

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

БІОХІМІЯ ТА БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ СПОРТИВНОГО ТРЕНУВАННЯ

**Методичні вказівки
до організації лабораторних робіт
для студентів спеціальності
017 «Фізична культура і спорт»**

Затверджено
на засіданні
методичної ради

Краматорськ
ДДМА
2020

Біохімія та біохімічні основи спортивного тренування: методичні вказівки до організації лабораторних робіт для студентів спеціальності 017 «Фізична культура і спорт» / уклад. Г. О. Санталова, А. П. Авдєєнко – Краматорськ : ДДМА, 2020. – 27 с.

Наведено основні положення щодо організації роботи студентів з дисципліни «Біохімія та біохімічні основи спортивного тренування», методичні вказівки до вивчення дисципліни, короткі теоретичні відомості до кожної лабораторної роботи, опис лабораторних робіт, вказівки щодо виконання робіт, перелік контрольних питань до кожної лабораторної роботи.

Данні методичні вказівки складено з метою зменшення непродуктивних витрат часу студента на вивчення дисципліни, що сприяє більш раціональному плануванню часу.

Укладачі:

Г. О. Санталова, доц.
А. П. Авдєєнко, проф.

Відп. за випуск

А. П. Авдєєнко, проф.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ	5
2 ВИМОГИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	7
2.1 Загальні вимоги до лабораторного практикуму та план лабораторних робіт	7
2.2 Загальні правила безпеки під час роботи у хімічній лабораторії та надання першої допомоги	8
3. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ	11
3.1 Лабораторна робота № 1: Білки, амінокислоти	11
3.1.1 Якісні реакції білків і амінокислот	11
3.1.2 Реакції осадження білків.....	12
3.1.3 Фізико-хімічні властивості білків.....	13
3.2 Лабораторна робота № 2: Властивості ферментів	14
3.2.1 Загальні властивості ферментів	14
3.2.2 Активність окремих ферментів.....	16
3.3 Лабораторна робота № 3: Вуглеводи, основні властивості.....	17
3.3.1 Будова та хімічні властивості моносахаридів та олігосахаридів	17
3.3.2 Властивості вуглеводів	19
3.4 Лабораторна робота № 4: Хімія ліпідів.....	20
3.4.1 Основні хімічні перетворення ліпідів	20
3.5 Лабораторна робота № 5: Нуклеїнові кислоти.....	21
3.5.1 Фізико-хімічні властивості нуклеотидів	21
3.6 Лабораторна робота № 6: Вітаміни.....	23
3.6.1 Якісні реакції на вітаміни	23
3.6.2 Методи якісного визначення жирो- та водорозчинних вітамінів.	24
ЛІТЕРАТУРА	26

ВСТУП

Біохімія посідає значне місце у системі підготовки спеціалістів з фізичного виховання і спорту. Вивчення дисципліни «Біохімія та біохімічні основи спортивного тренування» дає студентам знання про хімічні основи життєдіяльності організму, особливості обміну речовин під час м'язової діяльності. Викладачам, реабілітологам, тренерам знання біохімії конче потрібні; вони корисні для більш адаптивної організації тренувального процесу, здійснення контролю за функціональним станом спортсменів, допомагають цілеспрямовано використовувати засоби, які підвищують працездатність та прискорюють відновлювальні процеси, можуть бути корисними для організації раціонального харчування спортсменів.

Біохімічні процеси відіграють важливу роль в адаптації організму до фізичних навантажень, у пошуках і розробці адаптивних засобів і методів підвищення працездатності, в оцінці рівня тренуваності, розробці шляхів реабілітації після фізичної перевтоми або спортивних травм. У цьому плані при підготовці спеціалістів в області фізичного виховання і спорту, фізичної реабілітації, на базовому етапі підготовки студенти повинні отримати глибокі знання з біохімії, що сприятиме успішному вирішенню питань їхньої практичної діяльності.

1 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «Біохімія та біохімічні основи спортивного тренування» вивчається згідно навчальних планів підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» студентами галузі знань 01 «Освіта/Педагогіка», спеціальності 017 «Фізична культура і спорт», за освітньо-професійною програмою «Фізична культура і спорт».

Курс «Біохімія та біохімічні основи спортивного тренування» включає лекції, лабораторні та практичні роботи, і самостійну роботу над вивченням теоретичного матеріалу. Самостійна робота студента над курсом вміщує:

- вивчення лекційного матеріалу і навчальної літератури;
- підготовку до лабораторних робіт;
- підготовку до практичних робіт;
- вивчення додаткової літератури;
- відповіді на тестові запитання вкінці кожної теми курсу.

Форма підсумкового контролю – іспит.

Структура навчальної дисципліни, а саме розподіл навчальних годин за видами навчальних занять для студентів, здійснюється відповідно до навчального плану і наведено у таблиці 1.1.

На протязі семестру з метою перевірки якості знань та ступені засвоєння матеріалу студенти виконують контрольні роботи. Перша контрольна робота виконується за темами курсу № 1 – 8, друга контрольна робота – за темами № 9 – 16. Для допуску до контрольних робіт необхідно виконати лабораторні роботи, підготувати звіти та захистити їх, а також виконати практичні роботи.

Рекомендації щодо застосування рейтингової оцінки рівня підготовки студентів з дисципліни наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Застосування рейтингової оцінки рівня підготовки студентів

№ п/п	Форма контролю	Номер навчального тижня	Кількість балів	
			max	min
1	Контрольна робота № 1	7-8	35	15
2	Контрольна робота № 2	14-15	35	15
3	Лабораторні роботи	Протягом семестру	15	8
4	Практичні роботи	Протягом семестру	15	7
Усього			100	55

Таблиця 1.1 – Розподіл навчальних годин за видами навчальних занять

№ з/п	Тема	Загальна кількість годин	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття	Індивідуальні заняття	Самостійні заняття
1	Змістовий модуль 1 Будова білків і ферментативного каталізу	11	2	2			7
2	Етапи метаболізму і біологічне окислення	11	2	2			7
3	Будова та обмін вуглеводів	12	2	2			8
4	Будова та обмін жирів і ліпоїдів	12	2	2			8
5	Будова та обмін нуклеїнових кислот	8	1	2			5
6	Обмін білків	9	1	2			6
7	Обмін води і солей. Вітаміни.	11	2	2			7
8	Гормони. Біохімія крові і сечі	10	2	1			7
9	Змістовий модуль 2 Біохімія м'язового скорочення	12	2		2		8
10	Енергетичне забезпечення м'язового скорочення	12	2		2		8
11	Біохімічні зрушення при м'язовій роботі	11	2		2		7
12	Біохімічні механізми втоми	12	2		2		8
13	Біохімічні закономірності відновлення після м'язової роботи	12	2		2		8
14	Біохімічні закономірності адаптації до м'язової роботи	12	2		2		8
15	Біохімічні основи працездатності	12	2		2		8
16	Біохімічні способи підвищення спортивної працездатності	13	2		1		10
	Всього	180	30	15	15	—	120

