

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агротехнологій

Кафедра ґрунтознавства та агрохімії

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт
для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр»
спеціальності 201 «Агрономія» денної форми навчання

Частина II

Миколаїв
2020

УДК 547
О-64

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від 11 червня 2020 р., протокол № 10

Укладач:

Я. В. Діордіца – асистент кафедри ґрунтознавства та агрохімії, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

О. Л. Гаркович – канд. біол. наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій, Одеська національна академія харчових технологій;

Р. О. Трибрат – канд. с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва продукції тваринництва, Миколаївський національний аграрний університет.

ЗМІСТ

Лабораторна робота № 8. . Основні фізико-хімічні властивості спиртів і фенолів.....	5
Лабораторна робота № 9. Основні фізико-хімічні властивості альдегідів і кетонів.....	11
Лабораторна робота № 10. Основні хімічні властивості моносахаридів.....	16
Лабораторна робота № 11. Основні хімічні властивості дисахаридів та полісахаридів.....	20
Лабораторна робота № 12. Основні хімічні властивості полісахаридів.....	24
Лабораторна робота № 13. Основні фізико-хімічні властивості моно- і дикарбонових кислот.....	27
Лабораторна робота № 14. Основні фізико-хімічні характеристики ненасичених і ароматичних карбонових кислот	33
Лабораторна робота № 15. Основні фізико-хімічні властивості оксикислот.....	35
Лабораторна робота № 16. Основні фізико-хімічні властивості оксокислот.....	39
Лабораторна робота № 17. Ліпіди. Мила.....	41
Лабораторна робота № 18. Амінокислоти: основні фізико-хімічні характеристики.....	45
Лабораторна робота № 19. Білки: кольорові реакції та основні характеристики.....	48
Лабораторна робота № 20. Виділення рибонуклопротеїдів з біологічного матеріалу та якісні реакції на продукти їх гідролізу.....	53
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	56

ВСТУП

Органічна хімія – одна із фундаментальних дисциплін у системі професійної підготовки фахівців зі спеціальності «Агрономія».

Метою викладання дисципліни є забезпечення майбутніх агрономів необхідним мінімумом знань з органічної хімії, які допомогли б засвоєнню профільних дисциплін – агрохімії, фізіології рослин, хімічного захисту рослин – і в практичній діяльності сприяли б комплексному розумінню заходів щодо підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва.

Основні завдання курсу органічної хімії: засвоєння теоретичного матеріалу з основних класів органічних сполук; засвоєння суті хімічних процесів; порівняння фізико-хімічних властивостей різних класів органічних сполук; ознайомлення зі способами одержання, ідентифікації органічних сполук і сфери їх застосування в різних галузях сільського господарства.

В процесі виконання лабораторних робіт закріплюються теоретичні знання з дисципліни, здобувач вищої освіти навчається загальним правилам роботи з органічними речовинами, лабораторним обладнанням та посудом у хімічній лабораторії, формує цілісну картину між взаємозв'язками у будові та фізико-хімічними властивостями органічних сполук, формує навички виявлення основних класів органічних речовин у біологічних об'єктах, які будуть в майбутньому складати предмет його роботи як агронома, формує навички узагальнення отриманих даних і формування висновків. У ході виконання лабораторних робіт соблива увага приділяється правилам техніки безпеки.

Методичні рекомендації включають дві частини: I частина – «Вуглеводні та їх функціональні похідні» та II частина – «Оксигеновмісні та нітрогеновмісні органічні речовини».

Лабораторна робота № 8

Тема. Основні фізико-хімічні властивості спиртів і фенолів

Мета: ознайомитися з способами добування спиртів та дослідити властивості одноатомних, трьохатомних та ароматичних спиртів; формування навичок виявлення багатоатомних спиртів та фенолів, шляхом проведення якісних реакцій.

Теоретична частина

Спиртами називають похідні вуглеводнів, у яких один або кілька атомів Гідрогену заміщені гідроксильними групами (–ОН).

Класифікація

Спирти класифікують за кількома ознаками.

1. За кількістю гідроксильних груп, які входять у молекулу спирту, розрізняють спирти одноатомні, двоатомні, триатомні і т.д. Спирти, які містять дві і більше гідроксильні групи, називають багатоатомними. Кількість гідроксильних груп у молекулі спирту називають атомністю.

2. Залежно від характеру вуглеводневого залишку розрізняють насичені, ненасичені, аліциклічні, ароматичні та гетероциклічні спирти.

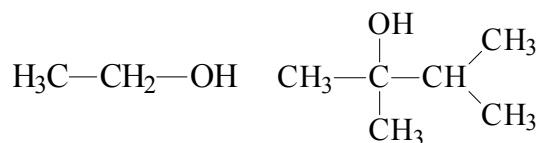
3. Залежно від характеру атома Карбону, з яким сполучена гідроксигрупа розрізняють первинні, вторинні та третинні спирти.

Номенклатура

Тривіальна номенклатура, наприклад деревний спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, який можна добути сухою перегонкою деревини, винний спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ і т.д.

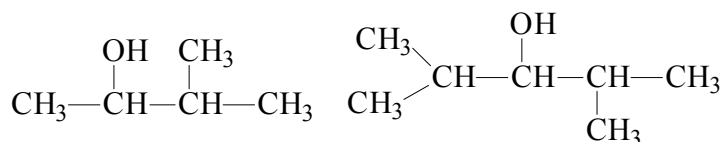
За *замісничовою (радикало-функціональною) номенклатурою* спирти називають відповідно назві вуглеводневого залишку, з яким сполучена гідроксильна група, наприклад етиловий, пропіловий спирти.

За *раціональною номенклатурою* будь-який спирт розглядається як продукт заміщення одного або кількох атомів гідрогену на вуглеводневі залишки в радикалі найпростішого спирту – метилового, що має назву карбінол. Наприклад:



метилкарбінол диметилізопропілкарбінол

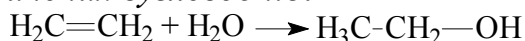
За *систематичною (IUPAC) номенклатурою* назви спиртів утворюють від назв відповідних вуглеводнів з додаванням закінчення *-ол* і цифри, яка вказує, біля якого Карбонового атома стоїть гідроксильна група, причому останній має обов'язково входити до складу основного ланцюга, а нумерація починається з того кінця, до якого ближче розміщена функціональна група, наприклад:



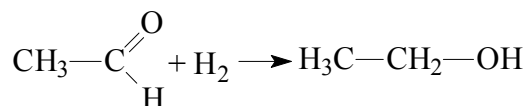
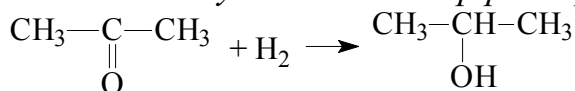
3-метилбутанол-2 2,4-диметилпентанол-3

Основні способи добування

1. Гідратація ненасичених вуглеводнів:



2. Відновлення карбонільних сполук і складних ефірів карбонових кислот



3. Ферментативне бродіння моносахаридів

**Застосування**

Метиловий спирт – безбарвна рухома рідина, необмежено змішується з водою і багатьма органічними розчинниками, за запахом нагадує етиловий спирт. Метиловий спирт є сильною отрутою. Прийом його в середину викликає спочатку оп'яніння, потім сліпоту (10 мл) і смерть (30 мл).

