

**ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

***КАФЕДРА АГРОХІМІЇ,
ХІМІЧНИХ І ЗАГАЛЬНОБІОЛОГІЧНИХ
ДИСЦИПЛІН***

**БІОХІМІЯ ТВАРИН З
ОСНОВАМИ ФІЗИЧНОЇ
ТА КОЛОЇДНОЇ ХІМІЇ**

Робочий зошит для лабораторних робіт

**для здобувачів вищої освіти першого
(бакалаврського) рівня освіти спеціальності 204
„Технологія виробництва і переробки продукції
тваринництва”**

**м. Кам'янець-Подільський
2019**

УДК 636:577.1:544.77(076.5)
К56

Автор:

Коваль Т.В. кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії, хімічних і загальнобіологічних дисциплін ПДАТУ

*Рекомендовано до друку науково-методичною радою
Подільського державного аграрно-технічного університету
(протокол № 7 від 22 жовтня 2019 р.)*

Рецензенти:

Приліпко Т.М. професор кафедри технології виробництва, переробки і стандартизації продукції тваринництва Подільського державного аграрно-технічного університету, доктор сільськогосподарських наук, професор

Плахтій П.Д. кандидат біологічних наук, професор кафедри біології та методики її викладання Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка

Коваль Т.В.

К56 Біохімія тварин з основами фізичної та колоїдної хімії: робочий зошит для лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня освіти спеціальності 204 „Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва”/ Т.В.Коваль. – Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 2019. – 72 с.

Робочий зошит для лабораторних робіт складений у відповідності з програмою навчальної дисципліни „Біохімія тварин з основами фізичної та колоїдної хімії” для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня освіти спеціальності 204 „Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва”.

Виконання лабораторних робіт сприятиме кращій практичній підготовці майбутніх технологів з виробництва та переробки продукції тваринництва. Кожній лабораторній роботі передують ґрунтовне пояснення принципу та механізму проведеної реакції, наведено детальний опис процесу виконання якісного або кількісного аналізу. Контрольні питання та тестові завдання допоможуть здобувачам вищої освіти у самостійній підготовці при вивченні курсу.

УДК636:577.1:544.77(076.5)

© Коваль Т.В. 2019

Міністерство освіти і науки України

Подільський державний аграрно-технічний університет

Факультет агротехнологій і природокористування

Кафедра агрохімії, хімічних і загальнобіологічних дисциплін

БІОХІМІЯ ТВАРИН З ОСНОВАМИ ФІЗИЧНОЇ ТА КОЛОЇДНОЇ ХІМІЇ

Робочий зошит для лабораторних робіт

Студента (студентки) _____

назва факультету

прізвище

ім'я та по-батькові

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ В ЛАБОРАТОРІЇ БІОХІМІЇ

1. Працювати в лабораторії дозволяється тільки в халатах.
 2. Приступати до роботи студент може тільки з дозволу викладача.
- Під час роботи слід дотримуватись чистоту, тишу, порядок, точність.
3. В лабораторії не можна пити воду, приймати їжу.
 4. Забороняється працювати в лабораторії одному.
 5. Забороняється вмикати прилади без попередньої перевірки.
 6. Не можна залишати діючий прилад без нагляду.
 7. Необхідно економити воду, електроенергію та реактиви.
 8. Забороняється будь-які речовини пробувати на смак.
 9. Забороняється виконувати досліди у брудному посуді.
10. Всі процедури по виконанню лабораторних робіт (відмірювання реактивів, їх переливання, нагрівання та ін.) виконувати тільки на своєму робочому місці.
11. Роботи з газоподібними, отруйними речовинами, і з тими, які легко парують, проводити у витяжній шафі.
12. Особливо обережно працювати з концентрованими кислотами, лугами, їх міцними розчинами. Забороняється відміряти такі реактиви шляхом всмоктування їх ротом в піпетку. Не допускати попадання цих реактивів на шкіру і одяг.
13. При розчиненні кислот, лугів потрібно їх додавати до води, а не навпаки.
14. Після роботи з реактивами обов'язково помити руки.
15. При нагріванні пробірок слідкувати, щоб отвір пробірки не був направлений на кого-небудь з присутніх в лабораторії. Нагрівання пробірок треба проводити біля меніска (а не біля дна), часто обертати їх і періодично виймати з полум'я.
16. Працювати із спиртом, ацетоном, ефіром та іншими легкозаймистими речовинами можна тільки при відсутності вогню в лабораторії. Потрібно пам'ятати, що горючі, нерозчинні речовини, особливо рідини (бензол, бензин та ін.) гасити водою не можна.
17. Після закінчення лабораторних занять черговий студент закриває водопровідні крани, виключає електроприлади, світло.
18. Всі питання з техніки безпеки, що виникають в процесі роботи, потрібно негайно в'яснити у викладача або лаборанта.

РОЗДІЛ І. ОСНОВИ ФІЗИЧНОЇ ТА КОЛОЇДНОЇ ХІМІЇ**Тема 1. Дифузія**

Дифузія - явище рівномірного розподілу частинок однієї речовини в середовищі іншої речовини. Цей процес виникає в результаті хаотичного руху молекул, атомів, йонів.

Дифузія протікає в газах, рідинах, твердих тілах. Найшвидше вона проходить в газах, найповільніше – в твердих тілах. Це зв'язано із відстанню між молекулами (в газах вона найбільша, в твердих тілах – найменша). Дифузія частинок проходить із областей найбільшої їх концентрації в даній системі в області найменшої концентрації і триває до моменту рівномірного розподілу частинок по всьому об'єму розчинника.

Швидкість дифузії залежить від температури, густини середовища, тиску, відстані між молекулами, величини молекули, яка розподіляється.

РОБОТА № 1. ВПЛИВ TEMПЕРАТУРИ НА ШВИДКІСТЬ ДИФУЗІЇ

Реактиви та обладнання: кристали KMnO_4 ; хімічні стакани на 250-500 мл; білі підставки для стаканів; електроплитка.

Хід роботи

В два хімічні стакани наливають по 250-300 мл води. Один стакан ставлять на електроплитку і підігрівають до кипіння, після чого в обидва стакани опускають кристали KMnO_4 . Спостерігають за швидкістю дифузії.

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Що таке дифузія? Фактори впливають на швидкість дифузії.
2. Поясніть, як впливає температура на швидкість дифузії.
3. Що таке осмос? Який тиск називають осмотичним? Від чого залежить осмотичний тиск?
4. Які розчини називаються ізотонічними, гіпотонічними, гіпертонічними? Що відбувається з еритроцитами в цих розчинах?

Тестові питання

1. Явище рівномірного розподілення частинок однієї речовини в середовищі іншої називається: а) осмос; б) буферність; в) дифузія; г) дисперсність; д) розчинність.

2. Осмос – це: а) двостороння дифузія; б) одностороння дифузія; в) насиченість розчину; г) постійність рН середовища.

3. Тиск, який супроводжує явище осмосу, називається: а) онкотичним; б) осмотичним; в) парціальним.

4. Осмотичний тиск створюється: а) спиртами; б) органічними речовинами; в) мінеральними речовинами.

5. Гіпертонічні розчини мають тиск: а) менший осмотичного тиску крові; б) більший осмотичного тиску крові; в) рівний осмотичному тиску крові.

6. Гіпотонічні розчини мають тиск: а) менший осмотичного тиску крові; б) більший осмотичного тиску крові; в) рівний осмотичному тиску крові.

7. Вкажіть, що відбувається з еритроцитами в гіпотонічних розчинах: а) піддаються плазмолізу; б) не змінюються; в) піддаються гемолізу.

8. Вкажіть, що відбувається з еритроцитами в гіпертонічних розчинах: а) піддаються плазмолізу; б) не змінюються; в) піддаються гемолізу.

Тема 2. Реакція розчинів та методи її визначення

Загальна кислотність показує загальну кількість кислореагуючих речовин, які знаходяться в розчині, вона виражається кількістю мілілітрів 0,1 н розчину NaOH (KOH), що йде на нейтралізацію всіх кислореагуючих речовин в 100 мл досліджуваного розчину.

Загальна кислотність не залежить від ступеня дисоціації кислоти, тому еквімолярні розчини сильних і слабких кислот мають однакову загальну кислотність. Визначають загальну кислотність шляхом титрування.

РОБОТА № 2. ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ КИСЛОТНОСТІ РОЗЧИНІВ

Реактиви та обладнання: 0,1 н р-н HCl; 0,1 н р-н CH₃COOH; 0,1 н р-н NaOH; фенолфталеїн; колбочки для титрування; піпетки.

Хід роботи

В колбочку наливають піпеткою 10 мл 0,1 н розчину HCl, додають дві краплі індикатора фенолфталеїну і титрують з бюретки 0,1 н розчином NaOH до появи рожевого забарвлення. Аналогічно визначають загальну кислотність 0,1 н розчину CH₃COOH. Розрахунок проводять за формулою:

$$X = Y \cdot 100 : Y_1,$$

де X - загальна кислотність (к-сть мл 0,1 н розчину NaOH, використана на титрування 100 мл досліджуваного розчину);

Y - кількість мл 0,1 н розчину NaOH, використана на титрування;

Y₁- кількість мл досліджуваного розчину.

Розрахунок: _____

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Що таке загальна кислотність розчинів?
2. Яким методом визначається загальна кислотність розчинів?
3. Якою буде загальна кислотність для еквімолярних розчинів сильних і слабких кислот? Обґрунтувати правильне твердження.

Задачі на приготування розчинів різної концентрації

1. Вирахуйте, як приготувати 10%-ний розчин NaCl: _____

2. _____

3. Вирахуйте, як приготувати 2М розчин CaCl_2 : _____

4. _____

5. Вирахуйте, як приготувати 0,1N розчин K_2SO_4 : _____

6. _____

$E_{\text{кислоти}} =$

$E_{\text{основи}} =$

$E_{\text{оксиду}} =$

$E_{\text{солі}} =$

Активна кислотність розчинів обумовлюється наявністю вільних іонів Гідрогену.

Активна кислотність залежить від ступеня дисоціації кислот або інших кислореагуючих речовин, які знаходяться в розчині, і характеризується величиною рН.

Концентрація іонів Гідрогену, виражена в г·йон/л, називається **водневим числом $[H^+]$** . Грам-йон - це вагова кількість іонів даного виду, виражена в грамах.

Концентрація гідроксильних іонів, виражена в г·йон/л, називається **гідроксильним числом $[OH^-]$** .

Добуток концентрації іонів Гідрогену і гідроксильних іонів є величина постійна і називається **йонним добутком води**: $K_{H_2O} = [H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$.

Водневий показник (рН) - це від'ємний десятковий логарифм концентрації іонів H^+ : $pH = -\lg[H^+]$.

Гідроксильний показник (рОН) - це від'ємний десятковий логарифм концентрації іонів OH^- : $pOH = -\lg[OH^-]$.

Активна кислотність визначається двома методами – колориметричним і електрометричним (потенціометричним, рН-метричним).

Колориметричний метод визначення активної кислотності - за допомогою індикаторів. **Індикатори** - речовини, які змінюють своє забарвлення в залежності від рН середовища. За своєю хімічною будовою індикатори - це розчини слабких кислот або основ.

В основу електрометричного (потенціометричного) методу визначення рН покладено вимірювання електрорушійних сил гальванічних елементів, виготовлених із досліджуваних рідин і спеціальних електродів. При цьому обов'язковою умовою для електродів гальванічного елементу є можливість протікання окисно-відновних реакцій на їх поверхні, внаслідок чого виникає електричний струм.

РОБОТА № 3. ВИЗНАЧЕННЯ АКТИВНОЇ КИСЛОТНОСТІ РОЗЧИНІВ КОЛОРИМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

Реактиви та обладнання: універсальний індикатор (індикаторні папірці); досліджувані розчини.

Хід роботи

За допомогою універсального індикаторного паперу визначають рН водних розчинів кислот і лугів. Колір індикаторного паперу порівнюють з кольоровою шкалою, визначаючи при цьому рН досліджуваної рідини з точністю до 0,5.

Результати дослідження заносять в таблицю, де, крім рН, вираховують водневе і гідроксильне число.

Водневе, гідроксильне числа і водневий показник розчинів

№	Досліджуваний розчин	Значення рН	$[H^+]$, г·йон/л	$[OH^-]$, г·йон/л	Реакція середовища
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

РОБОТА № 4. ВИЗНАЧЕННЯ АКТИВНОЇ КИСЛОТНОСТІ РОЗЧИНІВ ЗА ДОПОМОГОЮ рН -МЕТРА

Реактиви та обладнання: рН-метр; досліджувані розчини.

Загальні вимоги при роботі з рН-метром:

1. Перед роботою прилад вмикають і чекають 30-40 хвилин. Після цього можна проводити вимірювання.
2. Перед кожним зануренням електроду в контрольний розчин його необхідно старанно промивати дистильованою водою і висушувати фільтрувальним папером. Не можна проводити визначення рН розчинів, попередньо не промивши електрод.
3. При вимірюванні рН розчинів необхідно застосувати автоматичну температурну компенсацію.
4. Дані про величину рН на екрані необхідно записувати після того, як на ньому встановиться певне число, що не змінюється (0,5-1 хвилина).
5. При експлуатації приладу не можна допускати висихання електроду, оскільки це може призвести до зміни його характеристики. Після закінчення роботи електрод необхідно занурити у дистильовану воду.

Хід роботи

Досліджуваний розчин наливають в стаканчик і занурюють в нього попередньо промитий в дистильованій воді та висušений фільтрувальним

папером електрод. На екрані отримують значення рН досліджуваного розчину, які записують.

pH₁ _____ pH₂ _____

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Що таке водневе і гідроксильне число?
2. Що таке йонний добуток води? Записати формулу.
3. Що таке водневий показник? Записати формулу.
4. Що таке гідроксильний показник? Записати формулу.
5. Які речовини називаються індикаторами? Їх хімічна будова.
6. Методи визначення водневого показника.
7. Значення рН та середовища, які їм відповідають.

Тестові питання

1. Назвіть речовини, які обумовлюють загальну кислотність розчинів:
а) білки; б) ліпіди; в) вуглеводи; г) кислореагуючі речовини.
2. Загальна кислотність визначається методом:
а) хроматографічним; б) йонометричним; в) методом титрування.
3. Поясніть, якою буде загальна кислотність для сильних і слабких кислот: а) різною; б) однаковою.
4. Наявність вільних йонів Гідрогену обумовлює:
а) буферність; б) активну кислотність; в) загальну кислотність.
5. Вкажіть, як позначається водневе число:
а) [OH⁻]; б) [H⁺]; в) pOH; г) pH.
6. Вкажіть, як позначається гідроксильне число:
а) [OH⁻]; б) [H⁺]; в) pOH; г) pH.
7. Вкажіть, якими методами визначають рН середовища:
а) колориметричним; б) хроматографічним; в) рН-метричним;
г) електрофоретичним.
8. За хімічною будовою індикатори є: а) слабкими кислотами;
б) сильними кислотами; в) слабкими основами; г) сильними основами.
9. Йонний добуток води – величина постійна і дорівнює:
а) 10⁻⁶; б) 10⁻¹⁴; в) 10⁻¹⁰; г) 10⁻¹²; д) 10⁻³.
10. Фенолфталеїн належить до:
а) двокольорових індикаторів; б) однокольорових індикаторів.

Задачі на визначення водневого та гідроксильного показника

1. Визначте рН розчину, якщо водневе число становить 10^{-6} г•йон/л:

2. Визначте водневе число, якщо рН розчину 11: _____

3. Визначте рН розчину, якщо гідроксильне число становить 10^{-3} г•йон/л: _____

4. Визначте концентрацію гідроксильних йонів, якщо рН розчину буде 4:

5. Визначте концентрацію водневих йонів, якщо концентрація гідроксильних йонів становить 10^{-5} г • йон / л: _____

6. Визначте гідроксильне число, якщо рН розчину становить 12:

«_____» _____ 201__ р.

Тема 3. Буферні розчини

Буферними розчинами називаються такі розчини, які підтримують постійне рН середовища при додаванні до них невеликої кількості сильної кислоти, лугу, або при розведенні. Таку властивість розчини набувають завдяки наявності в їх складі буферних речовин, роль яких можуть виконувати суміші, що складаються:

1) з слабких кислот і солей цих кислот від сильних основ (ацетатний буфер);

2) з слабких основ і солей цих основ від сильних кислот (амонійний буфер);

3) з однозаміщених і двозаміщених солей багатоосновних кислот, (фосфатний буфер);

4) буферна дія характерна також для амфотерних електролітів (амінокислот, білків).

pH буферних розчинів залежить від співвідношення компонентів в них і при даному співвідношенні завжди буде однаковим.

Розведення буферних розчинів не супроводжується зміною їх pH, так як в цьому випадку співвідношення компонентів, які складають буферну систему, буде постійним.

Для пояснення механізму дії буферних розчинів потрібно вміти писати рівняння електролітичної дисоціації компонентів буферного розчину і взаємодію з кислотами і лугами.

Розберемо для прикладу амонійний буфер.

Дисоціація: $\text{NH}_4\text{OH} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$; $\text{NH}_4\text{Cl} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$.

При дисоціації компонентів буферу утворюються однойменні йони (в даному прикладі NH_4^+).

Взаємодія:



Отже, при взаємодії з кислотою або лугом компоненти буферу взаємно переходять один в одного, зв'язуючи йони H^+ або OH^- , тому pH розчину не змінюється.

Завдання:

Поясніть механізм дії буферних розчинів на прикладі бікарбонатного буферного розчину H_2CO_3
 Na_2CO_3 :

РОБОТА №5. СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЯВИЩА БУФЕРНОСТІ

Реактиви та обладнання: 0,01 н р-н HCl; 0,01 н р-н NaOH; ацетатна буферна суміш; універсальний індикатор (розчин); дистильована вода; штатив з пробірками; піпетки.

Хід роботи

а) Беруть три пробірки і наливають в них по 2 мл води. В кожную з них додають по дві краплі універсального індикатора, перемішують і визначають pH. Потім в першу пробірку доливають 1 мл 0,01 н розчину HCl, в другу - 1 мл 0,01 н розчину NaOH, в третю - 1 мл води.

Перемішують і знову визначають pH. Вираховують, на скільки одиниць змінилось pH і пояснюють причину.

Зміна рН на протязі дослідю

№	рН на початку дослідю	рН в кінці дослідю	Зміна рН	Реакція середовища
1				
2				
3				

Висновок: _____

б) Беруть три пробірки і наливають по 2 мл ацетатної буферної суміші і за універсальним індикатором визначають в них рН розчину. Потім в першу пробірку доливають 1 мл 0,01 н розчину HCl, в другу - 1 мл 0,01 н розчину NaOH, в третю - 1 мл води, перемішують вміст пробірок і визначають рН. Пояснюють механізм дії ацетатної буферної суміші.

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

РОБОТА № 6. ВПЛИВ РОЗВЕДЕННЯ НА рН БУФЕРНОГО РОЗЧИНУ

Реактиви та обладнання: ацетатний буфер (рН=5); індикатор метиловий червоний; дистильована вода; штатив з пробірками; піпетки.

Хід роботи

В одну пробірку наливають 6 мл, в другу 3 мл, в третю 2 мл ацетатного буферного розчину із значенням рН 5. В другу пробірку добавляють 3 мл, а в третю 4 мл дистильованої води.

В усі пробірки добавляють по 3 краплі розчину індикатора метилового червоного і перемішують. Спостерігають забарвлення розчинів в пробірках.