2 ВИМОГИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

2.1 Загальні вимоги до лабораторного практикуму та план лабораторних робіт

Метою лабораторного практикуму є більш глибоке засвоєння теоретичних знань, отриманих студентами на лекціях, ознайомлення з хімічним посудом та реактивами, принципом дії приладів та пристроїв, які використовуються для проведення робіт. Виконання лабораторних робіт також має за мету математичну й теоретичну обробку результатів вимірів, закріплення навиків ведення протоколів дослідів, які оформлені у вигляді звітів. Звіти з лабораторних робіт дозволяють алгоритмізувати діяльність студента: виділити роботи, які необхідно виконати самостійно в підготовчий період, на етапі проведення експериментальних досліджень і на завершальному етапі обробки отриманих результатів, їх узагальнення і висновків.

Лабораторні роботи виконуються студентами згідно з робочим планом дисципліни. Перелік лабораторних робіт наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Темі лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Білки, амінокислоти	3
2	Властивості ферментів	3
3	Вуглеводи, основні властивості	3
4	Хімія ліпідів	2
5	Нуклеїнові кислоти	2
6	Вітаміни	2
Усього годин		15

При підготовці до лабораторної роботи студент повинен ознайомитися з метою роботи, теоретичними відомостями, методикою її виконання, з правилами користування хімічним посудом. Робота вважається виконаною, якщо студент самостійно виконав всі підготовчі роботи і підтвердив своїми відповідями необхідний рівень знань теми та самостійно провів експерименти, оформив звіт та захистив роботу.

Правила оформлення робіт

1. Перед оформленням кожної роботи студент повинен чітко написати її назву, мету виконання, об'єкти і результати дослідження. Якщо передбачено оформлення робіт у вигляді таблиць, то необхідно всі результати занести в таблицю в зошиті. Після кожного завдання повинно бути зроблено висновок з узагальненням, систематизацією або обґрунтуванням результатів досліджень.

2. Кожну виконану роботу студент захищає у вигляді письмового або усного опитування. Під час захисту студент повинен вільно володіти теоретичним матеріалом за тематикою лабораторної роботи, відповісти на контрольні питання, що наведено після кожної лабораторної роботи, та додаткові питання викладача.

Виконання і успішний захист лабораторних робіт є допуском до здачі теоретичної частини курсу на контрольних роботах та іспиті.

2.2 Загальні правила безпеки під час роботи у хімічній лабораторії та надання першої допомоги

Правила поведінки студентів у хімічній лабораторії

Робота у хімічній лабораторії пов'язана з деякою небезпекою, оскільки більшість речовин, до певної міри, отруйні, вогне- та вибухонебезпечні. Щоб запобігти нещасним випадкам, необхідно дотримуватися загальних правил, незалежно від того, який експеримент проводиться:

1. Працювати одному у лабораторії категорично забороняється, оскільки у разі нещасного випадку нікому буде надати допомогу потерпілому і ліквідувати наслідки аварії.

2. Заходити до лабораторії тільки з дозволу викладача.

3. Поводитися у лабораторії спокійно, щоб випадково не перекинути хімічний посуд, склянки з реактивами або прилади.

4. Підтримувати чистоту й порядок на своєму робочому місці, не тримати на столі нічого зайвого крім письмового приладдя та засобів необхідних для виконання лабораторних дослідів. Забороняється тримати на лабораторних столах сумки та портфелі.

5. Не можна приступати до роботи, не засвоївши усієї техніки її виконання.

6. Досліди проводяться лише у чистому, підготовленому для експерименту посуді. Після закінчення експерименту посуд знову вимивають.

7. Під час роботи дотримуватися тиші, виконувати досліди швидко, але без зайвої квапливості.

8. Перевірити наявність усього необхідного для проведення дослідів, та виконувати їх у визначеній послідовності.

9. У робочому журналі записувати хід виконання дослідів, спостереження та висновки.

10. Необхідно дотримуватися обережності при роботі з хімічними реактивами, не допускати їх потрапляння на шкіру обличчя та рук, оскільки більшість з них викликають подразнення шкіри та слизових оболонок.

11. Кожний працюючий повинен знати, де у лабораторії знаходяться засоби пожежного захисту та аптечка з повним комплектом засобів для надання першої допомоги.

12. Категорично заборонено у лабораторії палити, вживати їжу, пити.

13. Категорично заборонено розпізнавати реактиви за смаком. Запах речовин, при необхідності, встановлюють направляючи на себе пари чи гази легкими рухами руки, а не вдихаючи їх повними грудьми.

14. На посуді, де зберігаються реактиви, повинні бути етикетки з назвою речовини.

15. Під час нагрівання рідких та твердих речовин у пробірках та колбах необхідно направляти їх отвори від себе. Зазирати зверху у відкриту посудину, яку нагрівають, заборонено, щоб запобігти травмуванню при викиді гарячої маси.

16. Категорично заборонено виливати у раковину концентровані кислоти та луги, а також різні органічні речовини, з різким запахом та вогне-небезпечні. Усі ці відходи необхідно зливати у спеціальний посуд.

17. Битий скляний посуд, фільтрувальний папір або використану індикаторний папір та інше сміття викидати тільки у спеціально встановлені урни.

18. Слід бережливо відноситися до посуду, приладам та предметам обладнання, розумно економити реактиви, газ, воду та електроенергію.

19. Виходячи з лабораторії після закінчення роботи необхідно прибрати своє робоче місце, перевірити крани води, вимкнути електроприлади та ретельно вимити руки.

Основні застережні заходи під час роботи у хімічній лабораторії

1. У хімічній лабораторії працювати необхідно тільки у халаті, якщо халат відсутній, студент не має права приступати до виконання лабораторних дослідів.

2. Виконувати тільки ті хімічні досліди, які погоджені з викладачем, під його наглядом, або у присутності лаборанта.

3. Уважно читати етикетку на посудині з тією речовиною, яку берете для досліду.