Велика кількість метилового спирту використовується для добування мурашиного альдегіду. Він застосовується при виготовленні фармацевтичних препаратів. Крім того, метиловий спирт використовується як розчинник у виробництві лаків і політур. Додають до рідкого палива для підвищення його октанового числа і денатурування винного спирту. Метанол – перспективне паливо для двигунів внутрішнього згорання.

Етиловий спирт – безбарвна легкокорухома горюча рідина, пекуча на смак. Легко розчиняється у воді, причому при змішуванні спирту з водою відбувається помітне підвищення температури і зменшення об'єму розчину. Перегонкою (ректифікацією) добувають очищений від домішок 95% спирт – ректифікат, що застосовується в основному для харчових та медичних потреб. У техніці і в лабораторній практиці звичайно концентрація етанолу дорівнює об'ємній частці, вираженій у відсотках або градусах, і вимірюється аерометром.

Застосовується етиловий спирт у різних галузях народного господарства. Велика кількість його йде на добування синтетичного каучуку за методом С.В. Лебедева, а також у хімічній і фармацевтичній промисловості для виготовлення оцтової кислоти, різних ефірів, барвників і ліків. Часто використовується як розчинник. З етилового спирту виготовляють спиртові напої. Етанол має дезінфікуючі властивості і застосовується як антисептик у хірургії. З іншого боку – це найпоширеніший наркотик.

Регулярне вживання людиною етанолу викликає хронічне захворювання – алкоголізм. Він проявляється у звиканні людини до вживання алкоголю, фізичній та психологічній залежності, розумовій та соціальній деградації, тяжких та необоротних порушень в діяльності організму, патологічних змінах в органах, тканинах, клітинах, і зрештою до загибелі.

Експериментальна частина

Дослід 1. Розчинність спиртів

Виконання роботи:

1. У пробірки наливають по 0,5 мл етилового спирту, гліцерину та декілька кристалів фенолу. Відзначають запах спиртів.
2. У кожену пробірку додають по 1-2 мл води і зміст пробірок струшують. Зробіть висновок щодо розчинності спиртів у воді.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 1

Розчинність спиртів

Назва дослід	Хід виконання	Спостереження
--------------	---------------	---------------

Дослід 2. Відношення спиртів до індикаторів

Виконання роботи:

1. З кожної пробірки скляною паличкою наносять по краплі розчину на лакмусовий папірець та на універсальний індикаторний папірець.
2. У кожену пробірку додають 1-2 краплі розчину фенолфталеїну. Чи змінюється забарвлення індикаторів?
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 2

Відношення спиртів до індикаторів

Назва дослід	Хід виконання	Спостереження
--------------	---------------	---------------

Дослід 3. Горіння спиртів

Виконання роботи:

1. У фарфорові чашки наливають по 2 мл спиртів, розташовуючи їх у порядку збільшення молекулярної маси.
2. Підпалюють спирти скіпкою і порівнюють характер полум'я.
3. Розрахуйте процентний вміст карбону в спиртах, що використані для дослід
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 3

Горіння спиртів

Назва дослід	Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
--------------	---------------	---------------	------------------

Дослід 4. Реакції окислення спиртів.

Виконання роботи:

1. В пробірку наливають 2-3 мл хромової суміші і по краплях при струшуванні додають 0,5 мл етилового спирту (*Обережно!* Суміш сильно розігрівається!). Відчувається характерний запах відповідних альдегідів.
2. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 4

Окислення спиртів

Назва досліду	Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	---------------	------------------

Дослід 5. Одержання діетилового етеру і його горіння.*Виконання роботи:*

1. У суху пробірку наливають 3 мл суміші етилового спирту і концентрованої сульфатної кислоти (1:1) і обережно нагрівають її до початку кипіння.
2. Після цього приймають пальник і до гарячої суміші доливають по стінці пробірки з піпетки 5-10 крапель етилового спирту. Діетиловий етер, що утворився визначають по запаху.
3. Потім пробірку закривають пробкою з прямою газовідвідною трубкою, що має відтягнутий кінець, знову обережно нагрівають пробірку і підпалюють етер, що виділяється.
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 5

Одержання діетилового етеру

Назва досліду	Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	---------------	------------------

Дослід 6. Одержання гліцерату купруму.*Виконання роботи:*

1. В пробірку наливають 3-4 краплі 2%-го розчину CuSO_4 і 2-3 мл 10%-го розчину NaOH .
2. До осаду, що утворився, приливають декілька крапель гліцерину і суміш перемішують.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 6

Одержання гліцерату купруму

Назва досліду	Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	---------------	------------------

Дослід 7. Реакція фенолів з хлоридом феруму (III).*Виконання роботи:*

1. У пробірку наливають 1 мл розчину фенолу в другу наливають розчин резорцину, в третю – гідрохінону
2. Додають 1-2 краплі розчину хлориду феруму (III). З'являється інтенсивне забарвлення: для фенолу – фіолетове, для м-крезолу – червоно-фіолетове, для п-крезолу – темно-синє.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 7

Реакція фенолів з хлоридом феруму (III)

Назва досліду	Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	---------------	------------------

Дослід 8. Відновлення гідрохінону.*Виконання роботи:*

1. В пробірку наливають 5-6 мл розчину натрій гідроксиду та додають 1-2 мл розчину купрум сульфату. Утворюється осад.
2. У пробірку нашаровують 2 мл 1% розчину гідрохінону. У верхніх шарах розчин поступово змінює забарвлення. Утворюється купрум (I) оксид.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 8

Відновлення гідрохінону

Назва досліджу	Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
----------------	---------------	---------------	------------------

Контрольні питання

1. Напишіть формули таких сполук: а) 2-пропанол; б) 2-метил-3-пентанол; в) 5-метил-3-гептанол; г) 3-етил-3-гексанол; д) 4-хлор-2-пентанол; е) 2-метил-3-пентен-2-ол; ж) 1,4-бутандіол; з) дипропіловий етер; и) ізобутилметиловий етер; і) 2-метоксибутан; ї) 1,2-епоксипропан; й) бутилвініловий ефір; к) 3-бром-2-бутанол; л) 2,3-бутандіол; м) втор-бутилоксиізобутан; н) мета-крезол; о) пара-етилфенол; п) 2,4-динітрофенол; р) орто-нітрофенол; с) 2,4,6-трибромфенол; т) пікринова кислота; у) 4-гідроксибензолсульфо кислота; ф) 2-ізопропіл-5-метилфенол; х) 4-гідроксиацетофенон; ц) пропілфеніловий ефір; ш) фенілацетат; щ) мета-нітроанізол.