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Які розчини називаються буферними? З чого складаються буферні розчини?
2. Як впливає розведення буферних розчинів на їх рН?
3. Поясніть механізм дії буферних розчинів на прикладі ацетатного буферного розчину.
4. Що називається буферною ємністю буферних розчинів? Чим виражається буферна ємність буферних розчинів?
5. Назвіть буферні системи крові тварин.
6. В яких межах знаходиться рН крові сільськогосподарських тварин?
7. Що таке ацидоз і алкалоз?

Тестові питання

1. Буферні розчини: а) підвищують рН; б) знижують рН; в) підтримують постійне рН.
2. рН крові сільськогосподарських тварин знаходиться в межах:
а) 6,8-7,3; б) 7,2-7,95; в) 9,1-9,9; г) 9,6-10,1.
3. Назвіть буферні системи крові сільськогосподарських тварин:
а) білкова; б) воднева; в) ефірна; г) оксигемоглобінова; д) фосфатна; е) спиртова; є) кислотна; ж) бікарбонатна; з) сольова; и) гемоглобінова.
4. рН буферних розчинів залежить від: а) тиску; б) співвідношення компонентів розчину; в) розведення; г) t° .

РОЗДІЛ II. ЗАГАЛЬНА БІОХІМІЯ

«___»_____201__р.

Тема 4. ВУГЛЕВОДИ

Вуглеводи – органічні речовини, до складу яких входять три хімічні елементи – Оксиген, Гідроген, Карбон. Багато вуглеводів крім цих елементів містять також Фосфор, Сульфур і Нітроген.

Вуглеводи містять альдегідну або кетонну і гідроксильні спиртові групи. Тому вони одночасно мають властивості альдегідів або кетонів і багатоатомних спиртів.

Вуглеводи є головним джерелом хімічної енергії. В тканинах тваринного організму вони відкладаються у вигляді запасних поживних речовин, виконують захисну функцію, є хімічною основою для побудови молекул біополімерів, складовими частинами макроергічних сполук, з них легко утворюються жири.

За хімічним складом їх поділяють на моносахариди і полісахариди. При гідролізі полісахариди розкладаються на моносахариди.

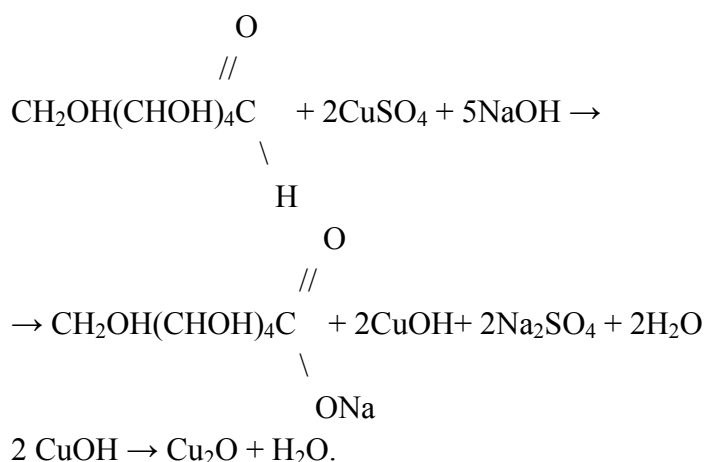
РОБОТА № 7. ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ НА ВУГЛЕВОДИ

1. Реакція Тромера

Деякі метали мають високу здатність відновлюватися в лужному середовищі моносахаридами, а також деякими дисахаридами і трисахаридами, що мають вільну альдегідну або кетонну групу. При цих реакціях метали відновлюються з окисної форми в закисну. Кількісне визначення вуглеводів звичайно і здійснюють за допомогою цих реакцій.

Розчини гексоз, наприклад, глюкози і фруктози в лужному середовищі відновлюють при нагріванні купрум (II) оксид в купрум (I) оксид, а самі окиснюються до альдонових кислот.

Цю реакцію для глюкози в загальному вигляді можна представити рівняннями:



Реактиви та обладнання: 5%-ний розчин глюкози; 10%-ний розчин NaOH; 1%-ний розчин CuSO₄; штатив з пробірками; піпетки; спиртівка.

Хід роботи

У пробірку наливають 1 мл 5%-ного розчину глюкози і додають до нього такий самий об'єм 10%-ного розчину NaOH. Потім піпеткою додають кілька крапель 1%-ного розчину CuSO₄ до появи блакитного забарвлення.

Обережно нагрівають верхню частину вмісту пробірки. Поява жовтого забарвлення - утворення купрум (I) оксиду - вказує на позитивну реакцію Тромера.

Висновок: _____

2. Реакція Фелінга

В реактиві Фелінга йони Cu²⁺ знаходяться у вигляді комплексної сполуки з тартратами. Механізм реакції гексоз з реактивом Фелінга такий

же, як і в реакції Тромера. Перевагою реактиву Фелінга є те, що Купрум при надлишку реактиву не випадає у вигляді купрум (II) оксиду. Дисахариди і полісахариди взаємодіють з реактивом Фелінга після кип'ятіння з мінеральними кислотами.

Реактиви та обладнання: 5%-ний розчин глюкози; реактив Фелінга; штатив з пробірками; піпетки; спиртівки.

Хід роботи

В пробірку вносять 1 мл розчину глюкози і 1 мл реактиву Фелінга. Суміш перемішують і нагрівають на спиртівці до кипіння. Спостерігають утворення червоного осаду купрум (I) оксиду.

Висновок: _____

3. Реакція з альфа-нафтолом і тимолом

Реактиви та обладнання: 1%-ний розчин сахарози; 0,2%-ний розчин α -нафтолу; 1%-ний розчин тимолу в етиловому спирті; концентрована сульфатна кислота; штатив з пробірками; піпетки.

Хід роботи

В дві пробірки наливають по 2 мл розчину сахарози. В першу пробірку додають 6 крапель розчину α -нафтолу, а в другу – стільки ж розчину тимолу. В обидві пробірки обережно по стінці наливають по 1-2 мл концентрованої сульфатної кислоти, не змішуючи її з водним шаром. На межі з'являється фіолетове (у випадку α -нафтолу) і червоне (у випадку тимолу) забарвлення.

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Які речовини називаються вуглеводами? Їх біологічна роль.
2. Запишіть загальну формулу вуглеводів.
3. Класифікація вуглеводів.
4. Якісні реакції на вуглеводи.
5. Запишіть формули рибози, дезоксирибози, глюкози, фруктози.

Тестові питання

1. Вуглеводи – це органічні речовини, побудовані із: а) Карбону, Гідрогену і Оксигену; б) амінокислот; в) спиртів і вищих жирних кислот.
2. Вкажіть, скільки енергії утворюється при окисненні 1г вуглеводів:
а) 9,3ккал; б) 4,1ккал; в) 5,6ккал; г) 7,8ккал.
3. Вкажіть, скільки води утворюється при окисненні 100г вуглеводів:

а) 55,5г; б) 107,1г; в) 100г; г) 41,3г.

4. Визначіть, які з наведених моносахаридів відносяться до альдогексоз:

а) глюкоза; б) фруктоза; в) рибоза; г) галактоза; д) ксилулоза; е) маноза.

5. Визначіть, який з наведених моносахаридів відноситься до кетогексоз:

а) глюкоза; б) фруктоза; в) рибоза; г) галактоза; д) ксилулоза; е) маноза.

6. Число оптичних ізомерів фруктози становить:

а) 16; б) 12; в) 8; г) 10; д) 6.

7. Число оптичних ізомерів глюкози становить:

а) 10; б) 12; в) 8; г) 16; д) 6.

Дисахариди

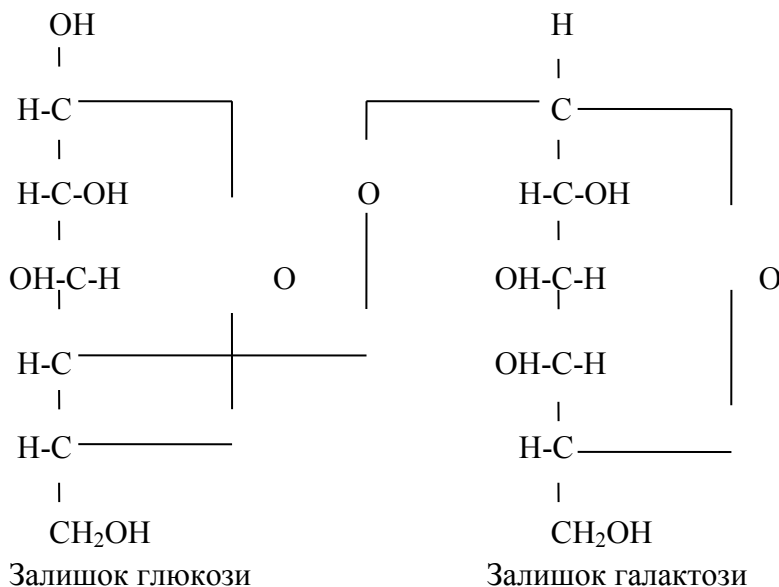
Розрізняють дисахариди **мальтозного** і **трегалозного** типів зв'язку.

При мальтозному типі зв'язку молекула дисахариду утворюється з двох моносахаридів через кисневий місток від глікозидного гідроксилу одного моносахариду і звичайного (частіше біля четвертого атома Карбону) гідроксилу другого моносахариду. В таких дисахаридів є вільна альдегідна форма, а тому вони володіють відновними властивостями (мальтоза, лактоза, целобіоза).

При трегалозному типі зв'язку обидва моносахариди витрачають на утворення глікозидного зв'язку свої напівацетальні гідроксили, в них альдегідна група утворюватися не може. Такий дисахарид не буде володіти відновними властивостями (трегалоza, сахароза).

РОБОТА № 8. ВИЗНАЧЕННЯ ЛАКТОЗИ В МОЛОЦІ

Лактоза (молочний цукор) є дисахаридом глюкози і галактози. Лактоза утворюється в молочній залозі. В молекулі лактози перший атом Карбону галактози сполучений з четвертим атомом Карбону глюкози. Перший атом Карбону глюкози зберігає свій півацетальний (глікозидний) гідроксил (-ОН), тому лактоза володіє відновними властивостями.



Лактоза в молоці знаходиться в молекулярному стані.

Для виявлення лактози в молоці осаджують білки гідратом окису купруму і після відновлення купруму в безбілковому фільтраті (реакція Тромера) відкривають наявність цукру.

Реактиви та обладнання: молоко; 5%-ний розчин CuSO_4 ; 1%-ний розчин CuSO_4 ; 10%-ний розчин NaOH ; штатив з пробірками; піпетки; спиртівки; конічні колби; мірний циліндр; фільтри.

Хід роботи

1. В конічну колбу відміряють 2,5 мл молока, 46 мл води, 1,5 мл 5%-ного розчину CuSO_4 і 0,15 мл NaOH , перемішують і залишають на 30 хвилин. Випадає осад білків молока.

2. Відфільтровують вміст колбочки в пробірку. Із одержаним безбілковим фільтратом проводять реакцію Тромера:

В пробірку наливають 1 мл фільтрату і додають рівний об'єм розчину NaOH . Додають краплями 1%-ного розчину CuSO_4 до появи блакитного забарвлення. Обережно нагрівають верхню частину вмісту пробірки. Поява жовтого забарвлення (утворення купрум (І) оксиду), яке потім переходить в червоне, вказує на позитивну реакцію Тромера.

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Що таке дисахариди?
2. Як утворюються дисахариди мальтозного типу зв'язку? Назвіть основні представники.
3. Як утворюються дисахариди трегалозного типу зв'язку? Назвіть основні представники.
4. Дайте характеристику лактози.

Тестові питання

1. Із наведених вуглеводів запишіть дисахариди: а) глюкоза; б) мальтоза; в) лактоза; г) рибоза; д) сахароза; е) крохмаль; є) целобіоза; ж) трегалоза; з) глікоген.
2. Назвіть дисахариди, які належать до трегалозного типу зв'язку:
а) лактоза; б) трегалоза; в) целобіоза; г) сахароза; д) мальтоза.
3. Назвіть дисахариди, які належать до мальтозного типу зв'язку:
а) лактоза; б) трегалоза; в) целобіоза; г) сахароза; д) мальтоза.

4. Запишіть пари чисел (дисахарид – інша назва):

1. мальтоза	1. мікоза, грибний цукор
2. лактоза	2. молочний цукор
3. трегалоза	3. солодовий цукор
4. сахароза	4. буряковий, тростинний цукор

1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - .

Полісахариди

Полісахариди відрізняються один від одного хімічною природою моносахаридів, які повторюються, ступенем розгалуження і довжиною ланцюга. Полісахариди не мають вільних редуруючих груп, тому вони не володіють відновними властивостями. Повний гідроліз полісахаридів в присутності кислот або специфічних ферментів приводить до утворення моносахаридів, що мають відновні властивості.

РОБОТА № 9. РЕАКЦІЯ КРОХМАЛЮ З ЙОДОМ

При взаємодії крохмалю з йодом утворюється комплексна адсорбційна сполука, забарвлена в синій колір. При нагріванні забарвлення зникає, але з'являється знову при охолодженні, що свідчить про утворення нестійкого комплексу крохмалю з йодом. Знебарвлення проходить також при додаванні натрій гідроксиду або калій гідроксиду.

Зникнення забарвлення при нагріванні і додаванні лугу зумовлено тим, що в утворенні комплексу приймає участь молекулярний йод, а не йодид-йони (J⁻).

Реактиви та обладнання: 0,1%-ний розчин крохмалю; 10%-ний розчин NaOH; реактив Люголя (1 г йоду і 2 г калій йодиду розчиняють в 15 мл дистильованої води і потім розводять водою до об'єму 300 мл); штатив з пробірками; піпетки; водяна баня.

Хід роботи

В пробірку наливають 2 мл розчину крохмалю. Додають 1-2 краплі розчину Люголя. Вміст пробірки перемішують і спостерігають утворення синього забарвлення. Потім 1 мл рідини переносять в іншу пробірку, куди додають 1 мл розчину NaOH. Спостерігають знебарвлення розчину.

Суміш, яка залишилась в пробірці, де спочатку виникло забарвлення, нагрівають на водяній бані. Спостерігають зникнення забарвлення, яке знову з'являється при охолодженні.

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Що таке полісахариди? Як вони класифікуються?
2. Назвіть основні гомополісахариди.
3. Дайте характеристику крохмалю.
4. Дайте характеристику глікогену.
5. Дайте характеристику клітковини.

Тестові питання

1. Вкажіть полісахарид, який синтезується в тваринному організмі:
а) целюлоза; б) інулін; в) крохмаль; г) глікоген.
2. Вкажіть полісахарид, який синтезується в рослинах в результаті процесу фотосинтезу: а) целюлоза; б) інулін; в) глікоген; г) крохмаль.
3. Запишіть загальну формулу крохмалю: _____.
4. Назвіть кінцевий продукт гідролізу крохмалю:
а) мальтоза; б) глюкоза; в) декстрини.
5. Декстрини – це: а) продукти неповного розпаду крохмалю; б) фракції крохмалю; в) продукти кінцевого розпаду крохмалю.

18. Запишіть пари чисел (декстрини – яке забарвлення дають з йодом):

1. амілодекстрини	1. синьо-фіолетове
2. еритродекстрини	2. не дають забарвлення
3. мальтодекстрини	3. жовто-буре
4. ахродекстрини	4. червоно-буре

1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - .

19. Назвіть гомополісахариди: а) крохмаль; б) сахароза; в) інулін; г) лактоза; д) трегалоза; е) целюлоза; є) рибоза; ж) глікоген.

20. Запишіть, які з наведених вуглеводів належать до моносахаридів, дисахаридів, полісахаридів:

а) лактоза; б) крохмаль; в) глюкоза; г) рибоза; д) глікоген; е) сахароза; є) інулін; ж) маноза; з) мальтоза; и) целюлоза; і) трегалоза; ї) галактоза.

Моносахариди: _____ Дисахариди: _____ Полісахариди: _____

«_____» _____ 201__ р.

Тема 5. ЛІПІДИ

Ліпіди - велика група органічних речовин, до якої входять жири і жироподібні речовини (ліпоїди).

Не розчиняються або мало розчиняються у воді, добре розчиняються в органічних розчинниках. Більшість з них є похідними спиртів, вищих жирних кислот або альдегідів.

Більшість ліпідів знаходяться в комплексі з білками, вуглеводами та іншими сполуками.

Виділяють дві групи ліпідів: прості і складні.

Прості ліпіди утворюються із залишків спиртів та вищих жирних кислот (нейтральні жири, стериди, воски).

Складні ліпіди утворені із спиртів, вищих жирних кислот та інших речовин - фосфорної кислоти, сульфатної кислоти, вуглеводів (фосфоліпіди, сульфоліпіди, гліколіпіди).

РОБОТА № 10. РОЗЧИННІСТЬ ЛІПІДІВ І УТВОРЕННЯ ЕМУЛЬСІЇ

Характерною властивістю ліпідів є їх добра розчинність в багатьох органічних розчинниках (ацетон, хлороформ, діетиловий ефір та ін.) і нерозчинність у воді. При змішуванні жирів з водою утворюються емульсії, стійкість яких залежить від середовища, в якій вона утворюється. Наявність у воді речовин-емульгаторів (мила, жовчні кислоти, карбонати) робить емульсії більш стійкими. Утворення емульсій зумовлене тим, що в поверхневий водний шар, який оточує жирові краплі, надходять поверхнево-активні частинки жовчних кислот, мила, карбонату, які оточують ззовні крапельки жиру і запобігають їх злипанню.

Реактиви та обладнання: рослинна олія; мило; жовч; яєчний білок; 1%-ний розчин Na_2CO_3 ; дистильована вода; штатив з пробірками; піпетки; крапельниці.

Хід роботи

Добавляють в першу пробірку 20 крапель дистильованої води, в другу - 20 крапель жовчі, в третю - 20 крапель розчину яєчного білка, в четверту - 20 крапель 1-процентного розчину мила, в п'яту - 20 крапель 1-процентного розчину Na_2CO_3 . В кожну пробірку додають по 1 краплі рослинної олії. Всі пробірки старанно збовтують. Через 5 хвилин спостерігають збереження емульсії. Результати досліду записують в таблицю.

Емульгування жирів

<u>Емульгатор</u> Назва жиру	Вода	Мило	Жовч	Білок	Na_2CO_3
Рослинна олія					

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Завдання: Запишіть формули:

а)

б)

в)

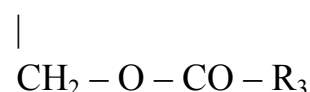
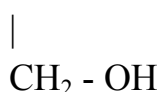
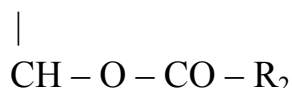
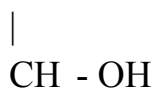
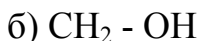
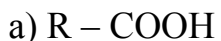
Контрольні питання

1. Які речовини називаються ліпідами? Функції ліпідів.
3. Класифікація ліпідів. Класи простих та складних ліпідів.
4. Загальна формула нейтрального жиру.
5. Класифікація фосфоліпідів.
6. Що таке емульгування жирів? Які речовини емульгують жири?
7. Назвіть основні фізичні константи жирів.
8. Назвіть основні хімічні константи жирів. Поясніть, що показує кожна з хімічних констант жиру.