4. Брати реактиви для дослідів тільки в тих кількостях, які зазначені в інструкції. Якщо кількість реактиву не вказана, то суху речовину беруть у такій кількості, щоб вона лише закривала дно пробірки, а розчину не більше ніж 1/3 її об'єму.

5. Не зливати надлишки реактиву назад у посудину, де він зберігався.
6. Під час наливання рідини брати посудину з реактивом так, щоб етикетка була спрямована у бік долоні, зняти краплю з краю посудини, щоб у разі її стікання не пошкоджувався надпис.
7. Дотримуватися особливої обережності під час роботи з нагрівальними приладами. Без дозволу викладача забороняється вмикати або вимикати електричні вимикачі та рубильники.
8. Обережно поводитися з відкритим вогнем.
9. Не заглядати у пробірку, в якій нагрівається рідина, і не нахилятися над посудиною, в яку наливається будь-яка рідина, щоб запобігти потраплянню в очі.
10. Розігріті предмети ставити на керамічну плитку або спеціальну підставку.
11. Якщо під час роботи виникла пожежа, необхідно встановити її причини, після чого вжити необхідних заходів що до її ліквідації. Необхідно вимкнути з мережі електроприлади, або виключити рубильник і гасити вогонь передбаченими для цього засобами пожежогасіння у залежності від природи займання. У разі неможливості власними силами ліквідувати пожежу необхідно звернутися до пожежних служб.
12. У разі нещасного випадку негайно звертатися до викладача.

Перша допомога при опіках та отруєннях

1. При термічних опіках негайно роблять рясну примочку спиртовим розчином таніну, етанолом або розчином калію тетраоксоманганату або маззю від опіків.
2. При опіках кислотами необхідно відразу ж промити уражене місце великою кількістю води, 3 %-им розчином натрію гідроген карбонату і потім водою.
3. При опіках їдкими лугами добре і рясно промити уражене місце проточною водою, потім розбавленим розчином оцтової кислоти, а після знову великою кількістю води.
4. Якщо велика кількість кислоти або лугу потрапила в очі, необхідно відразу ж їх промити. Для цього направляють невеликий струмінь води в одне, потім в друге око протягом 3–5 хв. Потім очі необхідно негайно промити (у випадку попадання кислоти) розчином натрію гідрогенкарбонату, або розчином (у випадку лугу) боратної кислоти. Після чого негайно звернутися до лікаря!
5. При попаданні кислоти або лугу на шкіру, уражене місце слід промити великою кількістю води, а потім відповідно 3 %-им розчином соди або 2 %-им розчином оцтової кислоти.
6. При отруєнні кислотами необхідно дати потерпілому випити розчин води з попелом або крейдою, вапняну воду або 1 %-ий розчин натрію гідрогенкарбонату. Промивати шлунок не рекомендується.

7. При отруєнні лугами необхідно дати випити розчин оцтової або лимонної кислоти або молоко.

8. При отруєнні газами необхідно забезпечити доступ свіжого повітря та дати понюхати вату, змочену нашатирним спиртом. У разі отруєння хлором або бромом нашатирний спирт слід змішати з етиловим спиртом, також змочити вату та дати понюхати потерпілому.

9. При порізах склом слід видалити уламки скла з рани, змазати місце 3 %-вим спиртовим розчином йоду і перев'язати бинтом, щоб припинити кровотечу.

10. В усіх нещасних випадках (глибокому порізі, отруєнні, опіках тощо) необхідно негайно звернутися до лікаря. За можливості потерпілому треба надати першу допомогу.

3. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

3.1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1: БІЛКИ, АМІНОКИСЛОТИ

3.1.1 Якісні реакції білків і амінокислот

Мета: набути вміння здійснювати основні якісні реакції на білки та амінокислоти: провести біуретову та ксантопротеїнову реакції.

Теоретична частина:

1. Білки: визначення, функції в організмі.
2. Амінокислоти, класифікація, властивості.
3. Структура та номенклатура.
4. Амінокислоти як лікарські засоби, механізм їх дії.
5. Замінні та незамінні амінокислоти.

Біуретова реакція

Принцип. Реакція дозволяє виявити наявність у сполучі пептидного зв'язку. При взаємодії пептидів і білків з купрум (II) гідроксидом у лужному середовищі виникає комплекс, забарвлений в рожево-фіолетовий колір. Ця реакція не є специфічною, бо подібний комплекс утворює і біурет.

Хід роботи. У пробірку налити розчин білка об'ємом 3 см³ і додати розчин натрій гідроксиду об'ємом 1 см³, розчин купрум сульфату (1 – 2 краплини). Суміш перемішати.

Ксантапротейнова реакція

Принцип. Реакція дозволяє виявити ароматичні амінокислоти, що містять бензенові кільця (тирозин, триптофан, фенілаланін). В ароматичних амінокислотах під дією нітратної кислоти відбувається нітрування бензенового кільця з утворенням нітросполуки жовтого кольору. В реакції натрій гідроксиду з хіноїдною формою динітротирозину утворюється натрієва сіль помаранчевого забарвлення.

Хід роботи. В пробірку внести розчин білка об'ємом 3 см³ і розчин концентрованої нітратної кислоти об'ємом 1 см³. Суміш обережно нагріти до появи жовтого забарвлення. Після охолодження у пробірку додати розчин натрій гідроксиду до появи оранжевого забарвлення [1–3].

Зробити висновки

Контрольні запитання:

1. Навести приклади кислих, нейтральних та ароматичних амінокислот.
2. Назвати особливості будови пептидного зв'язку.
3. Які продукти гідролізу дають біуретову реакцію?
4. Значення кольорових реакцій на білки.

3.1.2 Реакції осадження білків

Мета: ознайомитися з основними реакціями осадження білків: провести осадження білків концентрованими мінеральними кислотами, органічними кислотами та солями важких металів.

Теоретична частина:

1. Пептиди та білки, будова, номенклатура.
2. Рівні організації білкової молекули (первинна, вторинна, третинна, четвертинна).
3. Характеристика хімічних зв'язків, які зумовлюють утворення різних рівнів організації білків.
4. Руйнування білків.