2. Отримаєте наступні спирти гідратацією відповідних алкенів: а) 2-бутанол; б) 2-метил-2-бутанол; в) 4-метил-2-пентанол; г) 3-метил-2-пентанол; д) 1-метилциклогексанол; е) 2-пропанол; ж) 2-метил-2-пропанол; з) 2,3-диметил-3-гексанол? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

3. Які спирти можна добути при відновленні таких сполук: а) 2-бутанон; б) 2-пропанон; в) 3-метокси-2-гексанон; г) 2,7-октандіон; д) циклогексанон; е) 2,4-диметил-3-пентанон; ж) 2-пропеналь; з) 2-метилпропаналь; к) 3-метилбутаналь; л) етиловий ефір бутанової кислоти; м) етиловий ефір оцтової кислоти; н) етиловий ефір 2-метилпропанової кислоти. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

4. Які алкени утворюватимуться при дегідратації наступних спиртів: а) 3-метил-2-бутанол; б) 4-метил-2-пентанол; в) 3-метил-2-пентанол; г) 1-пропанол; д) 2,3-диметил-3-пентанол; е) 1,2-диметил-1-циклопентанол; ж) цис-2-етил-1-циклогексанол; з) 2,2,3-триметил-3-пентанол; і) 2-метил-3-пентанол?

5. Напишіть структурні формули двохатомних спиртів, назви яких наведені нижче. Які з них нестійкі й у вільному стані не існують? Що з ними відбувається в момент утворення? Які з перелічених спиртів взаємодіятимуть з гідроксидом міді: а) метандіол; 1,2-етандіол; 1,3-бутандіол; б) 1,1-етандіол; 1,4-бутандіол; 1,2-пропандіол; в) 1,5-пентандіол; 2,2-пропандіол; 2,3-бутандіол; г) 1,2-

пропандіол; метандіол; 1,3-бутандіол; д) 2,4-пентандіол; 2,2-пропандіол; 2,3-бутандіол; е) 1,6-гександіол; метандіол; 1,2-пропандіол.

6. Спирт загальної формули $C_8H_{18}O$: при дегідратації утворює алкен; при озонолізі – тільки 2-бутанон. Визначте будову вихідного спирту і алкenu, напишіть їх структурні формули.

7. Наведіть схему одержання гліцерину виходячи з пропену.

8. Отримайте фенол з: а) хлорбензену; б) бензенсульфо кислоти; в) ізопропілбензену.

9. Виходячи з бензолу та інших необхідних реагентів, отримаєте наступні сполуки: а) пара-бромфенол; б) 2,4,6-трибромфенол; в) анізол; г) мета-нітроанізол; д) мета-крезол; е) бензилфеніловий ефір; ж) пара-гідроксибензолсульфо кислоти.

10. Напишіть рівняння реакцій фенолу з такими сполуками: а) метилйодид у присутності гідроксиду натрію; б) пропаноїлхлорид у присутності гідроксиду натрію; в) етаноїлхлорид у присутності $AlCl_3$; г) диметилсульфат у присутності $NaOH$; д) аллілбромід у присутності гідроксиду натрію; е) ацетон у присутності сульфатної кислоти в співвідношенні 2:1; ж) мурашиний альдегід у присутності сульфатної кислоти; з) діоксид вуглецю у присутності гідроксиду натрію; і) хлороформ у присутності гідроксиду натрію; к) концентрована сульфатна кислота при $100\text{ }^\circ C$; л) розбавлена нітратна кислота; м) бромна вода; н) бром у 1,4-діоксані; о) дихромат калію в присутності сульфатної кислоти; п) водень над паладієм при нагріванні і під тиском.

11. Напишіть рівняння реакцій мета-крезолу з такими сполуками: а) гідроксид натрію; б) бром; в) нітратна кислота; г) сульфатна кислота; д) нітрит калію і хлоридна кислота; е) оцтовий ангідрид у присутності $NaOH$; ж) діазометан; з) метиловий ефір пари-толуолсульфо кислоти в присутності гідроксиду натрію.

12. Здійсніть наступні перетворення: а) фенол \rightarrow пікринова кислота; б) бензол \rightarrow 2,4-динітрофенол; в) фенол \rightarrow циклогексанон; в) фенол \rightarrow адипінова кислота; г) фенол \rightarrow орто-пропілфенол; д) бензол \rightarrow мета-нітроанізол; е) аллілфеніловий ефір \rightarrow орто-аллілфенол; ж) циклогексанон \rightarrow фенол; з) фенол \rightarrow метил-2-метоксибензоат; і) фенол \rightarrow 2-гідрокси-5-нітробензойна кислота.

13. За допомогою яких реакцій можна розрізнити наступні сполуки: а) гліцерин, фенол і 1-гексанол; б) $C_6H_5OCH_2COOH$, п $CH_3COC_6H_4OH$, $C_6H_5OCOCN_3$; в) орто-крезол та бензиловий спирт; г) 1-пентанол і фенол; д) гідрохінон і резорцин.

природних олій: полину, камфорої шавлії, соснової глиці, базиліку, скипидару смолистої деревини.

Вищі альдегіди містяться у деяких природних оліях, наприклад, цитраль (3,7-диметилнокта-2,6-дієналь) – головна складова олій евкаліпту, лимону, імбиру, вербени.

В плодах ванілі у вигляді глікозиду міститься до 3% ваніліну (4-гідрокси-3-метоксибензальдегід). Його застосовують як ароматизатор у харчовій і парфумерній промисловості.

Бензохінонові структури як складові кумаринів містяться у БАР алелопатичної дії (рослин, що викликають загибель або пригнічення росту інших рослин), мають бактерицидну та фунгіцидну дію, наприклад, юглон грецького горіху (5-гідроксинафтален-1,4-діон). Серед природних хінонів є антибіотики – фумігатин і фтіокол, вітамін К, що необхідний для процесів зсідання крові та цілісності кровоносних судин.

Експериментальна частина

Дослід 1. Одержання оцтового альдегіду окисленням етилового спирту оксидом купруму (II).

