценка «отлично»*** ставится, если:
  а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы;
  б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами;
  в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
- ***Оценка «хорошо»*** ставится, если :
  а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы;
  б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами.
- ***Оценка «удовлетворительно»*** ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью учителя.
- ***Оценка «неудолетворительно»*** ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию учителя.

Во всех случаях оценка снижается, если обучающийся не соблюдал правила техники безопасности.

## 3. 3. Вопросы для подготовки и проведения экзамена

### 3.3.1. Вопросы

1. Дайте определение науке БИОХИМИЯ.
2. Назовите основной растворитель внутренней среды организма живых систем.
3. Что называется БУФЕРНЫМИ РАСТВОРАМИ?

4. Перечислите буферные системы организма животных.
5. Из каких компонентов, и в каком соотношении состоит фосфатная буферная система?
6. Из каких компонентов, и в каком соотношении состоит гемоглобиновая буферная система?
7. Из каких компонентов, и в каком соотношении состоит гидрокарбонатная буферная система?
8. Что такое «ПОСТОЯНСТВО ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ»?
9. Дайте определение понятию ОСМОС.
10. Что такое ОСМОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ?
11. Перечислите типы АЦИДОЗОВ И АЛКАЛОЗОВ.
12. Назовите возможные причины дыхательного ацидоза.
13. Назовите возможные причины дыхательного алкалоза.
14. Назовите возможные причины метаболического ацидоза.
15. Назовите возможные причины метаболического алкалоза.
16. Какой компонент буферной системы начинает работать, при смещении pH в кислую сторону?
17. Какой компонент буферной системы начинает работать при ацидозе?
18. Дайте определение понятию ПЛАЗМОЛИЗ.
19. Что такое ЦИТОЛИЗ?
20. Дайте определение термину ГЕМОЛИЗ.
21. Что такое ЭНЗИМЫ?
22. Дайте определение классу ферментов ГИДРОЛАЗЫ. Приведите примеры.
23. Какие ферменты отвечают за реакции, идущие по двойным связям? Назовите класс и приведите примеры.
24. Какие ферменты отвечают за транспортировку отдельных фрагментов молекул от одной молекулы субстрата, к другому? Примеры и название класса.
25. Назовите класс ферментов, участвующих в окислительно – восстановительных реакциях? Приведите примеры.
26. Дайте определение классу ферментов, участвующих в процессах АНАБОЛИЗМА.
27. За какие реакции отвечают ЛИГАЗЫ?
28. Какие ферменты могут изомеризовать один субстрат в другой? Приведите примеры таких ферментов и дайте название этому классу.
29. Что называется АПОФЕРМЕНТОМ?
30. Из каких частей состоит ХОЛОФЕРМЕНТ?
31. Какая химическая природа у ПРОСТЫХ ФЕРМЕНТОВ?
32. Дайте определение АЛЛОСТЕРИЧЕСКОГО ФЕРМЕНТА.
33. Что называется ЭФФЕКТОРОМ?
34. В какой субъединице находится АЛЛОСТЕРИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ФЕРМЕНТА?
35. Какие участки входят в состав АКТИВНОГО ЦЕНТРА фермента?
36. Для чего необходим КОНТАКТНЫЙ УЧАСТОК В АКТИВНОМ ЦЕНТРЕ фермента?
37. Для чего необходим ЯКОРНЫЙ УЧАСТОК В АКТИВНОМ ЦЕНТРЕ фермента?
38. Записать уравнение взаимодействия молекулы фермента и субстрата (в общем виде).
39. Какие ферменты называются ТЕРМОЛАБИЛЬНЫМИ?
40. Подчиняются ли ТЕРМОСТАБИЛЬНЫЕ ФЕРМЕНТЫ закону Вант-Гофа?
41. Какие вещества могут быть КОФАКТОРОМ?
42. Дайте определение ВИТАМИНАМ?
43. На какие группы подразделяют все ВИТАМИНЫ?
44. Какая роль отводится ВИТАМИНАМ в организме?
45. Какие витамины легче поступают в кровь из жкт?