Осадження білків концентрованими мінеральними кислотами

У три сухі пробірки наливають по 1 – 2 мл концентрованих азотної, сірчаної і соляної кислот. Потім, нахиливши кожну пробірку, обережно по стінці доливають у неї з піпетки по 0,5 мл досліджуваного розчину білка так, щоб він не змішувався з кислотою. У місці зіткнення двох рідин з'являється білий аморфний осад білка. При струшуванні осад, що випав при дії азотної кислоти, збільшується, а осад, що випав при дії соляної і сірчаної кислот, розчиняються в їхньому надлишку. Желатина не осаджується мінеральними кислотами. Концентровані мінеральні кислоти викликають необоротне осадження білків. Це пов'язано як з дегідратацією білкових молекул, так і з денатурацією білка.

Осадження білків органічними кислотами

У дві пробірки наливають по 2 – 3 мл розчину білка і додають в одну з них декілька крапель 5 %-ого розчину трихлороцтової кислоти, в іншу – декілька крапель 20 %-ого розчину сульфосаліцилової кислоти. В обох випадках спостерігається випадання осаду білка. Сульфосаліцилова і трихлороцтова кислоти є чутливими і специфічними реактивами на білок. Трихлороцтова кислота осаджує тільки білки і не осаджує продукти розпаду білка й амінокислоти, тому нею користуються для повного видалення білків з біологічних рідин (наприклад, сироватки крові). У цих умовах продукти розпаду білків залишаються в розчині.

Осадження білків солями важких металів

У дві пробірки наливають 1 – 1,5 мл досліджуваного розчину білка і повільно, по краплях при струшуванні додають в одну з них розчин сульфату міді, а в іншу – розчин ацетату свинцю. Випадає пластівчастий осад внаслідок утворення малорозчинної солеподібної сполуки (із сіллю міді – блакитного кольору, із сіллю свинцю – білого кольору). При надлишку реактиву осад знову розчиняється. Солі важких металів викликають необоротне осадження білків, утворюючи з ними нерозчинні у воді сполуки [3–5].

Зробити висновки

Контрольні запитання:

1. Які речовини використовують у лабораторній практиці у якості осаджувачів білків?
2. Чому білки не осаджуються у сильнокислому і сильнолужному середовищі?
3. Пояснити механізм дії осаджувачів.
4. Що таке адсорбційна пептизація?
5. Що відбувається при нагріванні білкового розчину?
6. Чому у слабокислому середовищі білки осаджуються?

3.1.3 Фізико-хімічні властивості білків

Мета: ознайомити студентів з фізико-хімічними властивостями білків – провести реакції денатурації білка.

Теоретична частина:

1. Значення основних фізико-хімічних властивостей білків.
2. Ізоелектрична точка: визначення, властивості білків в ІЕТ.
3. Денатурація, види, властивості денатурованих білків.
4. Амфотерність.
5. Висолювання білків та його значення.
6. Діаліз білків та його значення.
7. Електрофорез та заряд білкової молекули.

Денатурація білків при нагріванні

Принцип. Випадання білків в осад при нагріванні – звертання – характерне майже для всіх білків (виключення складає желатина, яка не руйнується при нагріванні). Особливо легко і більш повно відбувається осадження білка в слабнокислому середовищі, поблизу від ізоелектричної точки. У нейтральному і сильнокислому середовищах осадження білків йде значно гірше, а в лужному середовищі зовсім не спостерігається. На відміну від осадження солями білків при нагріванні – денатурація білків – необоротна.

Хід роботи. У п'ять пробірок наливають по 2 мл розчину білка:

а) Нагрівають вміст першої пробірки. Осад білка утворюється ще до того, як рідина закипить.

б) Додають у другу пробірку одну краплю 1 %-ого розчину оцтової кислоти і нагрівають. Пластівчастий осад білка випадає скоріше і повніше внаслідок того, що в результаті підкислення рН розчину наблизився до ізоелектричної точки білка.

в) Додають у третю пробірку близько 0,5 мл 10 %-ого розчину оцтової кислоти і нагрівають. Осад білка не утворюється: навіть при кип'ятінні.

г) Додають у четверту пробірку близько 0,5 мл 10 %-ого розчину оцтової кислоти та декілька крапель насиченого розчину хлориду натрію і нагрівають. Утворюється осад білка.

д) Додають у п'яту пробірку близько 0,5 мл розчину гідроксиду натрію і нагрівають. Осад білка не утворюється навіть при кип'ятінні [2].

Зробити висновки

Контрольні запитання:

1. За допомогою схем реакцій продемонструвати амфотерний характер α -амінокислот.
2. Як зв'язуються між собою молекули білка?
3. Напишіть амінокислоти, які мають в складі бензольне кільце.
4. Напишіть амінокислоти, які здатні утворювати дисульфідні зв'язки.

3.2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2: ВЛАСТИВОСТІ ФЕРМЕНТІВ

3.2.1 Загальні властивості ферментів

Мета: ознайомити студентів з основними властивостями ферментів.

Теоретичні питання:

1. Поняття про ферменти. Спільні та відмінні властивості між ферментами та неорганічними каталізаторами. Термолабільність ферментів. Специфічність дії ферментів.

2. Будова простих ферментів. Функціонально активні ділянки ферментативної молекули. Загальна характеристика коферментів. Їх природа.
3. Препарати ферментів як лікарські засоби.

Гідроліз крохмалю під дією амілази слини

У дві пробірки наливають по 5 мл крохмального клейстеру й в одну з них – 5 мл води, а в іншу – 5 мл розчину слини. Обидві пробірки зі скляними паличками, зануреними в них, одночасно поміщають у водяну баню при 40 °С. Через 1 хв. від кожної суміші відбирають за допомогою скляної палички по краплі рідини і змішують їх окремо з краплею йоду, заздалегідь нанесеної на пластинку. Повторюють узяття проб через 2, 4, 6 і 8 хв. Забарвлення з йодом проб із пробірки, що містить слину, змінюється від синього до синьо-фіолетового, буро-червоного, червоного і, нарешті, жовтого.

До вмісту пробірки зі слиною додають 1 – 2 мл фелінгової рідини і суміш нагрівають до початку кипіння. Утворюється червоний осад оксиду міді (I) за рахунок відновлення гідроксиду міді (II) мальтозою і низькомолекулярними декстринами, що утворилися. Контрольна проба в тих же умовах не відновлює гідроксид міді (II) в оксид міді (I).

Вплив температури на активність амілази слини

Устаткування та реактиви: водяна баня, термометр лабораторний, піпетки 1 мл, 2 мл, палички скляні, пластинка порцелянова, слина розведена, крохмаль (1 %-вий), йод (0,3 %-вий) у йодиді калію (3 %-ому), гідроксид натрію (10 %-вий), сульфат міді (1 %-вий).