1. Змочують етиловим спиртом стінки сухої пробірки.
2. Нагрівають спіраль з мідного дроту в полум'ї пальника до утворення на її поверхні чорного нальоту оксиду купруму (II).
3. Розжарену спіраль опускають в підготовлену пробірку. Цю операцію повторюють декілька разів. Оцтовий альдегід в невеликій концентрації пахне яблуками.
4. Доводять наявність оцтового альдегіду реакцією з фуксиносірчистою кислотою.
5. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 9

Одержання оцтового альдегіду

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 2. Одержання ацетону з натрій ацетату

1. У суху пробірку насипають безводний натрій ацетат (висота шару 8-10 мм) і закривають корком з газовідвідною трубкою.
2. Кінець трубки поміщають у пробірку з 1 мл води.
3. Пробірку-приймач охолоджують в стаканчику з холодною водою.
4. Сіль нагрівають на полум'ї пальника. Одержаний водний розчин ацетону використовують для наступних дослідів.
5. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 10

Одержання ацетону

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 3. Виявлення ацетону пробою Легалья.

1. До 10 мл води додають 5-6 крапель свіжовиготовленого 10%-го розчину нітропрусиду натрію, 2-3 краплі ацетону і 3-4 краплі 10%-го розчину гідроксиду натрію. З'являється темно-червоне забарвлення, що переходить в помаранчеве.
2. Додають по краплям оцтову кислоту. Розчин стає вишнево-червоним. Пробою Легалья користуються для клінічного виявлення ацетону в сечі.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 11

Якісна реакція на ацетон

Назва дослідів	Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
----------------	---------------	---------------	------------------

Дослід 4. Йодоформна проба.

1. У пробірку поміщають 1 краплю розчину йоду в калію йодиді і додають до знебарвлення по краплях 10 %-ний розчин натрію гідроксиду.
2. Додають в пробірку 1 краплю ацетону спостерігають утворення жовтуватого осаду йодоформу і відчувають характерний запах.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 12

Йодоформна проба

Назва дослідів	Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
----------------	---------------	---------------	------------------

Йодоформна проба позитивна для оцтового альдегіду і метилкетонів. Цю реакцію називають пробою Лібена і використовують для відкриття ацетону в сечі.

Дослід 5. Кольорова реакція на формальдегід з резорцином.

1. У пробірку наливають 3 мл 0,5%-го розчину резорцину і 1 мл 10%-го розчину формальдегіду.
2. Піпеткою обережно по стінці пробірки додають 1-2 мл концентрованої сульфатної кислоти. На межі двох рідин з'являється малинове кільце.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 13

Кольорова реакція формальдегіду з резорцином

Назва дослідів	Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
----------------	---------------	---------------	------------------

Дослід 6. Окислення формальдегіду та ацетону аміачним розчином гідроксиду аргентуму (реактивом Толленса) або «реакція срібного дзеркала».

1. В 2 пробірках обережно кип'ятять протягом 1-2 хвилин приблизно 5 мл 10%-го розчину гідроксиду натрію, потім ополіскують її дистильованою водою.
2. В чистій пробірці готують реактив Толленса: до 2-3 мл 1%-го розчину аргентум нітрату додають по краплях при струшуванні 5%-й розчин амоніаку до тих пір, поки осад, що утворюється на початку, повністю не розчиниться. Надлишок амоніаку в розчині знижує чутливість реакції.
3. Одержаний безбарвний розчин ділять на 2 пробірки
4. В одну додають декілька крапель 5%-го розчину формальдегіду і нагрівають пробірку декілька хвилин на водяній бані при 60-70°C.
5. В іншу додають декілька крапель ацетону і нагрівають пробірку декілька хвилин на водяній бані при 60-70°C.
6. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 14

Реакція срібного дзеркала

Назва досліду	Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	---------------	------------------

Дослід 7. Окислення формальдегіду та ацетону гідроксидом купруму (II).

1. У пробірку наливають 2 мл 5%-го розчину формальдегіду, 2 мл 10%-го розчину NaOH і при струшуванні додають по краплях 2%-й розчин CuSO_4 до появи зависі, що не зникає.
2. У другу пробірку наливають 2 мл ацетону, 2 мл 10%-го розчину NaOH і при струшуванні додають по краплях 2%-й розчин CuSO_4 до появи зависі, що не зникає.
3. Верхню частину пробірок нагрівають до кипіння (Не кип'ятити!).
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 15

Реакція формальдегіду та ацетону з купрум (II) гідроксидом

Назва досліду	Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	---------------	------------------

Дослід 8. Реакція дисмутації водних розчинів формальдегіду.

1. У пробірку поміщають 3 краплі 40 %-ного розчину формальдегіду і 1 краплю індикатору метилового червоного.
2. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 16

Дисмутація водних розчинів формальдегіду

Назва досліду	Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	---------------	------------------

У водних розчинах формальдегід зазнає диспропорціонування (самоокислення-самовідновлення): одна молекула окислюється до мурашиної кислоти, а інша – відновлюється до метанолу.

Дослід 9. Осадження білку формаліном.

- У пробірку до 1 мл розчину білку підливають 1 мл формаліну. Спостерігають утворення осаду.
- Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 17

Осадження білку формаліном

Назва досліду	Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	---------------	------------------

Формальдегід зв'язує первинні аміногрупи білкових молекул, що руйнує впорядковані структури білку і веде до його осадження.

Контрольні питання

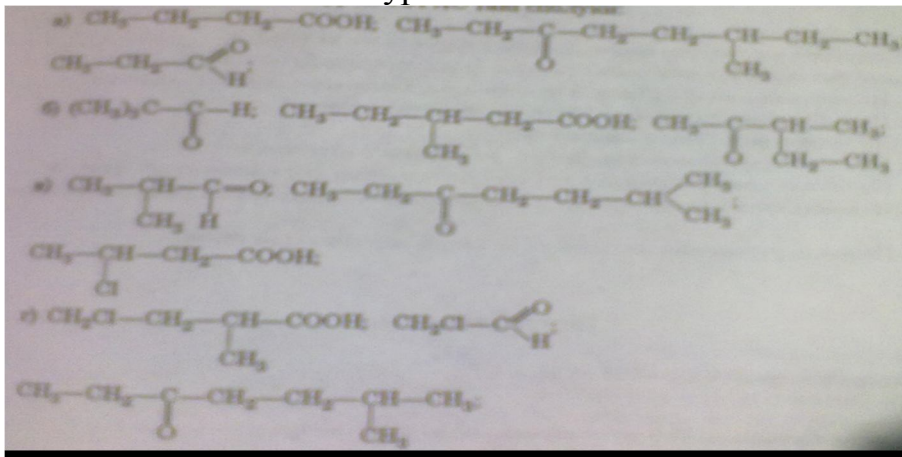
1. Напишіть структурні формули таких сполук: а) етаналь; б) 2-метилпропаналь; в) 1,3-діетил-2-пропанон; г) циклогексанкарбальдегід; д) 2-бутанон; е) 2,4-пентандіон; ж) 4-метил-3-пентен-2-он; з) 2-бутеналь; і) 2,2-диметилбутаналь; к) 2-хлоретаналь; л) 2-пропанон; м) етандіаль; н) 3-хлорбутаналь; о) 3-метил-2-бутанон; п) 2-феніл-2-оксоетаналь; р) циклопентанон.