Тестові питання

1. Вкажіть, скільки енергії утворюється при окисненні 1г ліпідів:
а) 9,3ккал; б) 4,1ккал; в) 5,6ккал; г) 7,8ккал.
2. Вкажіть, скільки утворюється води при окисненні 100г ліпідів:
а) 55,5г; б) 41,3г; в) 107,1г;
3. Запишіть окремо фізичні і хімічні константи жирів: а) смак;
б) йодне число; в) число омилення; г) запах; д) густина; е) кислотне число;
є) колір; ж) число Рейхарда-Мейсля жирів.
Фізичні константи: _____.
Хімічні константи: _____.
4. Із наведених вищих жирних кислот запишіть окремо насичені і ненасичені: а) міристинова; б) арахідонова; в) ліноленова; г) пальмітинова;
д) ліолева; е) стеаринова; є) олеїнова.
Насичені: _____.
Ненасичені: _____.
5. Спермацет належить до: а) нейтральних жирів; б) восків;
в) стеридів.
6. Воски – це естери: а) різних спиртів і залишків різних вищих жирних кислот;
б) циклічних спиртів стеролів і вищих жирних кислот;
в) трьохатомного спирту гліцерину і вищих жирних кислот.
7. Стериди – естери: а) різних спиртів і залишків різних вищих жирних кислот;
б) циклічних спиртів стеролів і вищих жирних кислот;
в) трьохатомного спирту гліцерину і вищих жирних кислот.

8. Вкажіть, яка з наведених формул є формулою нейтрального жиру:



9. Рідка консистенція жирів залежить від наявності в їх складі:
а) спиртів; б) гліцерину; в) насичених вищих жирних кислот; г) ненасичених вищих жирних кислот.

10. Тверда консистенція жирів залежить від наявності в їх складі:
а) спиртів; б) гліцерину; в) ненасичених вищих жирних кислот; г) насичених вищих жирних кислот.

11. Запишіть пари чисел (назва ліпідів – до якого класу відносяться):

1. спермацет	1. нейтральні жири
2. тристеарин	2. фосфоліпіди
3. лецитини	3. воски
4. цереброзиди	4. гліколіпіди

1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - .

«___»_____201__р.

Тема 6. БІЛКИ. АМІНОКИСЛОТИ І ПРОСТІ БІЛКИ

Білки - високомолекулярні органічні сполуки, які складаються із залишків амінокислот.

Елементний склад білків такий, %: Карбон - 50-55, Оксиген - 21-24, Нітроген - 15-18, Гідроген - 6,5-7,5, Сульфур - 0,3-2,5, Фосфор - 1-2. Деякі білки містять у невеликих кількостях також Ферум, Купрум, Манган, Бром, Кальцій тощо.

Молекулярна маса білків коливається в широких межах - від кількох тисяч до сотень мільйонів. Молекула білка може мати первинну, вторинну, третинну, четвертинну структури.

За формою молекули білки поділяються на глобулярні та фібрилярні. Глобулярні білки мають округлу або еліпсоїдну форму, добре розчиняються у воді, володіють ферментативною активністю. Фібрилярні білки мають нитковидну форму, практично нерозчинні, не мають поживного значення, не розщеплюються ферментами. За хімічною будовою білки поділяються прості (протеїни) та складні (протеїди).

Білки складаються з амінокислот. Амінокислоти є похідними карбонових кислот, у радикалі яких один чи кілька атомів Карбону заміщені на аміногрупи. За своїм значенням для організму амінокислоти поділяються

на замінні, незамінні, напівзамінні. Для виявлення білків існують дві групи реакцій: кольорові реакції і реакції осадження.

РОБОТА №11. КОЛЬОРОВІ РЕАКЦІЇ НА БІЛКИ ТА АМІНОКИСЛОТИ

Реактиви та обладнання: розчин білка; 10%-ний розчин NaOH; 2%-ний розчин CuSO₄; концентровані HNO₃ і H₂SO₄; розчин Мілона; реактив Фоля; 10%-ний розчин сахарози; штатив з пробірками; піпетки; спиртівка.

Хід роботи

А. БІУРЕТОВА РЕАКЦІЯ. За допомогою біуретової реакції виявляють в білку пептидний зв'язок. В пробірку наливають 1 мл розчину білка і додають рівний об'єм 10%-ного розчину NaOH. Потім додають 3 краплі 2%-ного розчину CuSO₄. При збовтуванні з'являється фіолетове забарвлення.

Б. РЕАКЦІЯ МІЛОНА характерна для фенольної групи амінокислоти тирозину. В пробірку наливають 1 мл розчину білка і додають 5 крапель реактиву Мілона. При нагріванні маємо осад цегляно-червоного кольору.

В. КСАНТОПРОТЕЇНОВА РЕАКЦІЯ характерна для циклічних амінокислот (фенілаланіну, тирозину, триптофану). В пробірку наливають 1 мл розчину білка, 0,5 мл концентрованої HNO₃ і обережно нагрівають. Розчин набуває жовтого забарвлення.

Г. РЕАКЦІЯ ФОЛЯ - на амінокислоти, які містять сульфур (цистин, цистеїн). До 5 крапель розчину білка додають 5 крапель реактиву Фоля. Кип'ятять і дають постояти 1-2 хвилини. З'являється бурий або чорний осад.

Д. РЕАКЦІЯ ШУЛЬЦЕ-РАСПАЙЛЯ характерна для триптофану. В пробірку наливають 1мл розчину білка, 1-2 краплі 10% розчину сахарози і обережно, по стінці, нашаровують піпеткою 1мл концентрованої H₂SO₄. На межі двох рідин появляється вишнево-червоне кільце.

Результати дослідів записують в таблицю.

Кольорові реакції на білки та амінокислоти

№	Назва реакції	Використані реактиви	Результат реакції	Що відкриває дана реакція
1	Біуретова			
2	Реакція Мілона			
3	Ксантопротеїнова			
4	Реакція Фоля			
5	Реакція Шульце-Распайля			

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Що таке білки? Яка біологічна роль білків? Елементний склад білків.
2. Класифікація білків за хімічною будовою.
3. Класифікація білків за формою молекули. Дайте характеристику кожного класу.
4. Що таке амінокислоти? Загальна формула амінокислот.
5. Формули амінокислот.
6. Як діляться амінокислоти за їх значенням для організму? Назвіть представники кожної групи.
7. Які білки називаються повноцінними і неповноцінними?
8. Назвіть кольорові реакції на білки і амінокислоти. Що відкриває кожна з них?

РОБОТА № 12. РЕАКЦІЇ ОСАДЖЕННЯ БІЛКІВ

Реакції осадження білків можуть бути зворотними і незворотними. При зворотному осадженні білки не піддаються глибоким змінам і не втрачають своїх властивостей, можуть розчинятись у воді.

При незворотних реакціях осадження білки піддаються глибоким змінам - настає **денатурація**. Повне і швидке осадження білків настає при досягненні **ізоелектричної точки (ІЕТ)**.

Реактиви та обладнання: розчин білка; 10%-ний розчин NaOH; 2%-ний розчин CuSO₄; 5%-ний розчин оцтовокислого свинцю; концентрована HNO₃; концентрована H₂SO₄; 20%-ний розчин сульфосаліцилової кислоти; 10%-ний розчин трихлороцтової кислоти; етиловий спирт; насичений розчин NaCl; насичений розчин таніну; 1%-ний розчин CH₃COOH; порошок (NH₄)₂SO₄; насичений розчин (NH₄)₂SO₄; штатив з пробірками; піпетки; скляні палички для перемішування; фільтри.

Хід роботи

А. ОСАДЖЕННЯ БІЛКІВ СОЛЯМИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

1. **ОСАДЖЕННЯ БІЛКІВ МІДНИМ КУПОРОСОМ.** До 5 крапель розчину білку додають обережно 2 краплі 1%-ного розчину CuSO₄ і спостерігають розчинення осаду в надлишку реактиву.

2. **ОСАДЖЕННЯ БІЛКІВ ОЦТОВОКИСЛИМ СВИНЦЕМ.** До 5 крапель розчину яєчного білку додають 2 краплі 5%-ного розчину оцтовокислого

свинцю. Утворюється осад, нерозчинний у воді, але легко розчинний в надлишку осаджувача.

Б. ОСАДЖЕННЯ БІЛКІВ КОНЦЕНТРОВАНИМИ МІНЕРАЛЬНИМИ КИСЛОТАМИ

1. ОСАДЖЕННЯ НІТРАТНОЮ КИСЛОТОЮ. До 5 крапель концентрованої HNO_3 доливають рівний об'єм розчину білку - 5 крапель, обережно, по стінці пробірки, нахиливши її під кутом 45 градусів, так щоб обидві рідини не змішувались. На межі двох рідин утворюється осад у вигляді невеликого білого кільця. Обережно струшують пробірку і додають надлишок HNO_3 . Осад не зникне, так як в надлишку HNO_3 він не розчиняється.

2. ОСАДЖЕННЯ СУЛЬФАТНОЮ КИСЛОТОЮ. Осадження H_2SO_4 проводиться аналогічно реакції з HNO_3 . До 5 крапель концентрованої H_2SO_4 обережно по стінці доливають рівний об'єм, тобто 5 крапель білку. Осад розчиняється в надлишку H_2SO_4 .

В. ОСАДЖЕННЯ БІЛКІВ ОРГАНІЧНИМИ КИСЛОТАМИ

1. ОСАДЖЕННЯ СУЛЬФОСАЛІЦИЛОВОЮ КИСЛОТОЮ. До 5 крапель розчину білку додають 2 краплі 20%-ного розчину сульфосаліцилової кислоти. Випадає осад білків.

2. ОСАДЖЕННЯ ТРИХЛОРОЦТОВОЮ КИСЛОТОЮ. До 5 крапель розчину білку додають 2 краплі 10%-ного розчину трихлороцтової кислоти. Випадає осад білка.

Г. ОСАДЖЕННЯ БІЛКІВ ОРГАНІЧНИМИ РОЗЧИННИКАМИ

До 5 крапель розчину білку доливають 10 крапель етилового спирту. Розчин мутніє. Додають 1 краплю насиченого розчину NaCl . Згодом випадає осад білка.

Д. ОСАДЖЕННЯ БІЛКІВ АЛКАЛОЇДНИМИ РЕЧОВИНАМИ

До 5 крапель білку додають 2 краплі насиченого розчину таніну і 2 краплі 1%-ного розчину CH_3COOH . Випадає осад жовтувато-сірого кольору.

Висновок: _____

Ж. РЕАКЦІЇ ОСАДЖЕННЯ БІЛКІВ ПРИ КІМНАТНІЙ ТЕМПЕРАТУРІ НЕЙТРАЛЬНИМИ СОЛЯМИ - ВИСОЛЮВАННЯМ

ВИСОЛЮВАННЯ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. В пробірку наливають 3 мл розчину білка, додають рівний об'єм насиченого розчину $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ і перемішують. Утворюється напівнасичений розчин, в осад випадають глобуліни. Через декілька хвилин глобуліни відфільтровують. У фільтраті залишаються

альбуміни. Для їх висолювання у фільтрат додають порошок $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ до насичення, тобто до тих пір, поки нова порція порошку залишиться нерозчинною. Альбуміни, які випали в осад, відфільтровують. Досліджують фільтрат на наявність білку за допомогою біуретової реакції.

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

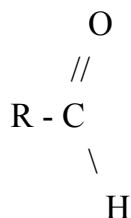
Контрольні питання

1. Що таке денатурація білків? Які фактори її спричиняють?
2. Що називається ізoeлектричною точкою білків?
3. Що таке висолювання білків? На які фракції розділяються білки при висолюванні?
4. За допомогою якої реакції фільтрат досліджують на наявність білку?

Тестові питання

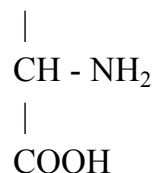
1. Вкажіть, з чого побудовані білки: а) з карбонових кислот; б) з амінокислот; в) із спиртів і вищих жирних кислот.
2. Назвіть, які амінокислоти зустрічаються в білках:
а) D-ряду; б) L-ряду.
3. Назвіть, які хімічні елементи обов'язково містяться в білках:
а) Карбон; б) Кальцій; в) Оксиген; г) Купрум; д) Нітроген; е) Бром; є) Гідроген.
4. Амінокислоти є похідними: а) спиртів; б) естерів; в) фенолів; г) карбонових кислот; д) вуглеводнів.
5. Вкажіть загальну формулу амінокислот:

а)



б) $\text{R} - \text{COOH}$

в) R



г) $\text{R} - \text{OH}$

6. Назвіть групи, які обумовлюють амфотерні властивості білків:
а) метильні; б) імінні; в) амінні; г) альдегідні; д) карбоксильні.
7. Запишіть оксиамінокислоти: а) аланін; б) серин; в) метіонін; г) тирозин; д) пролін; е) треонін; є) аспарагінова кислота; ж) оксипролін.
8. Запишіть сірковмісні амінокислоти: а) метіонін; б) аргінін; в) орнітин; г) цистин; д) гліцин; е) цистеїн; є) гістидин.

9. Назвіть ациклічні амінокислоти: а) пролін; б) метіонін; в) гістидин; г) норлейцин; д) фенілаланін; е) серин; є) валін; ж) оксипролін.

10. Назвіть циклічні амінокислоти: а) пролін; б) лейцин; в) фенілаланін; г) лізин; д) тирозин; е) триптофан; є) серин; ж) гістидин.

11. Запишіть пари чисел (амінокислота – група, до якої відноситься):

1. цистин	1. моноамінодикарбонові
2. валін	2. діаміномонокарбонові
3. глутамінова кислота	3. моноаміномонокарбонові
4. аргінін	4. діамінодикарбонові

1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - .

12. Ефірний зв'язок утворюється між ортофосфорною кислотою і: а) сірковмісними амінокислотами; б) оксиамінокислотами; в) циклічними амінокислотами; г) ациклічними амінокислотами.

13. Дисульфідний зв'язок – це зв'язок між: а) карбоксильною і амінною групами; б) карбонільною та імінною групами; в) двома атомами сірки; г) фосфорною кислотою та оксиамінокислотами.

14. Назвіть напівзамінні амінокислоти: а) тирозин; б) лейцин; в) треонін; г) гліцин; д) орнітин; е) гістидин; є) пролін; ж) цистеїн.

15. Назвіть незамінні амінокислоти: а) лейцин; б) гліцин; в) фенілаланін; г) серин; д) гістидин; е) аргінін; є) лізин; ж) триптофан; з) цистеїн; и) норлейцин.

16. Назвіть замінні амінокислоти: а) гліцин; б) аспарагінова кислота; в) аланін; г) цистин; д) глутамінова кислота; е) лізин; є) пролін; ж) серин.

17. Білки, в складі яких відсутня хоча б одна незамінна амінокислота, називаються: а) глобулярними; б) простими; в) складними; г) повноцінними; д) неповноцінними.

18. Білки, які містять всі незамінні амінокислоти в оптимальному співвідношенні, називаються: а) глобулярними; б) повноцінними; в) складними; г) неповноцінними.

19. Глобулярні білки: а) мають нитковидну форму; б) мають кулеподібну форму; в) розчинні у воді; г) нерозчинні у воді; д) не мають поживного значення; е) володіють ферментативною активністю.

20. Фібрилярні білки: а) мають нитковидну форму; б) мають кулеподібну форму; в) розчинні у воді; г) нерозчинні у воді; д) не мають поживного значення.

21. При висолюванні білки розділяються на фракції: а) прості і складні; б) фібрилярні і глобулярні; в) альбуміни і глобуліни.

22. Кадаверин утворюється при декарбоксилюванні:

а) орнітину; б) аргініну; в) лізину.

23. Путресцин утворюється при декарбоксилюванні:

а) лізину; б) аргініну; в) орнітину.

24. Запишіть пари чисел (рівні білкової молекули – як утворюються):

1. первинна структура	1. асоціація кількох субодиниць в єдину молекулу – міцелу
2. вторинна структура	2. білок вторинної структури скручується в глобулу
3. третинна структура	3. послідовність амінокислот, сполучених пептидним зв'язком
4. четвертинна структура	4. білок первинної структури скручується у спіраль

1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - .

25. Первинна структура білків утворена: а) водневими зв'язками; б) дисульфідними зв'язками; в) ефірними зв'язками; г) пептидними зв'язками; д) сольовими зв'язками.

26. Тиск, який створюють білки плазми, називається:

а) осмотичним; б) онкотичним; в) парціальним; г) кров'яним.

Задачі на написання дипептидів

При написанні дипептидів застосовують такі правила:

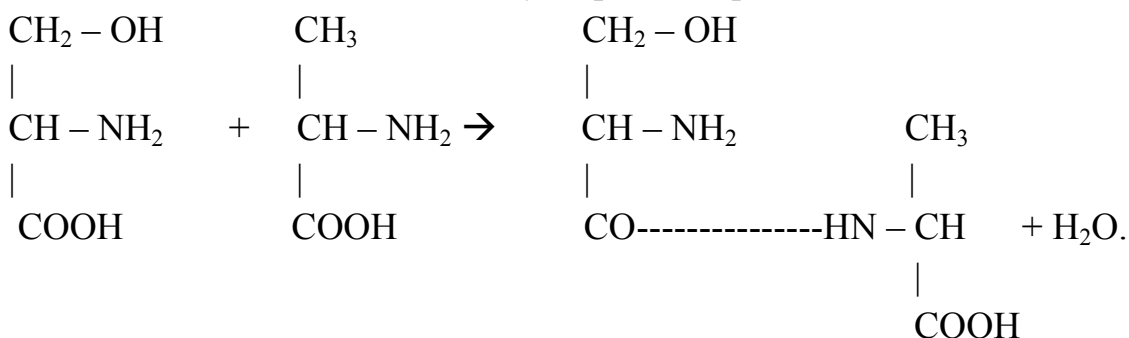
1. Перша амінокислота для утворення пептидного зв'язку використовує свою карбоксильну групу (від неї відщеплюється група OH), друга – амінну групу (від неї відщеплюється H). В результаті виділяється молекула води.

2. Назва дипептиду складається із назв амінокислот, які його утворюють. В назві першої амінокислоти остання буква –н змінюється на –л.

3. Записувати амінокислоти треба в тому порядку, в якому наведені їх назви.

4. Якщо першою в дипептиді йде аспарагінова кислота, то її назва змінюється на аспарагіл; якщо глутамінова кислота – на глутамініл. Якщо в дипептиді ці амінокислоти йдуть другими, їхні назви не змінюються.

1. Запишіть і назвіть дипептид, утворений серином і аланіном:



Відповідь: утворений дипептид називається серил-аланін.