Хід роботи. У чотири пронумеровані пробірки наливають по 2 мл 1 %-ого розчину крохмалю. Пробірку 1 поміщають у киплячу водяну баню, пробірку 2 – у водяну баню при 40 °С, пробірку 3 залишають при кімнатній температурі і пробірку 4 поміщають у лід. Через 10 хв., коли вміст пробірок набуде заданої температури, в усі пробірки додають по 0,5 мл розведеної в 10 разів слини, перемішують за допомогою скляної палички і залишають у тих же умовах. Спостереження за ходом гідролізу крохмалю ведуть по реакції з йодом. Для цього наносять на порцелянову пластинку кілька крапель розчину йоду в йодиді калію і змішують їх із краплями суміші з кожної пробірки, беручи проби через 1, 2, 4, 6, 8, 10 і 12 хв. За зміною забарвлення крохмалю з йодом судять про ступінь гідролізу крохмалю в кожній пробірці. Результати спостережень заносять у таблицю, позначаючи буквою «с» (синє забарвлення) позитивну пробу з йодом на крохмаль, буквою «к» – позитивну пробу на декстрини (забарвлення червоних тонів) і буквою «ж» – негативну пробу (жовте забарвлення йоду). На підставі отриманих даних зробіть висновок про величину температурного оптимуму для амілази слини [2, 3, 6].

Таблиця 3.1 – Вихідні данні експерименту

№ пробірки	t, °C	Реакція з йодом після закінчення часу (хв.)						
		1	2	4	6	8	10	12
1	100							
2	40							
3	15 – 20							
4	0							

Зробити висновки

Контрольні питання:

1. Що таке ферменти? Які спільні та відмінні властивості мають ферменти та неорганічні каталізатори.
2. Охарактеризуйте термолабільність ферментів.
3. В чому полягає специфічність дії ферментів?
4. Розгляньте будову простих ферментів, функціонально активні ділянки ферментативної молекули.
5. Дайте загальну характеристику коферментів.

3.2.2 Активність окремих ферментів

Мета: ознайомити студентів з активністю окремих ферментів: оцінити специфічність дії сахарози та оцінити дію ферменту ліпази.

Теоретична частина:

1. Сучасні уявлення про механізм дії ферментів та кінетику ферментативних реакцій.
2. Залежність швидкості ферментативної реакції від температури, рН середовища, концентрації субстрату і ферменту.
3. Вплив іонізуючого випромінювання і різних екологічних факторів на будову і функціонування ферментів.

Специфічність дії сахарози

Принцип. Сахароза каталізує розщеплення крохмалю з утворенням глюкози і фруктози. Дію сахарози можна знайти по появі в інкубаційному середовищі вільної глюкози, яка дає позитивну реакцію Троммера внаслідок наявності в молекулі глюкози вільного полуацетального альдегіду. Сахароза не володіє відновними властивостями.

Устаткування та реактиви: 1 %-вий розчин крохмалю; 1 %-вий розчин сахарози; 10 %-вий розчин NaOH; 1 %-вий розчин CuSO₄, реактив Люголя; дистильована вода.

Хід роботи. Готують 2 інкубаційні проби, як вказано в таблиці 3.2, використовуючи як субстрат для сахарози 2 речовини – крохмаль і сахаро-

зу. Проби витримують в термостаті 15 хв. при 37 °С. Потім з другою пробою виконують 2 реакції: Троммера і реакцію з йодом. З першою пробою виконують реакцію Троммера.

4) Відкриття дії ферменту ліпази

Принцип. Ліпазу можна виявити, додавши розчин ферменту до молока, підлуженого розчином натрій карбонату до блідо-рожевого кольору по фенолфталеїну. В присутності ліпази проходить гідролітичне розщеплення жиру молока на гліцерин та жирні кислоти, реакція середовища зсувається у кислу сторону, і рожеве забарвлення зникає.

Хід роботи. У дві пробірки наливають по 10 крапель молока. У першу пробірку додають 5 крапель витяжки з підшлункової залози або 3 %-вий розчин панкреатину, що містить ліпазу. В другу пробірку додають таку ж кількість води. В обидві пробірки вносять по одній краплі 1 %-ого розчину фенолфталеїну і по краплям 1 %-вий розчин натрій карбонату до появи блідо-рожевого забарвлення (не можна добавляти надлишок розчину натрій карбонату). Пробірки ставлять у термостат при температурі 38 °С на 30 хвилин. Спостерігають зміну забарвлення [1, 6].

Таблиця 3.2 – Порядок приготування проб

№ проби	Сахароза (мл)	Крохмаль (мл)	Сахароза (мл)	Реакція Троммера (+/-)	Реакція з йодом (+/-)
1	1	1			
2	1		1		

Зробити висновки

Контрольні запитання:

1. Скласти схему реакції гідролізу крохмалю.
2. Яку реакцію каталізує амілаза слини?
3. Які продукти утворюються в результаті дії амілази слини на крохмаль?
4. Як впливає температура та рН середовища на активність ферментів?

3.3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3: ВУГЛЕВОДИ, ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ.

3.3.1 Будова та хімічні властивості моносахаридів та олігосахаридів

Мета: ознайомити студентів з основними якісними реакціями на моно- та олігосахариди: якісні реакції на відновлюючі вуглеводи; реакція Моліша.

Теоретичні питання:

1. Основні вуглеводи, їх класифікація, вміст в тканинах та біологічна роль.
2. Моносахариди (альдоза і кетози), їх будова та біологічне значення.
3. Поняття про асиметричний атом вуглецю, належність цукрів до D- і L-ряду, явище мутаротації.
4. Олігосахариди, які мають (мальтоза, лактоза, целобіоза) та не мають (сахароза, трегалоза) відновні властивості, їх будова та біологічна роль.

Якісні реакції на відновлюючі вуглеводи

а) Проба Фелінга

Принцип. Альдегідна група вуглеводів, що має здатність до редукції в лужному середовищі, при нагріванні окислюється гідроксидом купрум (II) (блакитного кольору), що, в свою чергу, утворюється з сульфату купрум (II) та натрій гідроксиду. При цьому гідроксид купрум (II) відновлюється до купрум (I) гідроксиду (жовтого кольору), останній при нагріванні розкладається на воду та купрум (I) оксид (червоного кольору). До складу реактиву Фелінга, крім купрум (II) сульфату та натрій гідроксиду, входить ще сегнетова сіль (NaK-тарtrat), яка зв'язує надлишок іонів купруму; що перешкоджає утворенню осаду купрум (II) оксиду, що, в свою чергу, заважає відкриттю вуглеводів, що мають здатність відновлювати.