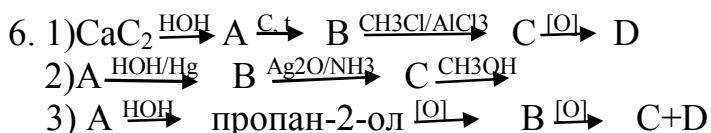
2. Напишіть структурні формули і назвіть за номенклатурою ІУРАС наступні сполуки: а) метилпропілкетон; б) формальдегід; в) оцтовий альдегід; г) ізомасляний альдегід; д) метилетилкетон; е) вінілфенілкетон; ж) пропіоновий альдегід; з) фенілоцтовий альдегід; і) кротоновий альдегід; к) коричний альдегід; л) трет-бутилметилкетон; м) гліоксаль; н) ацетон; о) хлороцтовий альдегід; п) алілвінілкетон; р) акролеїн; с) валеріановий альдегід; т) масляний альдегід.

3. Гідратацією відповідного алкіну за Кучеровим отримайте; а) 2-бутанон; б) 2-гексанон; в) 3-метил-2-пентанон.

4. З різних похідних карбонових кислот отримаєте: а) пропаналь; б) етаналь; в) бутаналь; г) пентаналь; д) ацетон; е) циклопентанон; ж) діетилкетон; з) 2-метилпропаналь; і) ізопропілметилкетон.

5. Назвати за номенклатурою ІУРАС:





7. написати реакції взаємодії ацетону та етанолу з такими речовинами:
 1) з воднем, 2) з синильною кислотою, 3) з реактивами Грін'єра, 4) з аміаком, 5) п'ятихлористим фосфором, 6) з гідрозином, 7) бромом, 8) пропіловим спиртом, 9) аміачним розчином срібла

8. напишіть не менше 4 способів добування метилетилкетону та бутанолу

9. Назвіть сполуки, що утворюються при гідролізі продуктів взаємодії метилмагнійброміду з такими сполуками: а) нітрил 2-метилпропанової кислоти; б) бутандинітрил? Напишіть рівняння реакцій.

10. Назвіть альдегіди, які можуть бути отримані з допомогою оксосинтезу з наступних алкенів: а) пропілен; б) 3-метил-1-бутен; в) 2-метил-1-пропен; г) 2,4,4-триметил-1-пентен? Напишіть рівняння реакцій.

11. напишіть реакцію Каніцаро для: а) 2-метил-3-етилбутаналь, б) 2-метилпропаналь, в) ацетону, г) 2,2-диметилпропаналь, д) 2,2-діетилгексаналь

Лабораторна робота № 10

Тема: Основні хімічні властивості моносахаридів.

Мета: дослідити властивості моносахаридів на прикладі глюкози та фруктози, підтвердити наявність гідроксо, кето- та альдегідогруп у моносахаридів; провести якісні реакції на глюкозу та фруктозу.

Теоретична частина

Моносахариди – це найпростіші вуглеводи, що за своєю будовою є полігідроксикарбонільними сполуками, які не піддаються гідролізу.

За кількістю атомів карбону монози поділяють на: тетрози (4 С - триоза), пентози (5 С - рибоза, дезоксирибоза), гексози (6 С - глюкоза, фруктоза).

Номенклатура

Для деяких моносахаридів характерні тривіальні назви: виноградний цукор (глюкоза), плодовий цукор (фруктоза). Загальноприйняті суфікси для гідроксиальдегідів – оза (ксилоза, маноза, глюкоза).

За номенклатурою IUPAC в назві альдоз вказується аномерна форма (α - або β та належність до D або L ряду та скорочена тривіальна назва + назва за кількістю С + суфікс – оза (β -D-глюкогексоза).

Хімічні властивості

Вступають в реакції характерні для карбонільної групи (альдегідо- та кетогрупи) у розгорнутій формі та для спиртової групи (розгорнута та циклічна форми), а також вступають в реакції бродіння.

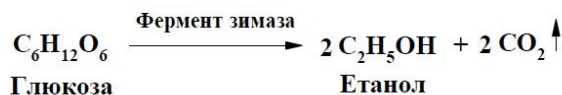
На реакціях окиснення ґрунтується якісні реакції характерні для альдоз: реакція срібного дзеркала, реакція Тромєра. При цьому утворюються альдонові кислоти (глюконова кислота утворюється при окисненні глюкози). За умов застосування сильних окисників відбувається окиснення первинного

гідроксилу моноз, при цьому утворюються двоосновні альдарові кислоти (сахарна кислота утворюється при окисненні глюкози)

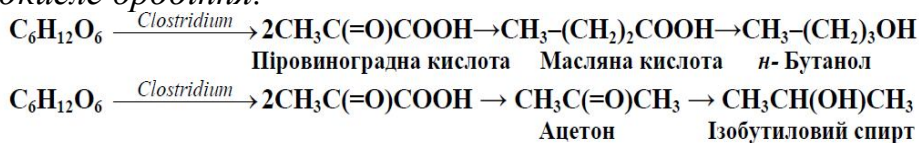
Бродіння відоме з стародавніх часів (квашення овочів, виробництво кисло-молочних продуктів, виготовлення сиру, бринзи, вина, горілки, пива). Воно застосовується і в сучасних технологіях харчової промисловості та с/г (силосування кормів).

Назва виду бродіння відповідає кінцевому продукту процесу:

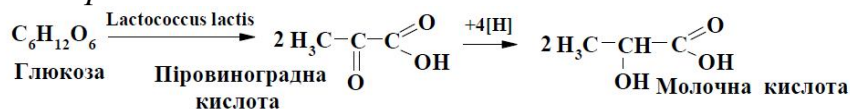
Спиртове бродіння:



Маслянокисле бродіння:



Молочнокисле бродіння:



При відновленні моносахаридів утворюється багатоатомний спирт, у випадку глюкози це сорбіт або гексит (гексан-1,2,3,4,5,6-гексаол) – замітник цукру у харчуванні хворих на цукровий діабет. Продукти відновлення гексоз активно використовуються в харчовій промисловості як підсолоджувачі.