2. Запишіть утворення дипептиду аспарагіл-треоніну:

3. Запишіть і назвіть дипептид, утворений валіном і глутаміною:

4. Запишіть утворення дипептиду лейцил-лізину:

5. Запишіть і назвіть дипептид, утворений фенілаланіном і метіоном:

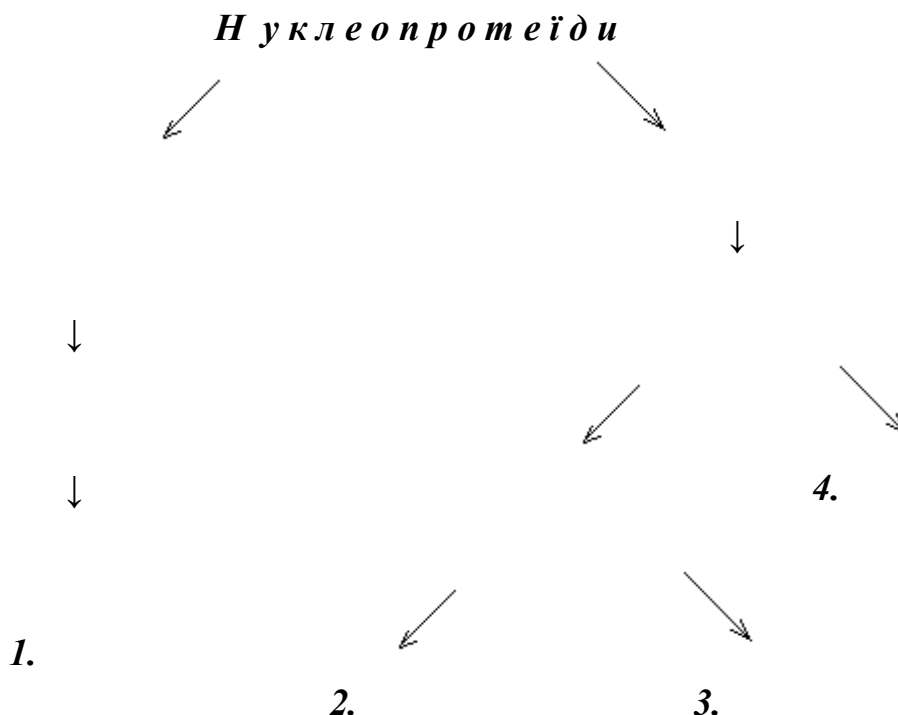
6. Запишіть і назвіть трипептид, утворений аланіном, цистеїном і гліцином:

Тема 7. СКЛАДНІ БІЛКИ (ПРОТЕЇДИ)

Протеїди - складні білки, які складаються з амінокислот і небілкових речовин (простетичної групи). В залежності від простетичної групи протеїди діляться на: нуклеопроїди, хромопротеїди, фосфопроїди, ліпопротеїди, глікопротеїди. Прості білки представлені гістонами і протамінами, альбумінами і глобулінами. Залежно від природи нуклеїнової кислоти, яка входить до складу нуклеопроїду, розрізняють дезоксирибонуклеопроїди (ДНП) і рибонуклеопроїди (РНП).

РОБОТА № 13. ГІДРОЛІЗ НУКЛЕОПРОТЕЇДІВ

Для вивчення складу нуклеопроїдів проводять гідроліз дріжджів кип'ятінням їх з водою в присутності сульфатної кислоти. При частковому гідролізі нуклеопроїди розпадаються на білок і нуклеїнові кислоти. При тривалому гідролізі проходить повний розпад нуклеопроїдів. Схема повного кислотного гідролізу нуклеопроїдів може бути представлена так:



Реактиви та обладнання: гідролізат дріжджів; 10%-й р-н NaOH; 2%-ний р-н CuSO₄; 1%-ний AgNO₃; концентрований розчин NH₄OH; 1%-ний алкогольний розчин тимолу; молібденовий реактив; концентрована H₂SO₄; штатив з пробірками; піпетки; спиртівка.

Хід роботи

1. Кислотний гідроліз складних білків - нуклеопроїдів

1 г дріжджів вмішують в круглодонну колбу на 100 мл, додають 20 мл 10% розчину H₂SO₄ і 20 мл дистильованої води. Колбу закривають пробкою з

довгою скляною трубкою і кип'ять під тягою на протязі 1-1,5 години (на азбестовій сітці при слабкому нагріванні).

Через 1,5 години після початку кип'ятіння нагрівання рідини припиняють, дають їй вистигнути, доводять в циліндрі водою до початкового об'єму і фільтрують. З фільтратом виконують якісні реакції на складові частини нуклеопротеїдів.

2. Якісні реакції на відкриття складових частин нуклеопротеїдів

а) БІУРЕТОВА ПРОБА НА ПОЛІПЕПТИДИ. До 5 крапель гідролізату додають 10 крапель 10%-ного розчину NaOH і 1 краплю 2%-ного розчину CuSO₄. Рідина забарвлюється або у фіолетовий колір (гідроліз пройшов до пептидів), або в блакитний колір (гідроліз пройшов до вільних амінокислот).

б) СРІБНА ПРОБА НА ПУРИНОВІ ОСНОВИ. До 0,5мл гідролізату дріжджів додають 1-2 краплі концентрованого розчину NH₄OH для нейтралізації і 0,5 мл 1%-ного розчину AgNO₃. При відстоюванні випадає рихлий осад бурого кольору, обумовлений утворенням срібних з'єднань пуринових основ.

в) ЯКІСНА РЕАКЦІЯ МОЛІША НА ПЕНТОЗНЕ УГРУПУВАННЯ. До 10 крапель профільтрованого гідролізату додають 3 краплі 1% спиртового розчину тимолу, перемішують і по стінці пробірки опускають рівний об'єм концентрованої H₂SO₄. На дні пробірки утворюється червоне забарвлення внаслідок утворення продукту конденсації фурфуролу з тимолом.

г) МОЛІБДЕНОВА ПРОБА НА ФОСФАТНУ КИСЛОТУ. До 5 крапель гідролізату додають 5 крапель молібденового реактиву і кип'ять кілька хвилин. Рідина забарвлюється в лимонно-жовтий колір. При охолодженні пробірки проточною водою утворюється жовтий кристалічний осад комплексної сполуки амоній фосфомолібдату.

Одержані дані реакцій занести в таблицю.

Гідроліз нуклеопротеїдів

Назва складного білку	Назва простетичної групи	Використані реактиви	Продукти реакції	Що відкривається
		1.	1.	1.
		2.	2.	2.
		3.	3.	3.
		4.	4.	4.

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Які білки називаються складними? На які групи класифікуються складні білки?
2. Що таке нуклеотид? Назвіть нуклеотиди, які входять до складу РНК і ДНК.
3. Що є кінцевим продуктом гідролізу білкової частини нуклеопротейдів залежно від ступеня гідролізу?
4. Дайте характеристику ДНК.
5. Дайте характеристику РНК.

Тестові питання

1. Назвіть, які з перерахованих білків належать до складних:
а) нуклеопротейди; б) гістони; в) альбуміни; г) хромопротейди; д) ліпопротейди.
2. Простетичною групою нуклеопротейдів є: а) вуглеводи та їх похідні; б) фосфорна кислота; в) нуклеїнові кислоти; г) ліпіди; д) забарвлена речовина.
3. Із наведених сполук виберіть нуклеотиди: а) аденін-рибоза; б) тимін-дезоксирибоза-фосфорна кислота; в) гуанін-рибоза-фосфорна кислота; г) урацил-рибоза; д) цитозин-рибоза-фосфорна кислота; е) аденін-дезоксирибоза.
4. Із наведених сполук виберіть нуклеозиди: а) урацил-рибоза-фосфорна кислота; б) аденін-дезоксирибоза; в) гуанін-рибоза; г) тимін-дезоксирибоза-фосфорна кислота; д) цитозин-дезоксирибоза; е) гуанін-дезоксирибоза-фосфорна кислота.
5. Назвіть мононуклеотиди:
а) аденін-рибоза-фосфорна кислота;
б) цитозин-дезоксирибоза-фосфорна кислота;
в) урацил-рибоза-фосфорна кислота;
г) тимін-дезоксирибоза-фосфорна кислота;
д) гуанін-дезоксирибоза-фосфорна кислота.
6. До пуринових азотистих основ належать:
а) аденін; б) цитозин; в) тимін; г) гуанін; д) урацил.
7. До піримідинових азотистих основ належать:
а) аденін; б) цитозин; в) тимін; г) гуанін; д) урацил.
8. Вкажіть, які з наведених мононуклеотидів входять до складу РНК:

а) аденін-рибоза-фосфорна кислота; б) аденін-дезоксирибоза-фосфорна кислота; в) гуанін-рибоза-фосфорна кислота; г) урацил-рибоза-фосфорна кислота; д) цитозин-дезоксирибоза-фосфорна кислота.

9. Вкажіть, які з наведених мононуклеотидів входять до складу ДНК:
а) аденін-дезоксирибоза-фосфорна кислота; б) гуанін-рибоза-фосфорна кислота; в) цитозин-рибоза-фосфорна кислота; г) тимін-дезоксирибоза-фосфорна кислота; д) цитозин-дезоксирибоза-фосфорна кислота.

10. Гемоглобін належить до: а) ліпопротеїдів; б) глікопротеїдів; в) хромопротеїдів; г) нуклеопротеїдів.

11. Казеїн належить до: а) ліпопротеїдів; б) глікопротеїдів; в) фосфопротеїдів; г) нуклеопротеїдів.

12. Запишіть пари чисел (представники – клас складних білків):

1. пепсин	1. ліпопротеїди
2. міоглобін	2. хромопротеїди
3. муцини	3. фосфопротеїди
4. бета-ліпопротеїди	4. глікопротеїди

1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - .

13. Білкова частина гемоглобіну містить:

а) 574 залишки а/к; б) 141 залишок а/к; в) 146 залишків а/к.

14. Один альфа-ланцюг у молекулі гемоглобіну містить:

а) 574 залишки а/к; б) 141 залишок а/к; в) 146 залишків а/к.

Завдання:

1. Запишіть, які азотисті основи в ланцюгу і-РНК відповідатимуть азотистим основам в одному з ланцюгів ДНК:

ДНК: Т - Ц - Г - А - А - Т - Г - Ц - Г - А

І-РНК: _____

2. Дано азотисті основи в одному ланцюзі ДНК. Запишіть, які азотисті основи відповідатимуть їм в другому ланцюзі ДНК:

ДНК 1: Г - А - Т - Г - Ц - А - Ц - А - Г - Т

ДНК 2: _____

«___»_____201___р.

Тема 8. ВІТАМІНИ

Вітаміни (лат. *vita* - життя) - група низькомолекулярних органічних речовин різної хімічної будови, необхідних для існування живого організму в дуже малих кількостях. Синтезуються вітаміни переважно рослинами та мікроорганізмами. Частково потреба у вітамінах, особливо у жуйних тварин, задовольняється за рахунок їх синтезу мікроорганізмами рубця. Вітаміни - регулятори обміну речовин (багато з них входять до складу ферментів).

За фізичною класифікацією вітаміни діляться на жиророзчинні і водорозчинні. Жиророзчинні вітаміни не розчиняються у воді, але розчиняються в органічних розчинниках, термостабільні, стійкі проти зміни рН середовища. До жиророзчинних належать вітаміни групи А, D, Е, К, F, убіхінони.

Водорозчинні вітаміни не розчиняються в жирах і багатьох органічних розчинниках, але добре розчиняються у воді, термолабільні, нестійкі проти зміни рН, не можуть депонуватися в тканинах. Багато які з них є складовими частинами ферментів.

Основні водорозчинні вітаміни: вітамін В₁, вітамін В₂, вітамін В₃, вітамін В₅, вітамін В₆, вітамін В₁₂, вітамін Н, вітамін С.

Завдання: Заповніть таблицю.

Вітаміни – складові частини ферментів

<i>Назва вітаміну</i>	<i>До яких ферментів входить</i>	<i>У якій формі</i>

Крім вітамінів, виділяють вітаміноподібні сполуки: інозит, вітамін В₁₃ (оротова кислота), вітамін В₁₅ (пангамова кислота), холін, вітамін U, параамінобензойна кислота (ПАБК).

РОБОТА № 14. ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ НА ВІТАМІНИ

Реактиви та обладнання: розчин вітаміну А; розчин вітаміну Е; 1%-ний р-н вітаміну В₆; 0,5%-ний розчин вітаміну С; концентрована Н₂SO₄; концентрована НNO₃; 1%-ний розчин FeCl₃; 1%-ний розчин гексаціаноферату калію; чашки Петрі; штатив з пробірками; піпетки; водяна баня.

Хід роботи

а) ЯКІСНА РЕАКЦІЯ НА ВІТАМІН А З Н₂SO₄. На чашку Петрі наносять 3 краплі масляного розчину вітаміну А і додають краплю концентрованої Н₂SO₄. З'являється синьо-фіолетове забарвлення.

б) ЯКІСНА РЕАКЦІЯ НА ВІТАМІН Е З НNO₃. В дві пробірки наливають по 3 краплі масляного розчину вітаміну Е. В першу пробірку додають 1 мл води, в другу - таку ж кількість концентрованої НNO₃. Обидві пробірки нагрівають у киплячій водяній бані 10 хвилин. В пробірці з НNO₃ масляний шар вітаміну Е забарвлюється в оранжево-червоний колір.

в) ЯКІСНА РЕАКЦІЯ НА ВІТАМІН В₆. До 5 крапель розчину вітаміну В₆ додають таку ж кількість розчину FeCl₃. Перемішують. Розвивається червоне забарвлення.

2) **ЯКІСНА РЕАКЦІЯ НА ВІТАМІН С.** В одну пробірку наливають 2 мл води, в другу - 2 мл розчину вітаміну С. В обидві пробірки додають по декілька крапель розчину гексаціаноферату (III) калію і FeCl_3 . В пробірці з вітаміном С з'являється синє забарвлення.

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Які речовини називаються вітамінами? Їх біологічна роль. Фізична класифікація вітамінів.
2. Що таке гіпо-, гіпер-, авітамінози?
3. Загальні властивості жиророзчинних вітамінів.
4. Назвіть основні групи жиророзчинних вітамінів (якщо є представники в групі, вкажіть їх). Які хвороби попереджують вітаміни кожної групи?
5. Загальні властивості водорозчинних вітамінів.
6. Назвіть основні водорозчинні вітаміни та вкажіть хвороби, які вони попереджують.
7. До яких ферментів і у яких формах входять вітаміни B_1 , B_2 , B_5 , B_6 , Н?
8. Назвіть основні вітаміноподібні сполуки.

Тестові питання

1. Вкажіть, хто ввів в науку термін „вітаміни”: а) Х.Ейкман; б) М.І.Лунін; в) К.Функ.
2. Вкажіть, хто вперше дослідив значення вітамінів для організму: а) Х.Ейкман; б) М.І.Лунін; в) К.Функ; г) К.А.Сосін.
3. Фізична класифікація вітамінів базується на: а) їх хімічній будові; б) їх функціях; в) розчинності вітамінів у воді і жирах; г) кількісному вмісті вітамінів у кормах.
4. Назвіть, до складу яких речовин входять вітаміни: а) гормонів; б) ферментів; в) складних білків.
5. Запишіть властивості, характерні для жиророзчинних вітамінів: а) термостабільні; б) нестійкі проти зміни рН; в) термолабільні; г) стійкі проти зміни рН; д) розчиняються у воді; е) розчиняються у жирах та органічних розчинниках; є) входять до складу ферментів; ж) відкладаються у тканинах тваринного організму.
6. Запишіть властивості, характерні для водорозчинних вітамінів: а) термостабільні; б) нестійкі проти зміни рН; в) термолабільні; г) стійкі

проти зміни рН; д) розчиняються у воді; е) розчиняються у жирах та органічних розчинниках; є) входять до складу ферментів; ж) відкладаються у тканинах тваринного організму.

7. Вкажіть, які з наведених вітамінів належать до водорозчинних, а які – до жиророзчинних: а) віт.Д; б) віт.С; в) віт.Н; г) віт.А; д) віт.К; е) віт.В₁; є) віт.В₆; ж) віт.Ф. Жиророзчинні: _____. Водорозчинні: _____.

8. Вкажіть назву вітамінів групи А: а) філохінони; б) токофероли; в) каротиноїди; г) кальцифероли; д) убіхінони.

9. Запишіть, які хвороби виникають при гіповітамінозі вітаміну А: а) гемералопія; б) рахіт; в) цинга; г) ксерофтальмія; д) кератомаліяція.

10. Вітамін А впливає на синтез білка: а) інтерферону; б) родопсину; в) альбумінів; г) глобулінів.

11. Рахіт виникає при гіповітамінозі: а) віт.А; б) віт.Е; в) віт.Д; г) віт.К; д) віт.С.

12. Вкажіть, на обмін яких речовин впливає вітамін Д: а) Са і Р; б) Са і Мо; в) Na і К; г) Р і Na.

13. Назвіть, які речовини є токоферолами: а) віт.Д; б) віт.А; в) віт.Е; г) віт.К; д) віт.С.

14. Вітаміни групи Е впливають на: а) формування скелету; б) функцію розмноження; в) зсідання крові.

15. Поясніть термін „антиоксидант”: а) забезпечує імунітет; б) запобігає окисненню інших речовин; в) формує скелет; г) сприяє зсіданню крові.

16. Вітамін Е є: а) ферментом; б) природним антиоксидантом; в) білком; г) антибіотиком.

17. Назвіть основні ознаки гіповітамінозу вітаміну К: а) крововиливи; б) нервові розлади; в) зниження зсідальної активності крові; г) зниження вмісту протромбіну в крові; д) порушення функції розмноження.

18. Вітамін К називають: а) антирахітичним; б) антианемічним; в) антигеморагічним; г) анти стерильним.

19. Синтетичний аналог вітаміну К називається: а) ретинол; б) вікасол; в) холестерин; г) холестерин; д) убіхінон.

20. Під впливом вітаміну К синтезується білок: а) пепсин; б) протромбін; в) ренін; г) казеїн.

21. Назвіть ВЖК, які входять до складу вітаміну F: а) ліолева; б) пальмітинова; в) ліоленова; г) стеаринова; д) арахідонова; е) мірістинова.

22. Вітамін F має: а) антианемічну дію; б) антистерильну дію; в) ліпотропну дію.

23. Назвіть фосфорний ефір вітаміну В₁: а) тіамініпрофосфат; б) рибофлавінофосфат; в) піридоксальфосфат.

24. Вітамін В₁ попереджує: а) цингу; б) поліневрит; в) рахіт; г) гемералопію.

25. Вкажіть, як називають вітамін В₂: а) антианемічний; б) вітамін росту; в) антицинготний; г) антирахітичний.

26. Назвіть ознаки гіповітамінозу В₂: а) цинга; б) затримка росту; в) рахіт; г) зменшення приросту маси.

27. Вкажіть, до складу яких ферментів входить вітамін В₂: а) декарбоксилаз амінокислот; б) флавінових ферментів; в) карбоксилаз.

28. Вкажіть, у формі яких сполук вітамін В₂ входить до складу ферментів: а) НАД; б) фосфорного ефіру; в) комплексної сполуки; г) НАДФ.

29. Гіповітаміноз В₅ називається: а) рахіт; б) ксерофтальмія; в) анемія; г) пелагра; д) цинга.

30. Вітамін В₆ входить до складу ферментів: а) декарбоксилаз амінокислот; б) флавінових ферментів; в) карбоксилаз; г) амінотрансфераз; д) декарбоксилаз кетокислот.

31. Запишіть, який метал входить до складу вітаміну В₁₂: а) цинк; б) кобальт; в) залізо; г) магній; д) мідь.

32. Вкажіть, яку хворобу попереджує вітамін В₁₂: а) цингу; б) рахіт; в) дерматит; г) поліневрит; д) анемію

33. Назвіть вітаміноподібні сполуки: а) інозит; б) аскорбінова кислота; в) холін; г) оротова кислота; д) тіамін; е) пангамова кислота; є) рибофлавін.

«_____» _____ 201__ р.

Тема 9. ФЕРМЕНТИ (ЕНЗИМИ)

Ферменти (ензими) - біологічні каталізатори білкової природи, що утворюються в живих клітинах і мають здатність прискорювати хімічні процеси в організмі.

Усі ферменти є простими або складними білками. Ферменти добре розчиняються у воді, в розбавлених розчинах кислот, лугів, солей та деяких органічних розчинниках. Для ферментів характерна висока молекулярна маса (від десятків тисяч до кількох мільйонів). Ферменти - амфотерні сполуки і мають високу хімічну активність.

Найважливіші властивості ферментів - термолабільність, висока каталітична активність, специфічність, залежність дії від реакції середовища, зворотність дії.

Специфічність ферментів - строго спрямована дія ферментів на окремий субстрат або групу субстратів певної хімічної будови.

Розрізняють такі види специфічності ферментів:

- *абсолютна* - коли фермент діє тільки на один субстрат (сахараза, уреаза);
- *відносна* - коли фермент діє на групу подібних субстратів, в яких є подібні хімічні зв'язки (пепсин, ліпаза);
- *стереохімічна* - коли фермент каталізує перетворення субстрату з певною просторовою будовою (фумаратгідратаза).