Хід роботи. В чотири пробірки для утворення реактиву Фелінга вносять по 5 крапель 7 %-ого розчину купрум (II) сульфату та лужного розчину сегнетової солі. В першу пробірку вносять 1 мл 1 %-ого розчину глюкози, в другу – 1 мл 1 %-ого розчину мальтози, в третю 1 мл 1 %-ого розчину сахарози, а в четверту – 1 мл 1 %-ого розчину крохмалю. Нагрівають усі пробірки в кип'ячій водянній бані та спостерігають утворення цегельно-червоного осаду купрум (I) оксиду в пробірках, де були налиті розчини глюкози та мальтози [1–3].

б) Реакція Селіванова на кетози

Принцип. Фруктоза та інші кетогексози дають вишнево-червоне забарвлення при нагріванні їх з реактивом Селіванова (хлоридна кислота та резорцин). Забарвлення, що виникає, залежить від реакції резорцину з оксиметил-фурфуролом, що утворюється при нагріванні кетоз з кислотою.

Хід роботи: В першу пробірку наливають 1 мл 1 %-ого розчину фруктози, в другу – 1 мл 1 %-ого розчину глюкози. В кожную пробірку вносять по 16 крапель реактиву Селіванова. Нагрівають на кип'ячій водянній бані. Спостерігають утворення вишнево-червоного забарвлення в пробірці з фруктозою.

в) Гідроліз складних сахарів та відкриття продуктів їх гідролізу

Принцип. Полісахариди та деякі дисахариди (наприклад, сахароза) не містять вільної альдегідної групи і не дають позитивної реакції Фелінга або Троммера. Після гідролізу складних сахарів утворюються моносахари-

ди, які володіють позитивними відновлюючими властивостями. Гідроліз складних сахарів проводять в кислому середовищі при нагріванні.

Хід роботи: В першу пробірку відмірюють 1 мл 1 %-ого розчину сахарози, а в другу – 1 мл 1 %-ого розчину крохмалю. В кожну пробірку доливають по 2 – 3 краплі концентрованої хлоридної кислоти та кип'ятять на водяній бані 5 – 10 хвилин. Після охолодження для нейтралізації надлишку хлоридної кислоти в кожну пробірку вносять по 8 крапель 10 %-ого розчину натрій гідроксиду. Вміст першої пробірки ділять на дві частини. З однією частиною гідролізату проводять реакцію Фелінга, а з другою частиною – реакцію на крохмаль (прибавляють 2 – 3 краплі розчину йоду). Спостерігають позитивну реакцію Фелінга [червоний осад купрум (І) оксиду] та негативну реакцію на крохмаль (жовтий колір). У пробірці з гідролізованою сахарозою спостерігається позитивна реакція Фелінга.

Реакція з α -нафтолом (реакція Моліша)

Принцип. Вуглеводи та їх похідні в присутності концентрованої сульфатної кислоти утворюють фурфурол, який з α -нафтолом дає фіолетове забарвлення.

Хід роботи. Наливають у три пробірки відповідно по 1 мл 1 %-ого розчину крохмалю, 3 %-вий розчину сахарози і 1 %-ого розчину глюкози. У кожну пробірку додають по 2 – 3 краплі розчину α -нафтолу та обережно по стінці пробірок нашаровують по 1 мл концентрованої сульфатної кислоти. Спостерігають утворення фіолетового забарвлення на межі між сульфатною кислотою та розчином цукрів.

Позитивну реакцію з α -нафтолом дають моно-, оліго-, та полісахариди, тому реакцію Моліша використовують для їх виявлення в біологічних рідинах [2].

Зробити висновки

Контрольні запитання:

1. Напишіть реакції гідролізу сахарози і мальтози, користуючись структурними формулами.
2. Якою буде реакція з реактивом Фелінга крохмалю і глікогену?
3. Яку реакцію слід запропонувати для того, щоб пересвідчитись в повному гідролізі крохмалю до глюкози?
4. Які полісахариди є найбільш важливими для життєдіяльності людини і тварин?

3.3.2 Властивості вуглеводів

Мета: Ознайомити студентів з основними властивостями вуглеводів: провести реакцію доказу наявності оксигруп в D-глюкозі; провести пробу Троммера на вуглеводневий компонент; провести гідроліз сахарози.

Теоретичні питання:

1. Крохмаль (амілоза та амілопектин), будова і біологічне значення.

2. Будова, властивості та розповсюдження глікогену, як резервного полісахариду.

3. Клітковина (целюлоза), будова, біологічна роль.

4. Застосування вуглеводів та їх похідних у фармації, як лікарських засобів (розчини глюкози, гепарин, серцеві глікозиди).

Доказ наявності оксигруп в D-глюкозі та сахарозі

В 2 пробірки внести по 1 краплі розчинів глюкози та сахарози, 6 крапель розчину NaOH та 1 краплю розчину CuSO_4 . Написати рівняння реакцій, описати зовнішній ефект, зробити висновки.

Проба Троммера на вуглеводний компонент

В пробірку внести 2 краплі гідролізату дріжджів, додати 6 крапель розчину NaOH та 2 краплі розчину CuSO_4 , нагріти. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакції, зробити висновок.

Доказ гідролізу сахарози

В пробірку внести 1 краплю розчину сахарози, 1 краплю розчину HCl, 6 крапель води і нагрівати 1 хв. Гідролізат розлити в дві пробірки. В першу пробірку додати 6 крапель розчину NaOH, 5 крапель води і 1 краплю розчину CuSO_4 , нагріти до кипіння. В другу пробірку додати кристал резорцину, 2 краплі HCl конц. і нагріти до кипіння. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакцій [1, 4].

Зробити висновки

Контрольні запитання:

1. Вкажіть склад реактиву Троммера, з якою метою він використовується.
2. Які складні вуглеводи називають гомополісахаридами?
3. Які продукти утворюються при гідролізі крохмалю?

3.4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4: ХІМІЯ ЛІПІДІВ

3.4.1 Основні хімічні перетворення ліпідів

Мета: ознайомити студентів з основними хімічними перетвореннями ліпідів: провести емульгацію жирів, гідроліз жирів, виділення вільних жирних кислот з мила та провести утворення нерозчинних солей кальцію ВЖК.