Поширення в природі та застосування

Найбільш поширеними у природі є пентози (рибоза та дезоксирибоза є складовими ДНК та РНК) та гексози. Монози є первинними продуктами реакції фотосинтезу у рослин.

Ксилоза (деревний цукор) – пентоза, що входить до полісахариду ксилану. Він міститься у соломі, деревині. При окисненні утворює ксилонову, а потім і тригідроксиксилонову кислоту, що використовується у харчовій промисловості як замітник лимонної кислоти.

Глюкоза у вільному стані міститься у багатьох плодах, ягодах, у невеликій кількості у клітинах тваринних організмів, а також у природних оліго- та полісахаридах, наприклад крохмалі, глікогені, клітковині, сахарозі. З глюкози отримують вітамін С.

Маноза – малопоширена в природі, міститься в ячмені та шкірці апельсинів.

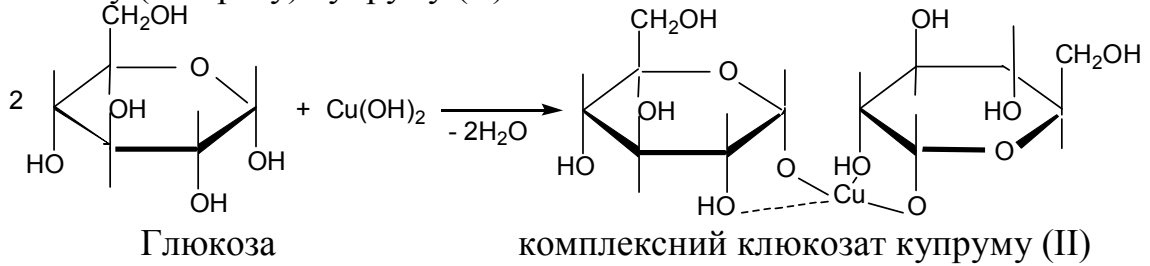
Фруктоза – у вільному стані міститься у фруктах та меді, входить до складу олігосахаридів (сахарози) та полісахариду інуліну.

Експериментальна частина

Дослід 1. Доказ наявності гідроксильних груп в моносахаридах

1. У пробірці змішують 2 мл 1%-го розчину глюкози і 1 мл 10%-го розчину гідроксиду натрію. По краплях додають 5%-й розчин сульфату купруму. Вміст пробірки струшують. Одержують розчин комплексного

алкоголяту (сахарату) купруму (II):



2. Дослід повторюють, але замість розчину глюкози використовують 1%-й розчин фруктози.
3. До 1 мл розчину кальцій хлориду додають 0,5 мл розчину натрій гідроксиду і доливають розчин глюкози до розчинення початкового осаду. Вміст пробірки струшують
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 18

Реакція моносахаридів з лужним розчином гідроксиду купруму (II) та кальцій хлориду

Назва досліду	Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	---------------	------------------

Дослід 2. Реакція Тромера

1. До одержаного в попередньому досліді лужних розчинів купрум сахаридів додати 0,5 мл води.
2. Нагріти верхню частину пробірок не доводячи до кипіння.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 19

Реакція Тромера

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 3. Окислення моносахаридів реактивом Фелінга.

1. Наливають в дві пробірки по 1,5-2 мл розчинів моносахаридів: в одну пробірку – 1%-й розчин глюкози, в другу – 1%-й розчин фруктози.
2. Потім в кожну пробірку приливають рівні об'єми розчинів Фелінг-1 і Фелінг-2.
3. Вміст пробірок перемішують і нагрівають верхню частину розчину до початку кипіння.
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 20

Окислення моносахаридів реактивом Фелінга

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Реактивом Фелінга користуватися зручніше, ніж гідроксидом купруму (II), так як при нагріванні суміші його з моносахаридам не утворюється чорний осад оксиду купруму (II), який маскує червоний колір оксиду купруму (I).

Реакція з фелінговою рідиною відбувається швидше і більш чіткіше. Цією реакцією широко користуються для якісного і кількісного аналізу моносахаридів, а також для того, щоб відрізнити відновлюючі і невідновлюючі дисахариди.

Дослід 4. Окислення моносахаридів реактивом Толленса (реакція срібного дзеркала).

1. В чисту, знежирену пробірку поміщають 1 краплю розчину аргентум нітрату.
2. Додають 2 краплі натрій гідроксиду
3. По краплях додають розчин аміаку до розчинення осаду.
4. В одержаний розчин вносять 1 краплю глюкози і обережно нагрівають пробірку до початку побуріння розчину.
5. Аналогічний дослід проводять з фруктозою.
6. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 21

Реакція срібного дзеркала

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 5. Реакція Селіванова на кетогексози.

1. В дві пробірки наливають по 2 мл реактиву Селіванова (розчин резорцину в розведеній хлоридній кислоті).

В одну пробірку додають 2 краплі 1%-го розчину фруктози (замість фруктози можна використати 5%-й розчин меду).

2. , в другу – 2 краплі 1%-го розчину глюкози.

3. Обидві пробірки одночасно поміщають в водяну баню з температурою води 80°C і витримують при цій температурі протягом 8 хвилин. Порівнюють забарвлення в пробірках з глюкозою і з фруктозою.

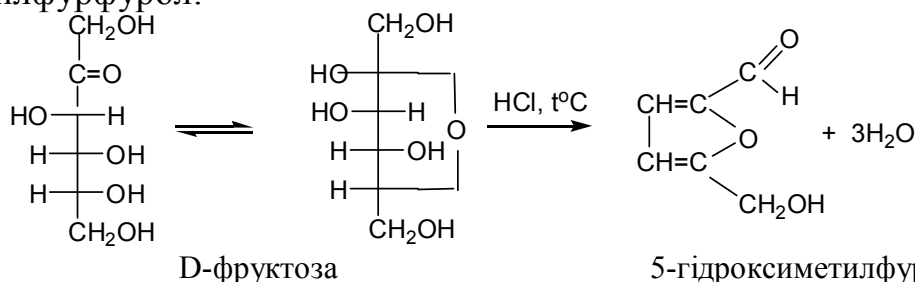
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 22

Реакція Селіванова

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Реакція Селіванова дає можливість розрізняти альдози і кетози. При нагріванні з хлоридної кислотою фруктоза (кетоза) перетворюється в гідроксиметилфурфурол:



Гідроксиметилфурфурол вступає в реакцію конденсації з резорцином, що входить до складу реактиву Селіванова, внаслідок чого утворюється

забарвлена в рожево-червоний колір речовина. Альдози також можуть утворювати гідроксиметилфурфурол і давати з резорцином забарвлені продукти конденсації, але у альдози ця реакція відбувається значно повільніше.