Багато ферментів виділяються тканинами в неактивному стані у вигляді *проферментів* (зимогенів). Дія ферментів в значній мірі залежить від наявності активаторів або паралізаторів. **Активатори** - речовини, які підвищують активність ферментів, **паралізатори (інгібітори)** - пригнічують її.

В залежності від будови ферменти поділяють на *прості* (складаються з амінокислот) і *складні* (складаються з білкового компоненту - *апоферменту* і небілкових компонентів – *коферментів*). **Коферменти** - низькомолекулярні органічні сполуки небілкової природи, що мають здатність оборотно сполучатися з ферментним білком (НАД, НАДФ, ліпоєва кислота, КоА, глутатіон, біотин, убіхінон, цитохроми та ін.).

В 1961 році прийнята нові класифікація і номенклатура ферментів. За основу взято принцип дії ферменту.

Усі відомі ферменти поділяють на шість класів:

1. **Оксидоредуктази** - ферменти, що каталізують окисно-відновні процеси (дегідррази, оксидази, гідроксилази, оксигенази).

2. **Трансферази** - ферменти, які каталізують перенесення хімічних груп від однієї сполуки (донора) до іншої (акцептора) - метилтрансферази, ацетилтрансферази, аміотрансферази, глікозидтрансферази тощо.

3. **Гідролази** - ферменти, що каталізують реакції розщеплення органічних речовин за участю води (естерази, глікозидази, пептидази).

4. **Ліази** - ферменти, що каталізують реакції негідролітичного відщеплення певних груп від субстратів з утворенням подвійних зв'язків або реакції приєднання цих груп за подвійними зв'язками (вуглець-вуглець-ліази, вуглець-кисень-ліази, вуглець-азот-ліази, вуглець-сірка-ліази, вуглець-галоген-ліази).

5. **Ізомерази** - ферменти, які каталізують реакції внутрішньомолекулярного переміщення різних груп органічних речовин (рацемази, епімерази та ін.).

6. **Ліази** (синтетази) - ферменти, які каталізують процеси синтезу (тирозил-тРНК - синтетаза, амідсинтетази, пептидсинтетази, циклоліази та ін.).

РОБОТА № 15. ТЕРМОЛАБІЛЬНІСТЬ ФЕРМЕНТІВ

Ферменти дуже чутливі до температури. Температура, при якій фермент має максимальну активність, називається *оптимальною температурою ферменту*. *Температурний оптимум* дії більшості ферментів тваринного походження дорівнює 37-42 °С, рослинного — 25 - 35 °С. При нагріванні вище оптимальної температури активність ферментів знижується. При температурі 80-100°С ферменти втрачають каталітичну здатність, оскільки настає денатурація білкової молекули. З пониженням температури швидкість ферментативних реакцій поступово зменшується, досягаючи мінімуму при 0°С. При поступовому підвищенні температури до 37°С їхня активність відновлюється.

Реактиви та обладнання: 1%-й р-н крохмалю; 1%-й р-н NaOH; 1%-й р-н CuSO₄; розчин йоду; слина (розведена в п'ять разів); дистильована вода; штатив з пробірками; піпетки; стаканчики для слини; скляні палички для перемішування; водяна баня; спиртівки.

Хід роботи

В три пробірки наливають по 10 крапель 1%-ного розчину крохмалю. В першу пробірку додають 10 крапель слини, в другу - 10 крапель прокип'яченої слини, в третю - 10 крапель води (контроль). Всі пробірки ставлять на водяну баню при температурі 38°С на 10 хвилин. Після цього проводять якісні реакції на крохмаль і відновлюючі речовини.

1) Реакція на крохмаль: до 5 крапель досліджуваного розчину доливають 1 краплю розчину йоду. В присутності крохмалю з'являється синє забарвлення.

2) Реакція Тромера (на відновлюючі речовини): до 5 крапель досліджуваної рідини додають 5 крапель 10-процентного розчину NaOH і 5 крапель 1-процентного розчину CuSO₄ і нагрівають. В присутності глюкози, мальтози з'являється жовте забарвлення, яке пізніше переходить в червоне. Результати роботи заносять в таблицю.

Вплив температури на активність ферментів

№	Субстрат	Фермент	Реакція на крохмаль	Реакція Тромера	Висновки
1					
2					
3					

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

РОБОТА № 16. СПЕЦИФІЧНІСТЬ ФЕРМЕНТІВ

Характерною властивістю ферментів є їх специфічна дія, що відрізняє їх від неорганічних каталізаторів. Специфічність ферментів полягає в тому, що кожний фермент може каталізувати тільки одну реакцію, діючи на один або ряд подібних субстратів. Розрізняють абсолютну, відносну і стереохімічну специфічність ферментів.

Реактиви та обладнання: розведена слина; 1%-ний розчин крохмалю; 1%-ний розчин сахарози; 1%-й р-н NaOH; 1%-й розчин CuSO₄; штатив з пробірками; піпетки; скляні палички для перемішування; спиртівки; водяна баня.

Хід роботи

В дві пробірки наливають по 5 крапель слини. В першу пробірку доливають 10 крапель 1-процентного розчину крохмалю, в другу - 10 крапель 1-процентного розчину сахарози. Обидві пробірки ставлять на 10 хвилин на водяну баню при температурі 38°C, після чого з вмістом пробірки проводять реакцію Тромера. Результати роботи записують в таблицю.

Специфічність ферментів

№	Субстрат	Фермент	Реакція Тромера	Висновки
1				
2				

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

РОБОТА № 17. ВПЛИВ АКТИВАТОРІВ І ПАРАЛІЗАТОРІВ НА АКТИВНІСТЬ АМІЛАЗИ

Активність деяких ферментів залежить від наявності в реакційному середовищі окремих речовин або іонів. Речовини, які підсилюють дію ферментів, називають активаторами, а ті, які знижують швидкість ферментативної реакції - паралізаторами або інгібіторами. Активатори і паралізатори, які виробляються в організмі, називають специфічними, а ті, які поступають в організм - неспецифічними.

Реактиви та обладнання: розведена слина; 1%-ний розчин NaCl; 1%-ний розчин CuSO₄; розчин йоду; дистильована вода; 1%-ний розчин крохмалю; водяна баня; штатив з пробірками; піпетки; скляні палички для перемішування.

Хід роботи

В три пробірки наливають по 3 мл розведеної слини. В першу пробірку додають 1 краплю 1-процентного розчину NaCl, в другу - 1 краплю 1%-ного розчину CuSO₄, в третю - 1 краплю води. Потім в кожну пробірку доливають по 5 крапель 1-процентного розчину крохмалю. Всі три пробірки ставлять на водяну баню при температурі 37°C на 10 хвилин. Потім з вмістом пробірок проводять реакцію на крохмаль. Результати роботи записують в таблицю.

Вплив активаторів і паралізаторів на активність амілази

№	Субстрат	Фермент	Додавана речовина	Висновки
1				
2				
3				

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Які речовини називаються ферментами? Назвіть найважливіші властивості ферментів.
2. Що таке специфічність ферментів? Види специфічності.
3. Які речовини називаються активаторами і паралізаторами ферментів? Назвіть специфічні активатори, неспецифічні активатори, специфічні паралізатори, неспецифічні паралізатори ферментів.
4. Поясніть, як впливає на активність ферментів зміна температури.
5. Класифікація ферментів (назвати в правильній послідовності класи ферментів). Які реакції каталізують ферменти кожного класу?

Тестові питання

1. Ферментами називаються: а) неорганічні кислоти; б) естери спиртів і вищих жирних кислот; в) гормоноподібні речовини; г) біологічні каталізатори білкової природи.
2. Всі ферменти є: а) неорганічними кислотами; б) складними ефірами спиртів і вищих жирних кислот; в) гормоноподібними речовинами; г) простими або складними білками.
3. Ще один термін, яким називають ферменти:
а) цериди; б) ензими; в) гормоноїди; г) провітаміни.
4. Термін „ферменти” ввів в науку:
а) Ван Гельмонт; б) О.Я.Данилевський; в) Т. Шванн; г) Е.Фішер.
5. Наука, яка вивчає ферменти, називається:
а) вітамінологія; б) ендокринологія; в) ензимологія; г) вірусологія.

6. Термін „ензими” ввів в науку:

а) Т.Шванн; б) О.Я.Данилевський; в) К'юне; г) Е.Фішер.

7. Назвіть загальні властивості, характерні для ферментів:

а) амфотерність; б) висока молекулярна маса; в) термостабільність; г) термолабільність; д) розчинність у воді; е) низька хімічна активність; є) білкова природа.

8. Оптимальною температурою для більшості ферментів є:

а) 80-100°C; б) 0-10°C; в) 37-42°C; г) 60-70°C.

9. При високих температурах ферменти: а) підвищують свою активність; б) денатуруються; в) не змінюють свою активність.

10. Вкажіть, чи впливає зміна рН на активність ферментів:

а) ні; б) так.

11. Вкажіть рН, оптимальне для більшості ферментів організму тварин:

а) 5-6; б) 7; в) 2-3; г) 10-12; д) 3-4.

12. Поясніть термін „специфічність ферментів”: а) залежність дії ферментів від температури; б) залежність дії ферментів від рН середовища; в) зворотність дії; г) строго спрямована дія ферментів на певний субстрат або групу субстратів подібної хімічної будови.

13. Розрізняють такі види специфічності ферментів: а) стереохімічну; б) відносну; в) протоплазматичну; г) конституційну; д) абсолютну.

14. Запишіть пари чисел (фермент – специфічність, якою володіє):

1. трипсин	1. стереохімічна
2. малеїнат-транс-ізомераза	2. абсолютна
3. амілаза	3. відносна

15. Специфічні активатори: а) синтезуються в організмі тварин і пригнічують дію ферментів; б) синтезуються в організмі тварин і прискорюють дію ферментів; в) не синтезуються в організмі тварин і прискорюють дію ферментів; г) не синтезуються в організмі і пригнічують дію ферментів.

16. Специфічні паралізатори: а) синтезуються в організмі тварин і пригнічують дію ферментів; б) синтезуються в організмі тварин і прискорюють дію ферментів; в) не синтезуються в організмі тварин і прискорюють дію ферментів; г) не синтезуються в організмі і пригнічують дію ферментів.

17. До специфічних активаторів належать: а) солі важких металів; б) жовчні кислоти; в) катіони і аніони солей; г) соляна кислота; д) ентеропептидаза; е) альдегіди; є) тромбопластин; ж) антиферменти.

18. До неспецифічних паралізаторів відносяться: а) солі важких металів; б) жовчні кислоти; в) алкоголі; г) соляна кислота; д) тромбокіназа; е) альдегіди; є) неорганічні кислоти; ж) антиферменти.

19. Запишіть пари чисел (речовина – до якої групи належить):

1. хлоридна кислота	1. неспецифічний активатор
2. антипепсин	2. специфічний активатор
3. йони натрію	3. неспецифічний паралізатор
4. сірчаноокисла мідь	4. специфічний паралізатор

20. Прості ферменти під час гідролізу розщеплюються до: а) амінокислот; б) спиртів; в) білкового і небілкового компонентів; г) вуглеводів.

21. Складні ферменти під час гідролізу розщеплюються до: а) амінокислот; б) спиртів; в) білкового і небілкового компонентів; г) вуглеводів.

22. Ферменти, які завжди присутні в організмі, називаються:

а) адаптивними; б) простими; в) конституційними; г) складними.

23. Ферменти, які утворюються в результаті пристосування організму до певних умов існування, називаються: а) складними; б) простими; в) конституційними; г) адаптивними.

24. Поясніть термін „зимогени”: а) білкова частина ферментів; б) попередники ферментів; в) паралізатори ферментів; г) активатори ферментів.

25. Поясніть термін „кофермент”: а) попередники ферментів; б) паралізатори ферментів; в) білкова частина ферментів; г) небілкова частина ферментів.

26. Коферментами складних ферментів є: а) антиферменти; б) похідні вітамінів; в) зимогени; г) речовини нуклеотидної природи; д) цитохроми.

27. Запишіть схему будови складного ферменту:

Складний фермент = ? + ?.

28. До складу НАД і НАДФ входить:

а) вітамін В₁; б) вітамін В₂; в) вітамін В₃; г) вітамін В₅; д) Вітамін В₆.

29. Назвіть ферменти, до складу яких входить тіамінпірофосфат:_____.

30. Протетичною групою флавінових ферментів є: а) піридоксальфосфат; б) тіамінпірофосфат; в) рибофлавінфосфат; г) НАД; д) НАДФ.

31. Назвіть фермент, до складу якого входить вітамін В₃ (пантотенова кислота)_____.

32. Піридоксальфосфат входить до складу ферментів:
а) амінотрансфераз; б) дегідрогеназ; в) декарбоксилаз амінокислот;
г) карбоксилаз; д) декарбоксилаз кетокислот.

33. Запишіть пари чисел (простетична група – назва складного ферменту):

1. біотин	1. декарбоксилази кетокислот
2. тіамінпірофосфат	2. карбоксилази
3. рибофлавінфосфат	3. амінотрансферази
4. піридоксальфосфат	4. флавінові

34. Різновиди ферментів, які відрізняються між собою білковим компонентом, але каталізують одну і ту ж реакцію, називаються :

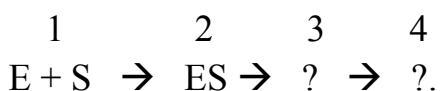
а) проферментами; б) антиферментами; в) ізоферментами.

35. Речовина, на яку діє фермент, називається _____.

36. Теорію ферментативного каталізу запропонували:

а) Фішер; б) Мішер; в) О.Я.Данилевський; г) Михаеліс і Ментен.

37. Закінчіть послідовність перетворень реакцій ферментативного каталізу:



38. Назвіть кількість цифр, яку включає шифр ферменту:

а) дві; б) чотири; в) три; г) одну.

39. Вкажіть, на скільки класів поділяються ферменти _____.

40. Запишіть в правильній послідовності цифри, які відповідають порядку розміщення класів ферментів у їх класифікації:

1 – ізомерази; 2 – ліази; 3 – оксидоредуктази; 4 – трансферази; 5 – лігази;
6 – гідролази.

41. Запишіть пари чисел (назва класу – тип реакцій, які каталізують):

1. гідролази	1. окисно-відновні реакції
2. ізомерази	2. реакції синтезу
3. оксидоредуктази	3. реакції перенесення атомів і груп атомів з одного субстрату на інший
4. трансферази	4. реакції розщеплення субстрату в присутності води
5. ліази	5. реакції ізомеризації
6. лігази	6. реакції розщеплення субстрату не гідролітичним способом

42. Вкажіть, до якого класу належать ферменти, що переносять амінну групу: а) трансферази; б) гідролази; в) оксидоредуктази; г) ліази; д) ізомерази; е) лігази.

43. З наведених ферментів виберіть ті, які мають абсолютну специфічність: а) амілаза; б) пепсин; в) сахараза; г) трипсин; д) мальтаза.

Тема 10. ГОРМОНИ

Гормони - біологічно активні речовини різної хімічної природи, які виробляються в залозах внутрішньої секреції, виділяються безпосередньо в кров, лімфу або ліквор і діють на різні сторони обміну речовин та фізіологічні реакції організму. Між дією гормонів існує певний взаємозв'язок - вони можуть виявляти синергічну або антагоністичну дію.

Особливості гормонів: висока біологічна активність; суворі специфічність дії; дистантність дії; короткочасність дії.

За характером дії гормони поділяють на:

-*пускові* (тропні фактори, гормони центральної нервової системи;)

-*виконавчі* (гормони периферичних залоз).

Найчастіше гормони класифікують за хімічною природою:

-*гормони білкової природи* - є похідними холестерину (статеві гормони, гормони кори наднирників);

-*гормони стероїдної природи* - гормони - складні білки, прості білки, поліпептиди, похідні амінокислот (гормони гіпофізу, щитовидної залози, підшлункової залози, мозкового шару наднирників).

РОБОТА № 18. ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ НА ІНСУЛІН

1. Біуретова реакція

Реактиви та обладнання: розчин інсуліну; 10%-й розчин NaOH; 2%-й розчин CuSO₄; дистильована вода; штатив з пробірками; піпетки.

Хід роботи

До 1мл розчину інсуліну додають рівний об'єм розчину натрій гідроксиду і 2 краплі розчину купрум сульфату. В пробірці з'являється фіолетове забарвлення.

2. Реакція на сірковмісні амінокислоти

Реактиви та обладнання: розчин інсуліну; 10%-й р-н NaOH; 5%-ний розчин Pb(CH₃COO)₂; H₂O дист.; штатив з пробірками; піпетки; спиртівка.

Хід роботи

До 1мл розчину інсуліну додають рівний об'єм розчину натрій гідроксиду і нагрівають до кипіння. Після цього додають 2-3 краплі розчину оцтовокислого свинцю. В пробірці з'являється коричневе забарвлення.

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Що таке гормони? Назвіть загальні особливості гормонів.
2. Класифікація гормонів за характером дії.
3. Класифікація гормонів за хімічною природою.

4. Назвіть гормони стероїдної будови. Біологічна дія гормонів.
5. Назвіть гормони білкової будови. Біологічна дія гормонів.

Тестові питання

1. Назвіть залози внутрішньої секреції: а) слинні; б) щитовидна; в) наднирники; г) потові; д) гіпофіз.
2. Назвіть залози змішаної секреції: а) гіпофіз; б) статеві; в) наднирники; г) щитовидна; д) підшлункова.
3. Залози внутрішньої секреції: а) не мають вивідних протоків і виділяють гормони безпосередньо в кров, лімфу або ліквор; б) мають вивідні протоки.
4. Гормони – це біологічно активні речовини, які: а) впливають на обмін речовин; б) не впливають на обмін речовин; в) виробляються залозами внутрішньої секреції; г) виробляються залозами зовнішньої секреції; д) виділяються в кров, лімфу або ліквор; е) виділяються назовні.
5. Вкажіть, як поділяються гормони за характером дії: а) пускові гормони; б) гормони стероїдної природи; в) гормоніди; г) гормони-виконавці; д) гормони білкової природи.
6. Вкажіть, як поділяються гормони за хімічною будовою: а) пускові гормони; б) гормони стероїдної природи; в) гормоніди; г) гормони-виконавці; д) гормони білкової природи.
7. До гормонів стероїдної природи належать гормони: а) гіпофізу; б) статевих залоз; в) щитовидної залози; г) підшлункової залози; д) кори наднирників; е) мозкового шару наднирників.
8. До гормонів білкової природи належать гормони: а) гіпофізу; б) статевих залоз; в) щитовидної залози; г) підшлункової залози; д) кори наднирників; е) мозкового шару наднирників.
9. Вкажіть, де в підшлунковій залозі синтезується інсулін:
а) в епітеліальних клітинах протоків; б) в альфа-клітинах острівців Лангенгарса; в) в бета-клітинах острівців Лангенгарса.
10. Вкажіть, де в підшлунковій залозі синтезується глюкагон:
а) в епітеліальних клітинах протоків; б) в альфа-клітинах острівців Лангенгарса; в) в бета-клітинах острівців Лангенгарса.
11. Назвіть гормони, які мають протилежну дію інсуліну у вуглеводному обміні: а) соматотропін; б) глюкагон; в) адреналін; г) тироксин; д) норадреналін.
12. Випишіть окремо естрогени і окремо – андрогени: а) андростерон; б) естрон; в) дегідроандростерон; г) естрадіол; д) тестостерон; е) естріол; є) метилтестостерон; ж) прогестерон.

Андрогени: _____. Естрогени: _____.