Теоретичні питання:

1. Загальна характеристика ліпідів. Їх хімічна структура, класифікація та біологічне значення.

2. Вищі жирні кислоти. Значення ненасичених жирних кислот як обов'язкового компонента кардіо- та гепатопротекторних медикаментозних препаратів.

3. Характеристика ацилгліцеринів. Їх структура, біологічне значення. Воски.

4. Стериди. Холестерин. Хімічна характеристика, біологічна роль.

Емульгація жиру

Принцип. Під дією жовчі, білка або соди жир розпадається на найдрібніші краплі, утворюючи емульсію. На межевій поверхні жирових крапель розміщуються частинки поверхнево-активних речовин (детергенти), які оточують краплі жиру і не дають їм зливатися.

Хід роботи. В 4 пробірки вносять по 2 краплі рослинної олії. В першу додають 2 краплі води, в другу – 8 крапель 10 %-ого натрій карбонату, в третю – 8 крапель жовчі, в четверту – 8 крапель розчину мила. При збовтуванні усіх пробірок жир емульгує. Найменш стійка емульсія – водна.

Утворення жирної плями та її екстракція

На фільтровальний папір нанести 3 окремі плями олії по одній краплі. До першої плями доторкнутися скляним капіляром з ефіром, до другої – з бензолом, до третьої – з водою. Описати зовнішній ефект.

Виділення вільних жирних кислот з мила

В пробірку внести 5 крапель концентрованого розчину мила та 1 краплю H_2SO_4 конц. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакцій [1–3].

Утворення нерозчинних солей кальцію вищими жирними кислотами

В пробірку внести 5 крапель розчину мила та 1 краплю розчину $CaCl_2$, перемішати. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакції.

Зробити висновки

Контрольні запитання:

1. Дайте загальну характеристику ліпідів. Напишіть їх хімічну структуру.
2. Наведіть класифікацію та біологічне значення ліпідів.
3. Що таке вищі жирні кислоти?
4. Дайте визначення: що таке стерини, холестерин.
5. Розгляньте хімічні характеристики та біологічну роль холестерину.

3.5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5: НУКЛЕЙНОВІ КИСЛОТИ

3.5.1 Фізико-хімічні властивості нуклеотидів

Мета: визначити структурні компоненти нуклеотидів.

Теоретична частина:

1. Хімічний склад нуклеїнових кислот. Будова нуклеотидів.
2. Будова нуклеїнових кислот.
3. Хімічна будова фізико-хімічні властивості пуринових і піримідинових основ.
4. Нуклеотидний склад ДНК і РНК, хімічна будова нуклеотидів.
5. Будова полінуклеотидного ланцюга.
6. Нуклеїнові кислоти. Їх види, особливості хімічної будови і функцій.
7. Властивості нуклеїнових кислот.
8. Функції нуклеїнових кислот.

Срібна проба на пуринові основи

Нейтралізують 10 крапель гідролізату 1-єю краплею концентровано-го аміаку і додають 5 крапель 1 %-ого розчину азотнокислого срібла. Через 3 – 5 хв. випадає невеликий бурий осад срібних похідних пуринових основ.

Якісна реакція Моліша на пентозну групу

Принцип. При взаємодії концентрованої сірчаної кислоти з гексозами або пентозами відбувається їх дегідратація: з пентоз утворюється фурфурол, а з гексоз – оксиметилфурфурол. Вони дають з тимолом або α -нафтолом в присутності концентрованої сірчаної кислоти продукти конденсації червоного кольору.

Хід роботи. До 10 краплям профільтрованого гідролізату додають 2 – 3 краплі 1 %-ого розчину тимолу, перемішують і по стінці пробірки обережно додають 20 крапель концентрованої сірчаної кислоти. При струшуванні на дні пробірки утворюється червоне забарвлення внаслідок утворення продукту конденсації фурфуролу з тимолом.

Молібденова проба на фосфорну кислоту

До 3 – 5 краплям гідролізату доливають 20 крапель молібденового реактиву і кип'ятять кілька хвилин. Рідина забарвлюється в лимонно-жовтий колір. При охолодженні утворюється жовтий кристалічний осад комплексної сполуки фосфорно-молібденовокислого амонію [3, 7, 8].

Контрольні запитання:

1. Якісні реакції на вуглеводний компонент та фосфатну кислоту.
2. Дати визначення поняттям: нуклеїнова кислота, нуклеотид, нуклеозид, структури нуклеїнових кислот, 3',5'-фосфодиефірний зв'язок, кетоснольна таутомерія азотистих основ, денатурація.
3. Назвіть продукти гідролізу нуклеопротеїдів?

3.6 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6: ВІТАМІНИ

3.6.1 Якісні реакції на вітаміни

Мета: ознайомити студентів з основними якісними реакціями на вітаміни А, В₁, В₂, В₆, РР.

Теоретичні відомості

1. Вітаміни, як незамінні біологічно-активні речовини для організму людини.
2. Історія відкриття вітамінів. Розвиток вітамінології на Україні.
3. Класифікація та номенклатура вітамінів.
4. Будова і властивості вітамінів В₁ та біотину. Їх участь в обміні речовин, джерела, добова потреба, антивітаміни.
5. Будова, властивості вітамінів РР. Їх участь в обміні речовин, основні джерела, добова потреба.
6. Будова, властивості вітамінів В₂ та В₆, їх участь в обміні речовин, основні джерела, добова потреба.

Реакція на вітамін А

В пробірку вносять 2 краплі розчину вітаміну А та доливають 2 краплі концентрованої сульфатної кислоти. З'являється фіолетове забарвлення, що переходить в буре.

Реакція на вітамін В₁

До 3 крапель 5%-ого розчину вітаміну В₁ (тіаміну) доливають 10 крапель 10%-ого розчину натрій гідроксиду та 2 краплі 5%-ого розчину калій гексациано (III) ферату. З'являється жовте забарвлення в результаті окислення тіаміну в тіохром, яке при опромінюванні ультрафіолетовими променями дає синю флуоресценцію.

Реакція на вітамін В₂

Принцип. Реакція заснована на властивості вітаміну В₂ легко відновлюватися. Розчин вітаміну В₂, що має жовте забарвлення, при відновленні набуває спочатку рожевого кольору за рахунок утворення родофлавіну, а потім знебарвлюється.