Контрольні запитання

1. Напишіть проєкцію Фішера і формулу Хеуорса для таких моносахаридів:
 - а) α -D-глюкопіраноза;
 - б) α -L-глюкопіраноза;
 - в) α -D-фруктофураноза;
 - г) β -D-глюкофураноза;
 - д) α -L-галактопіраноза;
 - е) β -L-фруктофураноза
2. Дайте визначення мутаротації. Напишіть схему мутаротації для таких моносахаридів:
 - а) D-маноза;
 - б) D-фруктоза;
 - в) L-глюкоза;
 - г) D-рибоза;
 - д) D-глюкоза;
 - е) D-галактоза
3. Які моносахариди мають назву “епімери”? Чому вони утворюють ідентичні озазони? Напишіть схему утворення озазону для таких моносахаридів:
 - а) D-галактоза;
 - б) D-маноза;
 - в) L-маноза;
 - г) L-фруктоза;
 - д) D-фруктоза;
 - е) D-глюкоза
4. Що таке інвертний цукор? Напишіть схему хімічного процесу, що призводить до утворення інвертного цукру.
5. Напишіть рівняння срібного дзеркала для D-рибози.
6. Як у промисловості одержують D-глюкозу? Напишіть схему перетворень.
7. Напишіть α - та β -форми глюкози, піранозну та фуранозну форми.
8. Напишіть реакцію відновлення D-галактози до шестиатомного спирту.
9. Напишіть схему добування вітаміну С з глюкози.
10. Здійсніть перетворення:
 - A) $\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{фотосинтез}} \text{A} \xrightarrow{\text{дріжджі}} \text{B} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{C} \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{D}$
 - B) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{дріжджі}} \text{A} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{B} \xrightarrow{\text{KMnO}_4} \text{C}$

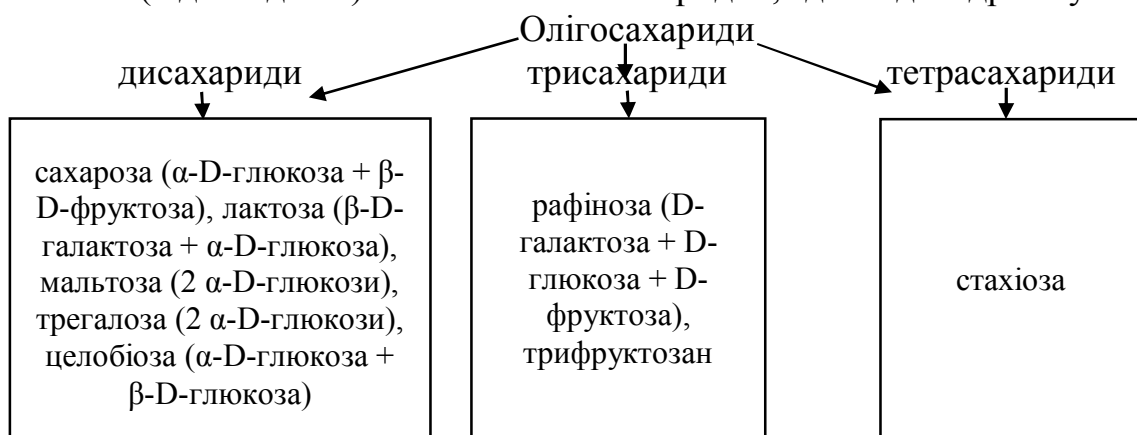
Лабораторна робота № 11

Тема: Основні хімічні властивості дисахаридів.

Мета: дослідити властивості дисахаридів на прикладі сахарози та лактози; дослідити властивості відновлюючих та невідновлюючих дисахаридів.

Теоретична частина

Олігосахариди – проміжний тип вуглеводів, утворений невеликою кількістю (від 2-х до 10) залишків моносахаридів, здатні до гідролізу.



Якщо олігосахарид складається з однакових моноз, його відносять до гомосахаридів (мальтоза, трегалоза), а якщо з різних – до гетеросахаридів (сахароза, рафіноза).

Олігосахариди, що складаються з двох залишків моноз називають дисахаридами, вони є найбільш поширеними серед олігоцукрів.

В залежності від природи моносахаридів, що входять до складу дисахаридів та способу їх сполучення дисахариди поділяють на відновлюючі та невідновлюючі.

Невідновлюючі - дисахариди, утворені за рахунок глікозидних гідроксилів обох молекул моносахаридів при атомі С1. Вони існують тільки у циклічній формі і не можуть ізомеризуватися в альдегідну форму, тому їхні розчини не відновлюють метали з їх оксидів і до інших реакцій карбонільної групи та при стоянні не піддаються мутаротації. До невідновлюючих дисахаридів відносять сахарозу та трегалозу.

Відновлюючі - дисахариди, що утворені за рахунок глікозидного гідроксилу одного моносахариду та спиртового гідроксилу іншого, можуть існувати у циклічній та альдегідній формах. Такі дисахариди подібні за своїми властивостями до моносахаридів, тому відновлюють метали з їх оксидів (вступають в реакції з реактивом Толленса, окиснюються реактивом Фелінга). До відновлюючих дисахаридів відносять мальтозу, лактозу, целобіозу.

Поширення в природі та застосування

Сахароза міститься в цукровому буряку, тростині, кленовому та пальмовому соках, кукурудзі та деяких плодах (абрикоси, персики, груши, ананас та ін.)

Трегалоза міститься в грибах, лишайниках, водоростях, комах, бактеріях і багатьох безхребетних.

Мальтоза є складовою крохмалю. Добувають з крохмалю під дією солоду.

Лактоза – міститься у молоці (коров'яче – 4 – 5,5% лактози, жіноче – 5,5 – 8,4%). Використовується у фармації як препарат для виготовлення дитячих сумішей.

Целобіоза є структурною одиницею целюлози.

Експериментальна частина

Дослід 1. Кольорова реакція на вуглеводи.

1. У пробірку наливають приблизно 1 мл дистильованої води і вносять декілька кристалів цукру.

2. Потім додають 2-3 краплі спиртового розчину резорцину, тимолу або α -нафтолу і нахилив пробірку, обережно наливають по стінці 1-2 мл концентрованої сульфатної кислоти.

3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Кольорова реакція на вуглеводи

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Таку реакцію дають лише вуглеводи. Реакція дуже чутлива (її може дати навіть пил на стінках пробірки), тому для її проведення слід користуватися дуже чистим посудом.

Дослід 2. Одержання сахарату кальцію.