46. Какие вещества называются ИНГИБИТОРАМИ?
47. Какие вещества могут выступать в роли ИНГИБИТОРА?
48. В чем сущность КОНКУРЕНТНОГО ИНГИБИРОВАНИЯ?
49. Каким образом можно снять ОБРАТИМОЕ ИНГИБИРОВАНИЕ?
50. В какой части молекулы фермента идет воздействие при НЕКОНКУРЕНТНОМ ИНГИБИРОВАНИИ?
51. Перечислите реакции активации – инактивации ферментов.
52. Объясните причину влияния pH на активность ферментов.
53. Дайте определение понятию ГИПОВИТАМИНОЗ.
54. Что такое АНТИВИТАМИНЫ?
55. Дайте определение понятию АВИТАМИНОЗ.
56. Какие витамины играют важную роль в процессах КРОВЕТВОРЕНИЯ?
57. Какой витамин называют АНТИКСЕРОФТАЛЬМИЧЕСКИЙ? Какие еще биологические роли принадлежат ему?
58. Какие ВИТАМИНЫ входят в состав ОКСИДОРЕДУКТАЗ? Приведите примеры соответствующих витаминов и ферментов.
59. Дайте определение понятию ГОРМОНЫ.
60. Где находятся ГОРМОНЫ?
61. Какие железы отвечают за секрецию ГОРМОНОВ в организме?
62. Назовите главную железу внутренней секреции.
63. Перечислите гормоны, относящиеся к ГОРМОНАМ БЕЛКОВОЙ ПРИРОДЫ?
64. Какое вещество является источником для синтеза СТЕРОИДНЫХ ГОРМОНОВ?
65. Какие гормоны относятся к СТЕРОИДНЫМ ГОРМОНАМ?
66. Назовите гормоны, относящиеся к ДИАБЕТОГЕННЫМ.
67. На соотношение каких микроэлементов влияют ПАРАТ – ГОРМОН и КАЛЬЦИТОНИН?
68. Перечислите основные функции СТГ в организме.
69. Какой железой осуществляется секреция ЛГ и ФСГ?
70. За что в организме отвечают МИНЕРАЛОКОРТИКОИДЫ?
71. Перечислите ферменты, участвующие в расщеплении УГЛЕВОДОВ У ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ.
72. Что является наименьшим МЕТАБОЛИТОМ УГЛЕВОДОВ у НЕЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ?
73. Что является наименьшим МЕТАБОЛИТОМ УГЛЕВОДОВ у ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ?
74. Перечислите пути пополнения запасов ГЛЮКОЗЫ в организме.
75. Куда в организме расходуется ГЛЮКОЗА?
76. Какие ферменты необходимы для расщепления ТРИАЦИЛГЛИЦЕРИДОВ?
77. Какую функцию выполняют ЖЕЛЧНЫЕ КИСЛОТЫ в организме?
78. Где в организме происходит ТКАНЕВОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ?
79. Перечислите ферменты белкового обмена.
80. Перечислите основные компоненты желудочного сока.

### 3.3.2. Критерии оценивания устного ответа на экзамене

Оценка **«5» («отлично»)** соответствует следующей качественной характеристике: «изложено правильное понимание вопроса и дан исчерпывающий на него ответ, содержание раскрыто полно, профессионально, грамотно». Выставляется студенту, обнаружившему всестороннее систематическое знание учебно-программного материала, четко и самостоятельно (без наводящих вопросов) отвечающему на вопрос билета.

Оценка **«4» («хорошо»)** соответствует следующей качественной характеристике: «изложено правильное понимание вопроса, дано достаточно подробное описание предме-

та ответа, приведены и раскрыты в тезисной форме основные понятия, относящиеся к предмету ответа, ошибочных положений нет». Выставляется студенту, показавшему систематический характер знаний по дисциплине и способному к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебы и профессиональной деятельности.

Оценка **«3» («удовлетворительно»)** выставляется студенту, обнаружившему знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой;

- допустившему неточности в ответе и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающими необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка **«2» («неудовлетворительно»)** выставляется студенту, обнаружившему существенные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий; давшему ответ, который не соответствует вопросу экзаменационного билета.