Хід роботи. В пробірку наливають 10 крапель розчину вітаміну В₂, потім доливають 5 крапель концентрованої хлоридної кислоти і опускають зернину металевого цинку. Починається утворення пухирців водню. Рідина поступово рожевіє, а потім знебарвлюється.

Реакція на вітамін В₆

Принцип. Вітамін В₆ з ферум (III) хлоридом утворює сполуку типу ферум феноляту, яка забарвлена в червоний колір.

Хід роботи. До 5 крапель 1 %-ого розчину вітаміну В₆ доливають 1 краплю 1%-ого розчину ферум (III) хлориду. З'являється червоне забарвлення.

Реакція на вітамін РР

В пробірку вносять 8 крапель розчину вітаміну РР, доливають 2 краплі 5 %-ого розчину кристалогідрату купрум (II) сульфату ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) і нагрівають на кип'ячій водяній бані. З'являється синій осад мідної солі нікотинової кислоти [1–3, 9].

Зробити висновки

Контрольні запитання:

1. Яким методом користуються для кількісного визначення вітаміну А?
2. Для виявлення якого вітаміну користуються реакцією з FeCl_3 ?
3. Чим зумовлене червоне забарвлення під час ідентифікації вітаміну B_6 ?
4. Для виявлення якого вітаміну служить ферихлоридна проба? Чим зумовлене червоне забарвлення?
5. За допомогою якої реакції можна ідентифікувати вітамін РР?

3.6.2 Методи якісного визначення жиророзчинних та водорозчинних вітамінів.

Мета: ознайомити студентів з методами якісного визначення вітамінів: виявлення вітаміну Е, вітаміну К та вітаміну С.

Теоретичні відомості

1. Вітаміноподібні жиророзчинні речовини, їх біологічне значення.
2. Жиророзчинні вітаміни як фармацевтичні препарати.
3. Вітаміноподібні водорозчинні речовини, їх біологічні функції.
4. Механізм дії вітамінів та застосування їх як фармацевтичних препаратів.
5. Антивітаміни. Механізм дії та застосування їх як фармацевтичних препаратів.

Реакція з хлоридом феруму на виявлення вітаміну Е

Принцип. Спиртовий розчин α -токоферолу окиснюється хлоридом феруму до токоферилхінону червоного кольору.

Устаткування та реактиви: токоферол (0,1 %-ий спиртовий розчин), 1 %-ий розчин феруму хлориду, пробірки.

Хід роботи. В суху пробірку вливають 4 – 5 крапель 0,1 %-ого спиртового розчину токоферолу, додають 0,5 мл 1 %-ого хлориду феруму, інтенсивно перемішують, гріють на відкритому вогні до зміни кольору. Вміст пробірки набуває червоного забарвлення.

Відновлення фериціаніду калію аскорбіновою кислотою

Принцип. Аскорбінова кислота відновлює $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ до $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$. Остання, реагуючи з FeCl_3 , утворює берлінську блакить – сполуку синього кольору.

Устаткування та реактиви: 5 %-ий розчин $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, 1 %-ий розчин FeCl_3 , 1 %-ова витяжка з шипшини, дистильована вода, пробірки.

Хід роботи. У дві пробірки додають по одній краплі 5 %-ого розчину калію фериціаніду і 1 %-ого розчину хлориду феруму. В одну з пробірок до зелено-бурої рідини, яка утворилася, додають 5 – 10 крапель 1 %-ої витяжки з шипшини, в другу – 5 – 10 крапель дистильованої води. Рідина в першій пробірці забарвлюється в зелено-синій колір і випадає синій осад берлінської блакиті. Внаслідок обережного нашаровування дистильованої води осад на дні пробірки стає виразнішим. У другій пробірці зелено-бура рідина забарвлення не змінює.

Відновлення метиленового синього аскорбіною кислотою

Принцип. Аскорбінова кислота здатна відновлювати метиленовий синій, який переходить при цьому у безколірну лейкосполуку.

Устаткування та реактиви: 0,01 %-ий розчин метиленового синього, 10 %-ий розчин Na_2CO_3 , 1 %-ова витяжка з шипшини, дистильована вода, пробірки.

Хід роботи. У дві пробірки додають по одній краплі 0,01 %-ого розчину метиленового синього і 10 %-ого розчину Na_2CO_3 . В першу пробірку додають 5 крапель 1 %-ої витяжки з шипшини, в другу – стільки ж дистильованої води. Пробірки одночасно нагрівають. У пробірці з витяжкою з шипшини рідина знебарвлюється [5, 9].

Зробити висновки

Контрольні запитання:

1. Що таке вітаміноподібні жиророзчинні речовини? В чому полягає їх біологічне значення.
3. Що таке вітаміноподібні водорозчинні речовини? Які біологічні функції вони виконують?
4. Розгляньте механізм дії вітамінів.
5. Антивітаміни. Механізм дії та застосування їх як фармацевтичних препаратів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боєчко Ф.Ф. Біологічна хімія: Навч. пос. 2-ге видання, перероб. і доповн., К.: Вища школа., 1995. – 536с.
2. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. – М.: Просвещение. 1987. – 815с.
3. Основы биохимии / Под ред. А.А. Анисимова. – М.: Высш. школа, 1986. – 547с.
4. Филиппович Ю.Б. Основы биохимии. – М.: Высш. школа, 1985. – 503с.
5. Филиппович Ю.Б., Севастьянова Г.А., Щеголева Л.И. Упражнения и задачи по биологической химии. – М.: Просвещение, 1986. – 151с.
6. Диксон М., Уэбб Э. Ферменты. – М.: Мир, 1985. – Т. 1, 2, 3.
7. Кучеренко М.Є. Біохімія нуклеїнових кислот. – К.: Вища школа, 1976. – 328 с.
8. Дэвидсон Дж. Биохимия нуклеиновых кислот. – М.: Мир, 1976. – 412 с.
9. Витамины. Под общей редакцией М.И. Смирнова. – М.: Знание, 1984.

**«БІОХІМІЯ ТА БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ
СПОРТИВНОГО ТРЕНУВАННЯ»**

Методичні вказівки

**до організації лабораторних робіт
для студентів спеціальності
017 «Фізична культура і спорт»**

Укладачі **САНТАЛОВА Ганна Олександрівна
АВДЄЄНКО Анатолій Петрович**

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання О. П. Ордіна

(позиція по плану изданий)

10/2012. Формат 60 x 84/16. Ум. друк. арк. .
Обл.-вид. арк. . Тираж пр. Зам. №

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК №1633 від 24.12.2003