13. Визначіть біологічну дію андрогенів: а) стимулюють розвиток чоловічих статевих органів та вторинних статевих ознак; б) зменшують синтез жирової тканини; в) стимулюють поглинання йоду з крові; г) стимулюють сперматогенез; д) впливають на центр дихання довгастого мозку; е) стимулюють розвиток мускулатури.

14. Визначіть біологічну дію естрогенів: а) стимулюють розвиток жіночих статевих органів та вторинних статевих ознак; б) зменшують сечовиділення; в) створюють сприятливі умови для запліднення яйцеклітини; г) сприяють перистальтиці фалопієвих труб; д) сприяють розпаду глікогену в печінці; е) забезпечують імплантацію яйцеклітини до стінки матки.

15. Вкажіть гормони, які синтезуються в щитовидній залозі: а) тироксин; б) адреналін; в) глюкагон; г) трийодтиронін; д) тиреокальцитонін; е) альдостерон; є) інсулін.

16. Назвіть гормони, які синтезуються з амінокислот фенілаланіну і тирозину: а) статеві гормони; б) адреналін і норадреналін; в) соматотропін; г) тиреоїдні гормони.

17. Простагландини належать до: а) гормонів; б) гормонів; в) вітамінів; г) ферментів.

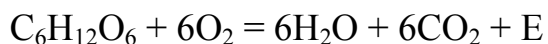
«___»_____201__р.

Тема 11. ОБМІН ВУГЛЕВОДІВ

Обмін вуглеводів - взаємопов'язані процеси надходження вуглеводів в організм, їх ферментативне розщеплення, взаємоперетворення та внутрішньоклітинний метаболізм. Під час обміну вуглеводів виділяється енергія та утворюються метаболіти, які використовуються при катаболічних чи анаболічних процесах внутрішньоклітинного метаболізму.

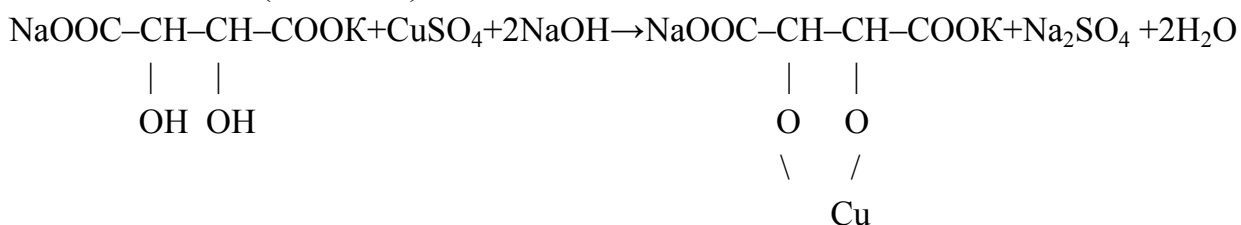
Вуглеводи, що надходять в організм тварин з кормом, розщеплюються під дією ферментів α -, β -, γ -амілаз та α - і β -глікозидаз, які виділяються з панкреатичним та кишковим соками. Внаслідок цих процесів відбувається гідроліз вуглеводів до моносахаридів - глюкози, галактози, манози, фруктози, які всмоктуються клітинами кишкового епітелію і поступають з током крові в клітини різних органів. Певна кількість вуглеводів (4,5-6,5 ммоль/л) постійно циркулює в крові та інших рідинах організму. Майже 90% усіх моносахаридів крові становить глюкоза, крім того в крові міститься незначна кількість пентоз, фруктози та інших речовин, які подібно до глюкози мають відновні властивості - глутатіон, сечова кислота, креатинін. Сума всіх цих речовин, що визначаються разом з глюкозою, має назву **цукор крові**.

Внутрішньоклітинний обмін вуглеводів – багатоступеневі ферментативні процеси розщеплення та синтезу вуглеводів, що здійснюються в клітині і супроводжуються виділенням та використанням енергії. Основними шляхами внутрішньоклітинного обміну вуглеводів в процесі катаболізму є анаеробне та аеробне окиснення їх до кінцевих продуктів. При повному окисненні 1 молекули глюкози виділяється 38 молекул АТФ і утворюється вода і вуглекислий газ:



РОБОТА № 19. КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ГЛЮКОЗИ В РОЗЧИНІ ЗА МЕТОДОМ ФЕЛІНГА

Принцип реакції Фелінга полягає в окисненні глюкози і відновленні за рахунок цього Cu^{2+} в Cu^+ . Реактив Фелінга отримують змішуванням однакових кількостей розчину $CuSO_4$ (Фелінг 1) і лужного розчину сегнетової солі (Фелінг 2):



Реактиви та обладнання: 1%-й р-н глюкози; розчин Фелінга 1 (в 1 л містить 69,278 г $CuSO_4 \cdot xH_2O$); розчин Фелінга 2 (готують, розчиняючи у воді при нагріванні 346 г кристалічної сегнетової солі ($Na_2K_2C_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$), куди додають 140 г $NaOH$ і після охолодження доводять дистильованою водою до 1 л); електроплитка, колби на 100 мл, скляні піпетки на 1 і 5 мл, бюретки, мірні циліндри, пробірки, скляні палички.

Хід роботи

В колбу на 100 мл наливають реактиву Фелінга (по 5 мл розчинів Фелінга 1 і Фелінга 2), додають 40 мл води і нагрівають до кипіння. В киплячу рідину із бюретки повільно вносять досліджуваний розчин цукру, постійно перемішуючи вміст колби. Реакцію вважають закінченою, якщо повністю випадає червоний осад закису міді і рідина над осадом буде прозорою.

Розрахунок: Відсотковий вміст глюкози в досліджуваному розчині вираховують, виходячи з того, що 1 мл робочого розчину Фелінга відновлюється 0,005 г глюкози. Тоді, 10 мл реактиву Фелінга, використаного в розчині, буде відновлено 0,05 г глюкози.

Наприклад, на відновлення реактиву Фелінга використано 10 мл розчину глюкози. Тобто, в 10 мл розчину міститься 0,05 г глюкози, а в 100 мл – х.

$$x = \frac{0,05 \cdot 100}{10} = \frac{5}{10} = 0,5\%.$$

Відповідь: у розчині, взятому для дослідів, міститься 0,5% глюкози.

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Під впливом яких ферментів перетравлюються вуглеводи? Назвіть основні амілолітичні ферменти та субстрати, на які вони діють.
2. Особливості перетравлювання вуглеводів у жуйних тварин.
3. Назвіть шляхи перетворення глюкози крові.
4. Що таке глікогенез і гліконеогенез?
5. Анаеробний розпад вуглеводів.
6. Аеробний розпад вуглеводів (цикл трикарбонових кислот).
7. Що розуміють під поняттям “цукор крові”? Що таке гіпоглікемія, гіперглікемія, глюкозурія? В результаті чого вони виникають?

Тестові питання

1. Назвіть кінцеві продукти обміну вуглеводів: а) сечовина; б) вода; в) вуглекислий газ; г) аміак; д) сірководень; е) енергія.

2. Запишіть пари чисел (фракції амілази слини – що розщеплюють):

1. альфа-амілаза	1. відщеплює мальтозу
2. бета-амілаза	2. відщеплює по одній молекулі глюкози
3. гама-амілаза	3. розщеплює 1,4 і 1,6-глікозидні зв'язки всередині молекули полісахаридів

1 - ; 2 - ; 3 - .

3. Назвіть кінцевий продукт гідролізу крохмалю: а) мальтоза; б) лактоза; в) сахароза; г) глюкоза; д) фруктоза.

4. Запишіть пари чисел (декстрини – яке забарвлення дають з йодом):

1. еритродекстрини	1. не дають забарвлення
2. амілодекстрини	2. червоно-буре
3. мальтодекстрини	3. синьо-фіолетове
4. ахродекстрини	4. жовто-буре

1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - .

5. Запишіть пари чисел (розпад речовини – інша назва):

1. анаеробний розпад глюкози	1. глікогеноліз
2. анаеробний розпад глікогену	2. гліколіз

1 - ; 2 - .

6. При анаеробному розпаді глюкози утворюється: а) 2 молекули АТФ; б) 38 молекул АТФ; в) 36 молекул АТФ.

7. При аеробному розпаді глюкози утворюється: а) 2 молекули АТФ; б) 38 молекул АТФ; в) 36 молекул АТФ.

8. В печінці і м'язах глікоген розпадається шляхом: а) фосфоролізу; б) гідролізу.

9. В шлунково-кишковому тракті глікоген розпадається шляхом: а) фосфоролізу; б) гідролізу.

10. Пентозо-фосфатний розпад глюкози проходить: а) шляхом бродіння; б) шляхом гідролітичного розщеплення; в) шляхом відсікання вуглецевого ланцюга на один атом.

«_____» _____ 201__ р.

Тема 12. ОБМІН ЛІПІДІВ

Перетравлювання ліпідів, які надходять в організм в складі кормових продуктів, проходить під дією ферменту ліпази. Цей процес проходить частково в шлунку і в основному - в тонкому відділі кишечника, де ліпіди піддаються емульгуванню при участі солей жовчних кислот.

Гліцерин, як добре розчинна у воді сполука, безпосередньо всмоктується слизовою оболонкою кишечника. Жовчні кислоти можуть сполучатися з вищими жирними кислотами з утворенням розчинних у воді холейнових комплексів, які легко всмоктуються кишковими ворсинками і в епітеліальних клітинах кишкових ворсинок знову розпадаються на жовчні кислоти та вищі жирні кислоти. Жироподібні речовини в кишечнику також розщеплюються під дією гідролітичних ферментів.

Внутріклітинний метаболізм ліпідів включає розщеплення тригліцеридів під дією тканинних ліпаз з послідовним окисненням гліцерину та жирних кислот.

Окиснення жирних кислот протікає в печінці і потребує активації жирної кислоти з використанням ацетил-КоА. Кислота піддається в мітохондріях бета- окисненню з вкороченням ланцюга на два атоми вуглецю і утворенням ацетил-КоА.

Внутріклітинні ферментні системи володіють здатністю до біосинтезу жирних кислот, тригліцеридів і фосфоліпідів, які використовуються для побудови біологічних мембран. Важливе значення має біосинтез гепатоцитами холестерину, який є попередником жовчних кислот, вітаміну D₃ та інших біологічно активних стероїдів.

РОБОТА № 20. ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ НА ЖОВЧНІ КИСЛОТИ

Жовчні кислоти – холева, дезоксихолева, кенодезоксихолева, літохолева, глікохолева, таурохолева – утворюють розчинні у воді комплекси

з жирними кислотами, холестерином і деякими іншими органічними речовинами, нерозчинними у воді. Жовчні кислоти приймають участь в емульгуванні та всмоктуванні жирів, а також активують ліпазу.

Реактиви та обладнання: жовч, розведена водою у два рази, 20%-ний розчин сахарози, концентрована H_2SO_4 , чашки Петрі, крапельниці.

Хід роботи

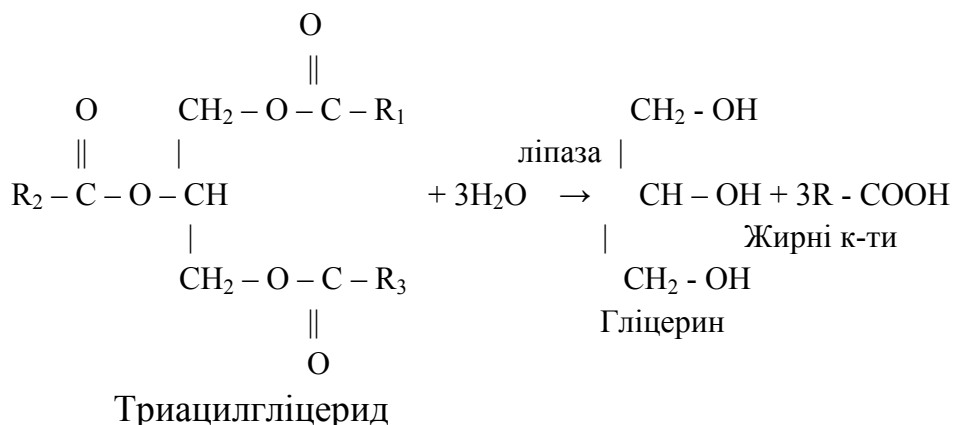
На половинку чашки Петрі, під яку підкласти листок паперу, наносять одну краплю жовчі і одну краплю 20%-ного розчину сахарози і добре перемішують скляною паличкою. Поруч наносять три краплі концентрованої сульфатної кислоти (скло після цього не можна рухати з місця). На місці злиття крапель спостерігається розвиток червонуватого забарвлення, яке з часом переходить у червоно-фіолетове.

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

РОБОТА № 21. ВІДКРИТТЯ ДІЇ ФЕРМЕНТУ ЛІПАЗИ

Ліпаза прискорює гідроліз нейтрального жиру до гліцерину і вищих жирних кислот. Фермент відноситься до класу гідролаз, підкласу естераз. Входить до складу соку підшлункової залози. Ліпазу можна відкрити, додавши її розчин до молока, що містить емульгований жир. Одержану суміш залужнюють розчином натрій карбонату до блідо-рожевого забарвлення на фенолфталеїн. В присутності ліпази проходить гідролітичне розщеплення жиру на гліцерин і жирні кислоти, реакція середовища зсувається в кислу сторону, рожеве забарвлення зникає.



Реактиви та обладнання: молоко, 5%-й р-н панкреатину, 1%-й спиртовий р-н фенолфталеїну, 1%-ний р-н Na_2CO_3 , пробірки, піпетки, водяна баня.

Хід роботи

В дві пробірки наливають по 10 крапель молока. В першу пробірку додають 5 крапель 5%-ного розчину панкреатину, який містить ліпазу. В

другу пробірку додають таку ж кількість води. В дві пробірки додають по 1 краплі 10-ного розчину фенолфталеїну і по краплям 1%-ний розчин натрій карбонату до появи блідо-рожевого забарвлення (не можна додавати надлишок розчину Na_2CO_3). Пробірки ставлять в водяну баню при температурі 38° на 30 хвилин. Спостерігають зміну забарвлення, одержані дані заносять в таблицю.

Гідроліз емульгованого жиру під дією ліпази

N	Фермент	Субстрат	Забарвлення на фенолфталеїн	Висновки
1				
2				

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Що таке емульгування жиру? Назвіть основні емульгатори жирів.
2. Назвіть жовчні кислоти, вкажіть їх роль в обміні ліпідів.
3. До якого класу і підкласу належать ферменти, що розщеплюють ліпіди? Основні ліполітичні ферменти та субстрати, які вони розщеплюють.
4. Запишіть реакцію гідролізу молекули тристеарину.
5. Поясніть, чому при гідролізі молекули жиру реакція середовища зсувається в кислу сторону.

Тестові питання

1. Назвіть кінцеві продукти обміну ліпідів: а) сечовина; б) вода; в) вуглекислий газ; г) аміак; д) енергія.
2. Назвіть емульгатори жирів: а) білок; б) жовч; в) вода; г) сечова кислота; д) лецитин; е) вуглекислий натрій; є) мінеральні кислоти.
3. Із наведених назв жовчних кислот випишіть окремо назви вільних, окремо – комплексних жовчних кислот: а) холева кислота; б) таурохолева кислота; в) дезоксихолева кислота; г) глікохолева кислота; д) кенодезоксихолева кислота; е) літохолева кислота; є) тауродезоксихолева кислота; ж) глікодезоксихолева кислота.

Вільні жовчні кислоти: _____. Комплексні жовчні кислоти: _____.

4. Запишіть пари чисел (фермент – який субстрат розщеплює):

1. фосфоліпаза	1. стериди
2. холестеринестераза	2. нейтральні жири
3. ліпаза	3. фосфоліпіди

1 - ; 2 - ; 3 - .

5. Запишіть пари чисел (назва фосфоліпаз – який субстрат розщеплює):

1. фосфоліпаза В	1. лецитин до лізолецетину і вищої жирної кислоти
2. фосфоліпаза Д	2. гліцерофосфохолін до гліцерину і холінфосфату
3. фосфоліпаза А	3. холінфосфат до холіну і фосфорної кислоти
4. фосфоліпаза С	4. лізолецетин до гліцерофосфохоліну і вищої жирної кислоти

1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - .

6. Основна маса жирів перетравлюється в: а) товстому кишечнику; б) ротовій порожнині; в) стравоході; г) тонкому кишечнику; д) шлунку.

7. Холеїнові комплекси служать для: а) розщеплення ліпідів; б) синтезу ліпідів; в) всмоктування вищих жирних кислот.

8. Визначте, які транспортні форми ліпідів використовуються для перенесення ліпідів у крові (запишіть пари чисел):

1. бета-ліпопротеїди	1. холестерин та його ефіри
2. хіломікрони	2. найрухоміша фракція ліпідів
3. вільні жирні кислоти	3. фосфоліпіди
4. альфа-ліпопротеїди	4. тригліцериди

1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - .

9. Запишіть пари чисел (шлях синтезу вищої жирної кислоти – механізм цього процесу):

1. перший шлях біосинтезу	1. подовження ланцюга вищої жирної кислоти
2. другий шлях біосинтезу	2. конденсація кількох молекул активної малонові кислоти з молекулою активної оцтової кислоти
3. третій шлях біосинтезу	3. процес, зворотній до бета-окиснення вищих жирних кислот

1 - ; 2 - ; 3 - .

10. Вкажіть подальші шляхи перетворення продуктів гідролізу лецитину (запишіть відповідні пари чисел):

1. холін	1. для утворення кісткової тканини
2. гліцерин	2. для процесу бета-окиснення
3. вищі жирні кислоти	3. для синтезу ацетилхоліну
4. фосфорна кислота	4. для утворення води і CO ₂

1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - .

Тема 13. ОБМІН БІЛКІВ

Обмін білків в організмі проходить в декілька етапів:

1. Гідролітичне розщеплення білків кормових продуктів в травному каналі під дією протеолітичних ферментів.
2. Всмоктування продуктів гідролітичного розщеплення білків.
3. Проміжний (тканинний) обмін – біосинтез білків із амінокислот і розпад амінокислот до кінцевих продуктів білкового обміну.

Перетравлювання білків полягає в їх повному гідролітичному розщепленні до амінокислот і проходить під впливом ферментів шлунку, ферментів підшлункової залози, а також ферментів тонкого відділу кишечника. Всмоктування амінокислот, які утворились в процесі перетравлювання білків, відбувається в тонкому відділі кишечника. Основна маса амінокислот через систему ворітної вени поступає в печінку. В печінці амінокислоти перетворюються трьома шляхами: дезамінування, переамінування (трансамінування), декарбоксилювання.

Ті амінокислоти, які не всмоктались в тонкому відділі кишечника, розщеплюються в товстому кишечнику ферментами мікрофлори. В основі гниття лежать реакції декарбоксилювання і дезамінування амінокислот з утворенням багатьох токсичних продуктів, які знешкоджуються в печінці шляхом утворення парних сполук з амінокислотою гліцином, глюкуроновою кислотою, сірчаною кислотою.

Після знешкодження в печінці продукти гниття амінокислот виводяться із сечею. Ті продукти гниття, які не всмоктались, в незмінному вигляді видаляються з фекаліями.

При недостатній білковій годівлі тварин значно зменшується вміст білків в плазмі крові (особливо альбумінів). Методом, який дозволяє говорити про повноцінність білкової годівлі і білковий обмін в організмі, може служити визначення **білкового балансу**, який чисельно виражається різницею між кількістю азоту, що надійшов в організм і того, який виведений із організму.

Білкове голодування, а також деякі захворювання супроводжуються **негативним азотистим балансом** – азоту виводиться більше, ніж надходить. В молодих організмів, а також при вагітності спостерігається **позитивний азотистий баланс** – азоту надходить більше, ніж виводиться.

Білковий мінімум – мінімальна кількість білку у раціоні, яка забезпечує азотисту рівновагу при дієті, що задовольняє енергетичні потреби організму. Рівень білкового мінімуму залежить від фізіологічних особливостей організму, віку, якості білків та небілкових компонентів. За певних

фізіологічних умов білковий мінімум може призвести до негативного азотистого балансу.

РОБОТА №22. КРУГОВА ХРОМАТОГРАФІЯ НА ПАПЕРІ

Для розділення і кількісного визначення амінокислот користуються методом розподільної хроматографії на папері, який є однією із модифікацій хроматографічного методу, запропонованого російським вченим М.С.Цветом в 1904 році.

Розподільна хроматографія на папері базується на розподілі суміші амінокислот (така суміш утворюється після гідролізу білків) в органічному розчиннику, насиченому водою. Органічний розчинник (фенол або суміш н-бутилового спирту, льодяної оцтової кислоти і води) є рухомою фазою. Внаслідок капілярності хроматографічного паперу органічний розчинник всмоктується і разом з нанесеними амінокислотами рухається по паперу. Різні амінокислоти з різною швидкістю переміщуються по паперу, що залежить від їх хімічної будови. Після висушування і фарбування паперу кожній амінокислоті відповідає певна зафарбована пляма.

Реактиви та обладнання: робочий розчинник (н-бутиловий спирт, льодяна оцтова кислота, вода у співвідношенні 4:1:5). Після змішування в розподільній лійці нижній шар зливають, а верхній використовують для розділення амінокислот); 0,2%-ний розчин нінгідрину в ацетоні, суміш амінокислот, чашки Петрі (дві половинки однакового діаметру), хроматографічний папір у вигляді кружка, мікропіпетка, сушильна шафа.

Хід роботи

1. В кружечку хроматографічного паперу простим олівцем намічають центр, вирізають смужку шириною 1 см від краю до центру, потім загинають її перпендикулярно площині кружка. Смужку відрізають, залишаючи “хвостик” довжиною 2 см (на висоту чашки Петрі).

2. Мікропіпеткою наносять суміш амінокислот в центр кружка. Краще наносити суміш невеликими порціями два рази.

3. В одну половинку чашки Петрі наливають розчинник, ставлять на неї паперовий кружечок (“хвостик” при цьому занурюється в розчинник), і накривають другою половинкою чашки.

4. Через одну годину кружечок забирають, простим олівцем відмічають фронт поширення розчинника і висушують в сушильній шафі при 70-80°C.

5. Висушений кружечок змочують розчином нінгідрину і знову висушують в сушильній шафі. Амінокислоти при взаємодії з нінгідрином проявляються на папері (хроматограмі) у вигляді фіолетових півкілець.

Ідентифікацію амінокислот на хроматограмі проводять шляхом визначення коефіцієнта швидкості руху R_f : $R_f = a/v$.

З допомогою міліметрової лінійки вимірюють відстань:

1) **a** – від місця нанесення суміші амінокислот до середини кожної плями;

2) **v** – від місця нанесення суміші амінокислот до лінії фронту поширення розчинника.

Вираховують значення коефіцієнта R_f і по таблиці визначають, яка буде амінокислота.

Значення R_f амінокислот при хроматографуванні (за Б.Д.Плешковим)

Амінокислоти	Розчинник (бутанол-оцтова к-та -вода) 4:1:5
Цистин	0.13
Лізин	0.16
Гістидин	0.17
Аргінін	0.18
Серин	0.32
Аспарагінова кислота	0.33
Гліцин	0.34
Треонін	0.36
Глутамінова кислота	0.37
α -аланін	0.39
β -аланін	0.40
Пролін	0.50
Тирозин	0.53
Валін	0.56
Метіонін	0.58
γ -аміномасляна кислота	0.60
Триптофан	0.62
Фенілаланін	0.66
Ізолейцин	0.68
Лейцин	0.72

Розрахунок: _____

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. До якого класу і підкласу належать ферменти, які розщеплюють білки? Назвіть і охарактеризуйте основні з них.
2. Білковий баланс, види білкового балансу.
3. Основні шляхи перетворення амінокислот в організмі тварин.
4. Що таке гниття білків? Як знешкоджуються токсичні продукти, які утворюються при гнитті білків?
5. З якою метою застосовують хроматографічний метод дослідження? Хто і коли його запропонував? Назвіть різні види хроматографії.
6. Основний принцип хроматографічного методу.
7. Як проводиться кругова (радіальна) хроматографія? Що таке коефіцієнт R_f ?

Тестові питання

1. Кінцевими продуктами обміну білків є: а) вода; б) енергія; в) пептиди; г) вуглекислий газ; д) пуринові основи; е) сечовина; є) гіпурова кислота; ж) сечова кислота; з) алантоїн.

2. Запишіть, які ферменти розщеплюють білки в шлунку, а які – в тонкому кишечнику: а) пепсин; б) трипсин; в) хімотрипсин; г) ренін; д) амінопептидаза; е) катепсин; є) карбоксипептидаза.

Шлунок: _____. Тонкий кишечник: _____.

3. Поясніть, що таке гниття білків: а) розщеплення білків до амінокислот; б) розпад білків під впливом ферментів мікроорганізмів до отруйних речовин; в) транспортування білків у крові; г) проміжний обмін білків.

4. Назвіть, речовини, які утворюються при гнитті білків: а) клоачні гази; б) аміни; в) вода; г) сечова кислота; д) бензойна кислота; е) амінокислоти; є) фенол і крезол; ж) індол і скатол; з) пептиди.

5. Опишіть, як проходить процес гниття білків (запишіть пари чисел):

1. лізин	1. фенол і крезол
2. фенілаланін	2. індол і скатол
3. тирозин	3. кадаверин
4. триптофан	4. бензойна кислота
5. орнітин	5. путресцин

1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - ; 5 - .

6. Перетворення амінокислот до кінцевих продуктів проходить такими шляхами: а) дезамінування; б) гідроліз; в) трансамінування; г) гідратація; д) декарбоксилювання.

7. Запишіть, під впливом яких ферментів перетворюються амінокислоти (складіть відповідні пари чисел):

1. переамінування амінокислот	1. декарбоксилази амінокислот
2. дезамінування амінокислот	2. аміотрансферази
3. декарбоксилювання амінокислот	3. оксидази

1 - ; 2 - ; 3 - .

8. Сечовина синтезується в: а) нирках; б) легенях; в) печінці.

9. Вихідними продуктами для синтезу сечовини є: а) вода; б) аміак; в) АТФ; г) вуглекислий газ; д) водень; е) азот.

10. Вкажіть сполуку, з якої починається орнітиновий цикл синтезу сечовини: а) аргінінфосфат; б) карбамоїлфосфат; в) гліцеринфосфат.

11. Сечова кислота – це кінцевий продукт: а) ліпідного обміну; б) пуринового обміну; в) піримідинового обміну; г) вуглеводного обміну.

12. При відкладенні солей сечової кислоти у суглобах, хрящах, м'язах розвивається хвороба _____.

13. Назвіть процес утворення алантоїну із сечової кислоти: а) гемоліз; б) плазмоліз; в) уриколіз; г) фосфороліз; д) гідроліз.

14. Гематин утворюється: а) при розпаді гемоглобіну еритроцитів; б) в результаті розщеплення гемоглобіну в кишечнику під впливом протеолітичних ферментів.

15. Запишіть правильну послідовність утворення пігментів: а) уробілін; б) білірубін; в) вердоглобін; г) білівердин; д) стеркобілін. _____.

16. Процес біосинтезу білків проходить: а) у ядрі; б) у мітохондріях; в) на рибосомах; г) в апараті Гольджі.

17. Запишіть в правильній послідовності етапи біосинтезу білка: а) рекогніція; б) трансляція; в) транскрипція. _____.

18. Запишіть пари чисел (вид РНК – які функції виконує):

1. і-РНК	1. входить до складу рибосом
2. р-РНК	2. здійснює копіювання інформації з ДНК
3. т-РНК	3. транспортує активовані амінокислоти до рибосом

1 - ; 2 - ; 3 - .

19. Запишіть, які процеси проходять на кожному етапі біосинтезу білка (складіть відповідні пари чисел):

1. трансляція	1. активація амінокислот та їх транспортування до рибосом
2. рекогніція	2. синтез білка на рибосомі
3. транскрипція	3. процес переписування інформації з ДНК

1 - ; 2 - ; 3 - .

20. Запишіть в правильній послідовності етапи трансляції: а) елонгація; б) термінація; в) ініціація. _____.

Тема 14. ОБМІН ВОДИ ТА МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН

Життєдіяльність клітин, тканин та органів залежить від наявності води. Вода є структурно-функціональним елементом тіла тварин і людини. Важливе значення води для життя пояснюється поєднанням у ній багатьох унікальних властивостей. Вода є універсальним розчинником для більшості органічних та мінеральних речовин, визначає структуру цитоплазми клітин та її органел, вільно циркулює по всьому організму, забезпечуючи перенесення речовин і сприяючи єдності метаболічних процесів.

Обмін води характеризується *водним балансом* – співвідношенням між кількістю води, що надійшла в організм, і виділилась з нього. За нормальних фізіологічних умов для здорового організму характерна *водна рівновага*.

Мінеральний обмін – засвоєння, перетворення та виділення неорганічних речовин, їх розподіл та участь у метаболічних реакціях організму. За участю мінеральних елементів забезпечується ряд життєво важливих процесів – підтримання осмотичного тиску крові, забезпечення сталості рН тканин і рідин організму, забезпечення активності ферментів та інші, підтримання кислотно-лужної рівноваги в організмі. Мінеральні елементи особливо потрібні для нормального росту і розвитку молодих організмів.

Засвоюються мінеральні речовини організмом переважно у вигляді йонів. Всмоктування проходить в тонкому кишечнику. Йони, що всмоктались, надходять у кров та лімфу. Йони Na^+ , K^+ всмоктуються повністю, йони Fe^{3+} , Ca^{2+} – частково. Деякі мінеральні елементи можуть нагромаджуватись у тканинах організму – залізо в печінці (феритин), кальцій, магній, фосфор – у кістковій тканині, інші входять до складу білків або виконують інші метаболічні функції.

Мінеральні речовини виділяються з сечею, потом, калом. Нестача або надлишок мінеральних речовин в організмах людини і тварин є причиною порушень обміну речовин і деяких захворювань. Нестача йоду викликає ендемічний зоб, кобальту і міді – анемію, кальцію і фосфору – рахіт, остеопороз. Підтримання певного вмісту мінеральних речовин в організмі забезпечується гормональними та ферментними системами.

РОБОТА №23. МОЛІБДЕНОВА ПРОБА НА ФОСФАТНУ КИСЛОТУ

Основна маса фосфору знаходиться в кістковій тканині. Фосфор входить до складу багатьох органічних сполук: білків, нуклеїнових кислот, фосфатидів, фосфорних ефірів, вуглеводів і т.д. Невелика частина фосфору

знаходиться у вигляді неорганічного фосфату, головним чином, в складі солей фосфатної кислоти.

Реактиви та обладнання: сеча, молібденовий реактив, штатив з пробірками, піпетки, спиртівка.

Хід роботи

В пробірку наливають 20 крапель молібденового реактиву і нагрівають його до кипіння; після цього додають кілька крапель сечі, випадає жовтий кристалічний осад фосфорномолібденовокислого амонію.

РОБОТА № 24. ЯКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ХЛОРИДІВ У СЕЧІ

В добовій сечі знаходиться 12-25 г мінеральних речовин. Неорганічні речовини сечі знаходиться в формі аніонів Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ і катіонів K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} .

Неорганічні речовини є продуктами обміну, який протікає в тканинах організму, або поступають з кишечника. Хлориди виділяються з сечею у вигляді хлористих солей калію, натрію, амонію, кальцію, магнію. Кількість хлоридів в сечі здорового організму майже відповідає вмісту NaCl в кормах.

Реактиви та обладнання: сеча, 10%-ний розчин HNO_3 , 1%-ний розчин AgNO_3 , штатив з пробірками, піпетки.

Хід роботи

До 20 крапель сечі додають 2 краплі 1-процентного розчину AgNO_3 і 2 краплі 10-процентного розчину нітратної кислоти. Випадає білий сироподібний осад хлористого срібла, який темніє на світлі, не розчиняється в нітратній кислоті, але розчиняється в аміаку.

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Значення води в тваринному організмі. Стани, в яких може перебувати вода в організмі. Екзогенна та ендогенна вода.
2. Що таке водний баланс? Яким він може бути?
3. Класифікація мінеральних речовин. Назвіть основні мікроелементи, мікроелементи, ультрамікроелементи.
4. Значення мінеральних елементів для тваринного організму.

Тестові питання

1. Вода, яка міститься у клітині, називається: а) екстрацелюлярна; б) екзогенна; в) ендогенна; г) інтрацелюлярна.

2. Вода, яка міститься у позаклітинному просторі, називається:
а) ендогенна; б) екстрацелюлярна; в) екзогенна; г) інтрацелюлярна.

3. Вкажіть, у яких станах може перебувати позаклітинна вода:
а) у вільному; б) в газоподібному; в) у зв'язаному; г) в твердому.

4. Поясніть, як утворюється екзогенна вода: а) надходить з продуктами харчування; б) утворюється в організмі при окисненні речовин.

5. Поясніть, як утворюється ендогенна вода: а) надходить з продуктами харчування; б) утворюється в організмі при окисненні речовин.

6. Запишіть пари чисел (клас органічних речовин – скільки води утворюється при окисненні 100 г):

1. білки	1. 107,1 г
2. ліпіди	2. 55,5 г
3. вуглеводи	3. 41,3 г

1 - ; 2 - ; 3 - .

7. Основна частина води всмоктується: а) у стравоході; б) в шлунку; в) в ротовій порожнині; г) в тонкому кишечнику; д) в товстому кишечнику.

8. Водна рівновага спостерігається: а) при хворобах; б) в період росту; в) при старінні; г) при нормальному фізіологічному стані.

9. Додатний водний баланс спостерігається: а) при хворобах; б) в період росту; в) при старінні; г) при нормальному фізіологічному стані.

10. Запишіть пари чисел (хімічні елементи – їх вміст у клітині):

1. макроелементи	1. менше $10^{-6}\%$
2. мікроелементи	2. 10^{-2} - $10^{-6}\%$
3. ультрамікроелементи	3. 10^{-1} - $10^{-2}\%$

1 - ; 2 - ; 3 - .

11. Запишіть, які з наведених мінеральних елементів належать до макро-, мікро-, ультрамікроелементів: а) калій; б) свинець; в) цинк; г) талій; д) мідь; е) натрій; є) барій; ж) магній; з) залізо; и) кальцій; і) бор; ї) кадмій.

Макроелементи: _____.

Мікроелементи: _____.

Ультрамікроелементи: _____.

12. Запишіть пари чисел (мікроелементи – де нагромаджуються або до складу якої речовини входять):

1. кальцій, фосфор	1. до складу вітаміну B ₁₂
2. залізо	2. в кістковій тканині
3. йод	3. до складу інсуліну
4. цинк	4. в печінці
5. кобальт	5. в щитовидній залозі

1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - ; 5 - .

13. Поясніть, що означає вислів „елементи-синергісти”: а) наявність одних елементів пригнічує активність інших елементів; б) наявність одних елементів активує дію інших елементів; в) наявність одних елементів не впливає на активність інших елементів.

14. Поясніть, що означає вислів „елементи-антагоністи”: а) наявність одних елементів пригнічує активність інших елементів; б) наявність одних елементів активує дію інших елементів; в) наявність одних елементів не впливає на активність інших елементів.

РОЗДІЛ III. БІОХІМІЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ТКАНИН ТА ОРГАНІВ

«___» _____ 201__ р.

Тема 15. БІОХІМІЯ М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ

РОБОТА № 25. ЯКІСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ

Реактиви та обладнання: м'язова тканина; вода дистильована; 10%-ний розчин NH_4Cl ; 5%-ний розчин MgSO_4 ; H_2SO_4 ; 2%-ний розчин фенолу; 2%-ний розчин FeCl_3 ; пікринова кислота; 10%-ний розчин Na_2CO_3 ; водяна баня; плитка електрична; паперові тести рН; марля; вата; лійки; колби.

Хід роботи

Ретельно подрібнити м'яз і екстрагувати подвійним об'ємом води при струшуванні протягом 30 хв. Екстракт відокремити фільтруванням через марлю, екстракцію повторити двічі. Водні екстракти з'єднати. Водний екстракт м'яза розділити на дві частини. У першій частині водного екстракту відкрити присутність білка (біуретова реакція). Другу частину водного екстракту м'яза звільнити від білка. Для цього білок осадити кип'ятінням при слабокислій реакції, осад білка видалити фільтруванням. У фільтраті визначити молочну кислоту, креатинин, карнозин, глікоген.

1. Для визначення молочної кислоти нижню частину пробірки заповнити реактивом, який приготувати додаванням до 3 мл 2%-ного розчину фенолу декількох крапель 2%-ного розчину хлорного заліза, до появи фіолетового забарвлення. Потім у пробірку долити досліджуваний екстракт. Забарвлення змінюється з фіолетового на жовте у присутності молочної кислоти.

2. Для відкриття креатинину користуються реакцією з пікриновою кислотою. До 1-2 мл досліджуваного фільтрату додати 3 краплі насиченого розчину пікринової кислоти і довести розчин до лужної реакції додаванням розчину натрій гідроксиду. Через кілька хвилин з'являється оранжево-червоне забарвлення. Нагрівання прискорює реакцію.

Відкритий таким способом креатинін утворюється у значній кількості з м'язового креатину, що перетворюється в креатинін під час нагрівання підкисленого екстракту (при осадженні білків водного екстракту м'яза). Тому, якщо при відкритті креатинину реакція не виходить досить виразно, досліджуваний фільтрат потрібно злегка підкислити розведеною сульфатною чи хлоридною кислотою і нагрівати близько години у водяній бані (при цьому креатин переходить у креатинін) і після охолодження провести кольорову реакцію, як зазначено вище.

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Функції м'язової тканини в тваринному організмі. Типи м'язової тканини.
2. Назвіть білки саркоплазми, дайте їм характеристику.
3. Назвіть білки мофібрил, дайте їм характеристику.
4. Що таке креатин? Де і як він утворюється? Креатинфосфат, його значення в організмі.
5. Назвіть основні речовини для м'язового скорочення. Фази м'язового скорочення.

Тестові питання

1. Вкажіть, що є структурною і функціональною одиницею м'язової тканини: а) м'язові пучки; б) м'язове волокно; в) м'язові фасції.
2. Назвіть білки саркоплазми: а) міоглобін; б) гемоглобін; в) глобулін Х; г) овоальбумін; д) міоальбумін; е) фосфовітин; є) міоген А; ж) міоген В.
3. Випишіть окремо білки міофібрил і білки м'язової строми: а) актин; б) міозин; в) структурні білки; г) актоміозин; д) ферментні білки; е) тропоміозин. Білки міофібрил: _____. Білки м'язової строми: _____.
4. Назвіть три амінокислоти, з яких в нирках синтезується креатин: а) гліцин; б) валін; в) аргінін; г) орнітин; д) метіонін.
5. Біологічна роль креатинфосфату полягає: а) у підтриманні в тканинах сталого вмісту АТФ; б) у транспортуванні поживних речовин; в) у синтезі білків.
6. Назвіть основні речовини для м'язового скорочення: а) АТФ; б) міоальбумін; в) актин і міозин; г) тропоміозин.
7. Запишіть в правильній послідовності фази м'язового скорочення:
а) АДФ + фосфаген $\rightarrow$ АТФ + креатин; б) АТФ + актоміозин + $H_2O \rightarrow$ АДФ + H_3PO_4 + скорочення актоміозину.

8. Запишіть в правильній послідовності етапи біохімічних змін в м'ясі після забою тварин: а) дозрівання; б) глибокий автоліз; в) заляккання.

9. Запишіть пари чисел (етапи біохімічних змін в м'ясі після забою – процеси, що відбуваються на кожному з них):

1. глибокий автоліз	1. утворення м'ясного соку і поліпшення смакових якостей м'яса
2. заляккання	2. припинення доступу кисню, зменшення рН, зменшення вмісту АТФ
3. дозрівання м'яса	3. гниття м'яса і утворення „загару” м'яса

1 - ; 2 - ; 3 - .

«___» _____ 201__ р.

Тема 16. БІОХІМІЯ КРОВІ

РОБОТА №26. РЕФРАКТОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ БІЛКІВ В СІРОВАТЦІ КРОВІ

Серед фізичних методів визначення концентрації білків в біологічних рідинах широке поширення одержав **рефрактометричний метод**, який базується на показниках заломлення світла білковими розчинами і чистим розчинником (водою).

Коефіцієнтом рефракції (показник заломлення n) називають відношення синуса кута падіння променя світла до синуса його заломлення: $n = \sin \alpha / \sin \beta$. Коефіцієнт заломлення розчину білка знаходять з допомогою спеціального пристрою – **рефрактометра**. Для цього використовують рефрактометри з точністю відліку 10^{-4} - 10^{-5} , які допускають роботу не з монохроматичним, а з білим світлом і вимагають для проведення визначення кілька крапель розчину.

Нормальний вміст загального білка в сироватці крові у телят до 6-місячного віку – 5,3-8,15, у дорослої великої рогатої худоби – 7,25-9,5, у ягнят до 6-місячного віку 5,18-7,15, в овець 3,71-6,3, в поросят до 6-місячного віку 5,18-6,32, у свиней – 6,81-8,21, у лошат до 6-місячного віку 4,79-5,8, у коней 5,68-7,56, у собак 5,9-7,6, у кроликів 6,0-8,2 г в 100 мл.

Гіпопротеїнемія спостерігається при низькому вмісті білку в раціоні, незбалансованому за амінокислотним складом, травмах і пухлинах в органах травлення, гострих і хронічних кровотечах, неврозах, хронічних паренхіматозних гепатитах, цирозах печінки, хронічних отруєннях хімічними речовинами, абсцесах, злоякісних новоутвореннях.

Гіперпротеїнемія спостерігається при великій кількості концентратів в кормах, надлишку перетравного протеїну і недостатці легкокорозчинних вуглеводів, при діабеті, в стадії одужання після гепатитів, недостатці каротину

в кормах і неправильному співвідношенні Са і Р, а також при недостатці вітаміну D.

Реактиви та обладнання: сироватка крові, дистильована вода, бинт, скляна паличка, рефрактометр, фільтрувальний папір.

Таблиця переведення показників заломлення в проценти білка

Показники заломлення	Вміст білка в сироватці крові, %	Показники заломлення	Вміст білка в сироватці крові, %
1.33705	0.63	1.34575	5.68
1.33745	0.86	1.34612	5.90
1.33781	1.08	1.34650	6.12
1.33820	1.30	1.34687	6.34
1.33858	1.52	1.34724	6.55
1.33896	1.74	1.34761	6.77
1.33934	1.96	1.34798	6.98
1.33972	2.18	1.34836	7.20
1.34010	2.40	1.34873	7.42
1.34048	2.62	1.34910	7.63
1.34086	2.84	1.34947	7.85
1.34124	3.06	1.34984	8.06
1.34162	3.28	1.35021	8.28
1.34199	3.50	1.35058	8.49
1.34237	3.72	1.35095	8.71
1.34275	3.94	1.35132	8.92
1.34313	4.16	1.35169	9.14
1.34350	4.38	1.35205	9.35
1.34388	4.60	1.35242	9.57
1.34426	4.81	1.35279	9.78
1.34463	5.03	1.35316	9.99
1.34500	5.25	1.35352	10.20
1.34537	5.47	1.35388	10.41

Хід роботи

1. Проводять настройку рефрактометра на нуль. Для цього на середину призми наносять краплю дистильованої води і швидко закривають. Рухаючи гвинтом, добиваються того, щоб у правому окулярі горизонтальна рухома лінія знаходилась посередині кола. В лівому окулярі на шкалі показник заломлення повинен бути 1,333 при 20° С.

2. Після встановлення на нуль піднімають верхню половинку камери і протирають дві призми спочатку фільтрувальним папером, а потім бинтом.

3. Наносять 1-2 краплі досліджуваної сироватки крові і швидко закривають камеру. Рухаючи гвинтом, знову добиваються того, щоб горизонтальна рухома лінія у правому окулярі призми знаходилась рівно посередині кола. Число на шкалі у правому окулярі і буде показником заломлення (коефіцієнтом рефракції).

4. Знаючи показник заломлення, за таблицею знаходять процентний вміст білка в даній пробі сироватки крові.

5. Після роботи призми промивають $H_2O_{\text{дист.}}$ і витирають насухо.

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

РОБОТА №27. ВИЗНАЧЕННЯ АКТИВНОСТІ КАТАЛАЗИ КРОВІ

Каталаза – фермент, який розщеплює гідрогенпероксид до води та молекулярного кисню: $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$.

Дія каталази захищає від шкідливої дії гідрогенпероксиду, який є отруйною сполукою для клітин. Особливо чутливий до окисної дії гідрогенпероксиду гемоглобін, тому каталаза еритроцитів має особливе значення в організмі. Показником активності ферменту є виділення молекулярного кисню, який утворюється при розщепленні H_2O_2 каталазою крові.

Реактиви та обладнання: сироватка крові, дистильована вода, гідроген пероксид, штатив з пробірками, спиртівка.

Хід роботи

В дві пробірки наливають по 2-3 мл дистильованої води, додають по 1-2 краплі крові і вміст пробірки 1 (контроль) нагрівають до кипіння для руйнування ферменту. В пробірці 2 (дослід) фермент активний. В обидві пробірки додають по 1 мл гідрогенпероксиду. В пробірці 2 спостерігають бурхливе виділення кисню. Якщо в пробірку 2 внести тліючу скіпку, вона яскраво спалахне.

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Які функції виконує крові в тваринному організмі?
2. Назвіть основні білки плазми крові.
3. Які фактори називають коагулярними? Назвіть їх.
4. Назвіть фази згортання крові.
5. На чому базується рефрактометричний метод визначення концентрації білків? Що називається рефракцією? Що таке коефіцієнт рефракції?
6. Що таке гіпопротеїнемія і гіперпротеїнемія?

Тестові питання

1. Назвіть форменні елементи крові: а) еритроцити; б) фібриноген; в) лейкоцити; г) протромбін; д) тромбоцити.
2. Кров має реакцію середовища: а) кислу; б) лужну; в) нейтральну; г) слаболужну.
3. Запишіть буферні системи крові: а) гемоглобінова; б) білкова; в) воднева; г) фосфатна; д) бікарбонатна; е) сульфатна; є) оксигемоглобінова; ж) нітратна; з) кислотна.
4. Вкажіть, які з наведених речовин відносяться до білків плазми крові: а) альбуміни; б) сечовина; в) глобуліни; г) аміак; д) білірубін; е) фібриноген.
5. Назвіть білок, який забезпечує дихальну функцію крові: а) фібриноген; б) гемоглобін; в) тромбін.
6. Сполука гемоглобіну з киснем називається: а) карбоксигемоглобін; б) оксигемоглобін; в) метгемоглобін; г) карбгемоглобін. .
7. Поясніть термін „гіпоксія”: а) припинення дихання; б) кисневе голодування; в) один із видів анемії; г) зменшення дихальної поверхні легень.
8. 80% вуглекислого газу переноситься кров'ю у вигляді: а) карбгемоглобіну; б) гідрокарбонатів.
9. Назвіть основні фактори зсідання крові: а) фібриноген; б) альбуміни; в) протромбін; г) тромбін; д) глобуліни; е) гірудін; є) конвєртин; ж) тромбопластин; з) гепарин; и) аксельрин.
10. Вкажіть, яка кров зсїдається повільніше: а) венозна; б) артеріальна.

«___»_____201__р.

Тема 17. БІОХІМІЯ НИРОК І СЕЧІ

РОБОТА № 28. ВИЗНАЧЕННЯ АЦЕТОНОВИХ ТІЛ В СЕЧІ

До *ацетонових (кетонових тіл)* відносять ацетон, які є проміжними продуктами обміну ліпідів. Вміст ацетонових тіл у крові зовсім незначний і, як правило, не перевищує 13,4-185,2 мкмоль/л. Різке підвищення вмісту ацетонових тіл в крові (ацетонемія, або кетонемія) спостерігається при

цукровому діабеті, голодуванні, ефірному наркозі. Висока концентрація ацетонових тіл у крові порушує кислотно-лужну рівновагу, викликає ряд патологічних змін у різних ланках обміну речовин в організмі, що може призвести до коматозного стану. Підвищений вміст ацетонових тіл в сечі називається ацетонурія (кетонурія).

Ацетон відкривається по утворенню йодоформу при взаємодії з йодом в присутності лугу. Ацетооцтова і β -оксимасляна кислоти визначаються за пурпурово-фіолетовим забарвленням з нітропрусидом натрію.

1. Проба на ацетон

Реактиви та обладнання: сеча, реактив Люголя, 10%-ний розчин NaOH, штатив з пробірками, піпетки.

Хід роботи

В пробірку наливають 3 мл досліджуваної сечі, 5 крапель реактиву Люголя і 5 крапель 10%-ного розчину натрій гідроксиду. В присутності ацетону спостерігається йодоформ (жовтувате помутніння) і його специфічний запах.

2. Проба з нітропрусидом натрію

Реактиви та обладнання: сеча, 10%-ний розчин нітропрусиду натрію, 10%-ний розчин NaOH, конц. CH_3COOH , штатив з пробірками, піпетки.

Хід роботи

В пробірки наливають 2 мл досліджуваної сечі, 5 крапель свіжовиготовленого 10% розчину нітропрусиду натрію і кілька крапель 10%-ного натрій гідроксиду.

Спостерігається червоне забарвлення. Додають кілька крапель концентрованої оцтової кислоти. В присутності ацетону розвивається вишнево-червоне забарвлення. Якщо ацетону немає, то червоне забарвлення зникає.

Висновок: _____

Роботу зараховано _____ (підпис викладача)

Контрольні питання

1. Які речовини відносяться до ацетонових тіл? Запишіть їх формули.
2. Що таке ацетонемія, ацетонурія, кетози? Причини виникнення кетозів.
3. Функції нирок в тваринному організмі. Значення виділення сечі з організму.
4. Фізико-хімічні властивості сечі.
5. Що таке олігурія, анурія, поліурія?

Тестові питання

1. Основною структурною і функціональною одиницею нирки є:
а) нейрон; б) міофібрила; в) нефрон; г) рухова одиниця.
2. Видільна функція нирок полягає у: а) підтриманні концентрації солей та інших кристалоїдів в організмі; б) регулюванні кислотно-лужної рівноваги крові; в) підтриманні необхідного осмотичного тиску крові; г) видалення з організму кінцевих продуктів обміну + а + б + в.
3. 10. При харчуванні переважно білковою їжею рН сечі: а) слаболужна; б) слабокисла; в) нейтральна.
4. При харчуванні переважно рослинною (вуглеводною) їжею рН сечі: а) слаболужна; б) слабокисла; в) нейтральна.
5. Наявність білка в сечі позначається терміном: а) гематурія; б) альбумінурія; в) глюкозурія; г) анурез.
6. Жовтий колір сечі зумовлений наявністю в ній: а) глюкози; б) альбумінів і глобулінів крові; в) уробіліну і урохромі; г) фібріногену крові.
7. В регуляції діяльності нирок важлива роль належить гормонам: а) тироксину і адреналіну; б) вазопресину і антидіуретичному гормону; в) а + б; г) паратгормону, тестостерону.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ З КУРСУ
«БІОХІМІЯ ТВАРИН З ОСНОВАМИ ФІЗИЧНОЇ ТА КОЛОЇДНОЇ
ХІМІЇ»

1. Дифузія та її значення для тваринних організмів.
2. Осмос і осмотичний тиск. Значення осмосу для біологічних процесів. Класифікація і х-ка розчинів в залежності від величини осмотичного тиску.
3. Концентрація водневих іонів та методи її визначення. Загальна та активна кислотність розчинів.
5. Буферні розчини, їх склад і властивості. Буферні системи крові, їх склад і значення для тваринних організмів.
6. Дисперсні системи та їх класифікація.
7. Поверхневі явища та адсорбція. Процеси адсорбції в організмі тварин. Значення адсорбції.
8. Коагуляція та її види. Значення коагуляції в житті тваринного організму.
10. Вуглеводи, їх загальна характеристика, біологічна роль, класифікація.
11. Моносахариди, їх класифікація. Характеристика пентод і гексоз.
12. Дисахариди, їх загальна характеристика. Дисахариди мальтозного і трегалозного типів зв'язку. Характеристика основних дисахаридів.
13. Основні полісахариди, їх класифікація. Характеристика крохмалю, глікогену, целюлози.
14. Ліпіди, їх загальна характеристика, біологічна роль, класифікація.
15. Класифікація простих ліпідів. Нейтральні жири, їх характеристика. Фізичні і хімічні константи жирів.
16. Стериди і воски, їх загальна х-ка. Воски тваринного походження. Складні ліпіди, їх класифікація. Характеристика і класифікація фосфоліпідів. Складні ліпіди, їх класифікація. Характеристика сульфоліпідів і гліколіпідів. Білки, їх загальна характеристика, будова, властивості, біологічна роль. Характеристика і класифікація амінокислот. Види зв'язків між амінокислотами в білках. Просторова будова білків. Прості білки, їх характеристика і класифікація. Характеристика основних представників хромопротейдів. Загальна характеристика нуклеопротейдів. Х-ка нуклеїнових кислот. Характеристика основних представників глікопротейдів. Характеристика ліпопротейдів. Основні представники фосфопротейдів. Вітаміни, їх загальна характеристика, застосування. Класифікація вітамінів. Жиророзчинні вітаміни, їх загальні властивості. Характеристика основних жиророзчинних вітамінів. Водорозчинні вітаміни, їх загальні властивості. Характеристика основних водорозчинних вітамінів. Характеристика основних вітаміноподібних сполук. Ферменти, їх загальна характеристика, властивості, використання. Хімічна природа ферментів. Вплив різних факторів на каталітичну активність ферментів. Ізоферменти. Специфічність ферментів, види специфічності. Складні ферменти, характеристика коферментів. Механізм дії ферментів. Теорія ферментативного каталізу. Класифікація, шифр і номенклатура ферментів.

Поняття про залози внутрішньої секреції. Гормони, їх будова, властивості, біологічна роль. Класифікація гормонів.

Гормони стероїдної природи. Характеристика статевих гормонів. Характеристика гормонів кори наднирників.

Гормони білкової природи. Характеристика гормонів гіпофізу, щитовидної залози, підшлункової залози, мозкового шару наднирників.

Гормоноподібні речовини, їх характеристика.

Поняття про обмін р-н. Етапи обміну р-н. Методи вивчення обміну речовин.

Сучасна теорія окиснення (тканинного дихання). Ферменти, які приймають участь в біологічному окисненні.

Перетравлювання і всмоктування вуглеводів. Характеристика амілолітичних ферментів. Особливості перетравлювання вуглеводів у жуйних.

Синтез і розпад глікогену в печінці.

Анаеробний розпад вуглеводів (гліколіз).

Аеробний розпад вуглеводів (цикл трикарбонових кислот).

Перетравлювання ліпідів в травному тракті тварин. Характеристика ліполітичних ферментів. Жовчні кислоти, їх роль в обміні ліпідів. Транспортні форми ліпідів.

Перетравлювання фосфоліпідів під дією фосфоліпаз А, В, С, Д.

Бета-окиснення вищих жирних кислот. Утворення кетонових тіл. Хвороби, які виникають при підвищеному вмісті кетонових тіл в сечі і крові. Причини виникнення цих захворювань.

Шляхи біосинтезу вищих жирних кислот в організмі тварин.

Біосинтез тригліцеридів в організмі тварин.

Обмін холестерину та лецитину.

Перетравлювання білків в травному тракті тварин. Характеристика протеолітичних ферментів. Особливості перетравлювання білків у жуйних.

Гниття білків в товстому відділі кишечника і знешкодження токсичних речовин (бензойної кислоти, фенолу, крезолу, індолу і скатолу).

Шляхи перетворення амінокислот після їх всмоктування. Ферменти, які приймають участь в перетворенні амінокислот.

Шляхи знешкодження аміаку в організмі тварин. Синтез сечовини в організмі тварин.

Утворення сечової кислоти і алантоїну в організмі тварин.

Обмін нуклеопротейдів. Обмін гемоглобіну. Утворення жовчних пігментів.

Біосинтез білків. Характеристика етапів біосинтезу білків.

Роль і стан води в організмі тварин. Обмін води в організмі тварин.

Загальна характеристика і класифікація мінеральних елементів. Обмін мінеральних елементів в організмі тварин.

Властивості, значення і хімічний склад крові. Білки плазми крові. Дихальна функція крові.

Характеристика основних факторів зсідання крові. Характеристика етапів зсідання крові.

Обмін речовин в печінці. Детоксикаційна функція печінки.

Хімічний склад молока і молозива. Утворення складових частин молока в молочній залозі.

Хімічний склад м'яса. Біосинтез складових частин м'яса. Біохімічні процеси в м'ясі після забою тварин.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Гомонай В.І. Фізична та колоїдна хімія. Вінниця: Нова Книга, 2014. 496 с.
2. Губський Ю.І. Біохімія. К.–Т.: Укрмедкнига, 2002. 508 с.
3. Губський Ю. І. Біоорганічна хімія. Вінниця: Нова книга, 2004. 464 с.
4. Ластухін Ю.О. Хімія природних органічних сполук. Навчальний посібник. Львів: Національний університет „Львівська політехніка”, 2005. 560 с.
5. Коваль Т.В., Овчарук О.В. Біохімія тварин. Кам'янець-Подільський: Видавець ПП Зволейко Д.Г., 2016. 440 с.
6. Кононський О. І. Фізична і колоїдна хімія. Київ : Центр учб. л-ри, 2009. 312 с.
7. Кононський О.І. Біохімія тварин. К.: Вища шк., 2006. 454 с.
8. Тимошенко О.П. Клінічна біохімія. Харків: Видавництво НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 239с.

Допоміжна

1. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Т.: Укрмедкнига, 2002. 744 с.
2. Коваль Т.В., Овчарук О.В. Біохімія тварин з основами фізичної та колоїдної хімії: лабораторний практикум. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 2018. 174 с.
3. Копильчук Г.П., Волощук О.М., Марченко М.М. Біохімія: Навчальний посібник . Чернівці: Рута, 2004. 224 с.
4. Кучеренко М.Є., Бабенюк Ю.Д., Войціцький В.М. Сучасні методи біохімічних досліджень: учбовий посібник. К: Фітосоціоцентр, 2001. 424 с.
5. Плахтій П.Д., Коваль Т.В., Соколенко Л.С. Фізіологія людини і тварин. Фізіологія м'язів і м'язової діяльності: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2011. 164 с.
6. Стрельцов О.А., Мельничук Д.О., Снітинський В.В. Фізична і колоїдна хімія. Львів: Ліга-Прес, 2002. 456 с.