1. В невеликий стакан (25-50 мл) наливають 5-7 мл 20%-го розчину сахарози і по краплям при перемішуванні додають свіжовиготовлене вапнякове молоко. Гідроксид кальцію розчиняється в розчині сахарози.
2. Приливають надлишок вапнякового молока (3-4 мл), перемішують реакційну суміш скляною паличкою і залишають її на 5-7 хвилин
3. Відфільтровують в пробірку розчин, в якому містяться розчинні на холоді сахарати кальцію.
4. Довести фільтрат до кипіння.
5. Охолодити фільтрат у крижаній воді.
6. Отримані результати занесіть до таблиці.

Одержання сахаратів

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Здатність сахарози утворювати розчинні сахарати кальцію використовується в промисловості для очистки цукру при виділенні його з цукрового буряку.

Дослід 3. Реакція дисахаридів з гідроксидом купруму (II) в лужному розчині.

1. В пробірці змішують 1,5 мл 1%-го розчину сахарози і 1,5 мл 10%-го розчину гідроксиду натрію.
2. В іншій пробірці змішують такі ж кількості 1%-го розчину лактози (або мальтози) і 10%-го розчину лугу.
3. В кожен пробірку по краплям додають 5%-й розчин сульфату купруму.
4. Струсити пробірки
5. Отримані результати занесіть до таблиці.

Реакція з гідроксидом купруму (II) в лужному розчині

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 4. Реакція дисахаридів з реактивом Фелінга.

1. В три пробірки наливають по 1,5-2 мл 1%-х розчинів сахарози,

мальтози і лактози.

2. В кожну пробірку додають рівний об'єм реактиву Фелінга (Фелінг-1 + Фелінг-2).

3. Вміст пробірок перемішують і нагрівають на полум'ї пальника верхню частину розчинів до початку кипіння. Нижня частина розчинів не повинна нагріватися.

4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 26

Реакція з реактивом Фелінга

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 5. Гідроліз (інверсія) сахарози.

1. В пробірку наливають 0,5 мл 1%-го розчину сахарози і додають 2 краплі розчину хлоридної кислоти.

2. Розчин кип'ятять протягом 30 секунд, не допускаючи викиду з пробірки.

3. Розчин холоджують і ділять на дві частини.

4. Половину розчину нейтралізують сухим гідрокарбонатом натрію, добавляючи його невеликими порціями при перемішуванні. (*Обережно! Рідина спінюється від оксиду карбону (IV), що виділяється*). Після нейтралізації (коли припиниться виділення CO₂) приливають рівний об'єм реактиву Фелінга і нагрівають верхню частину розчину до початку кипіння.

5. В другій пробірці нагрівають суміш 1,5 мл 1%-го розчину сахарози з рівним об'ємом реактиву Фелінга. Порівнюють результати дослідів – реакцію сахарози з реактивом Фелінга до гідролізу і після гідролізу.

6. До другої половини гідролізату сахарози додають кристалик резорцину і 2-3 краплі концентрованої хлоридної кислоти.

7. Нагрівають до кипіння.

8. Водний розчин сахарози не кип'ятять і проводять реакцію Селіванова та з купрум (II) гідроксидом.

9. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 27

Реакція з гідроксидом купруму (II) в лужному розчині

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Контрольні питання

1. Напишіть схему утворення невідновлюючого дисахариду і назвіть його згідно з тривіальною та IUPAC номенклатурою. Мотивуйте відсутність відновлюючих властивостей у даного дисахариду.

2. Напишіть схему утворення відновлюючого дисахариду і назвіть його згідно з тривіальною та IUPAC номенклатурою. Мотивуйте наявність відновлюючих властивостей у даного дисахариду.

3. Напишіть формулу Хеуорса лактози. Які моносахариди утворюються

при повному гідролізі цього вуглеводу в кислому середовищі.

4. Яку кількість оптичних ізомерів має альдогексоза $C_6H_{12}O_6$ у розкритій і циклічній формі? Відповідь мотивуйте.

5. Яку кількість оптичних ізомерів має альдопентоза $C_5H_{10}O_5$ у розкритій і циклічній формі? Відповідь мотивуйте.

6. Яку кількість оптичних ізомерів має кетопентоза $C_5H_{10}O_5$ у розкритій і циклічній формі? Відповідь мотивуйте.

7. Яку кількість оптичних ізомерів має кетогексоза $C_6H_{12}O_6$ у розкритій і циклічній формі? Відповідь мотивуйте.

8. Напишіть схему утворення повного метилового ефіру лактози.

9. В посудинах міститься глюкоза, фруктоза, сахароза та крохмаль. Як можна їх розрізнити. Напишіть рівняння реакцій.

10. Напишіть схему добування цукру з цукрового буряка

11. Напишіть ланцюжки перетворень

А) целюлоза \rightarrow глюкоза \rightarrow А \rightarrow етилен \rightarrow карбон (IV) оксид

Б) $(C_6H_{10}O_5)_n \rightarrow C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{дріжджі}} \text{А} \xrightarrow{H_2SO_4} \text{В} \xrightarrow{KMnO_4} \text{С}$

Лабораторна робота № 12

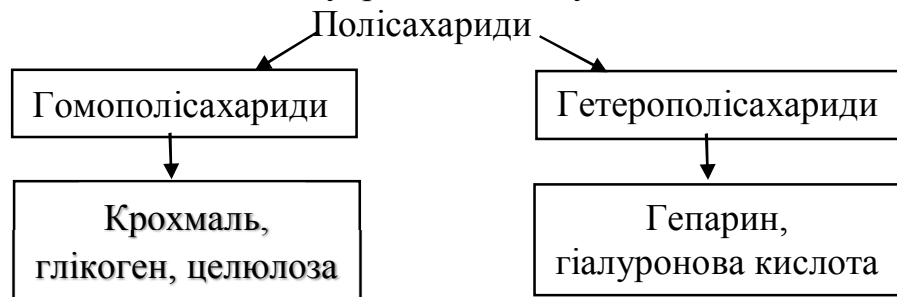
Тема: Основні хімічні властивості полісахаридів.

Мета: дослідити властивості полісахаридів на прикладі крохмалю та целюлози; провести якісні реакції на крохмаль.

Теоретична частина

Полісахариди – природні полімери, молекули яких складаються з великої кількості залишків моносахаридів, здатні до гідролізу.

Полісахариди належать до нецукроподібних вуглеводів.



За фізіологічною функцією і біологічним призначенням полісахариди поділяються на структурні та резервні.

Резервні – полісахариди, що витрачаються в процесі метаболізму (глікоген, інουλін, крохмаль).

Структурні – полісахариди, що створюють «скелет» організму (хітин – у членистоногих, целюлоза – у рослин).

Поширення в природі та застосування

Крохмаль – синтезується у листі рослин в процесі фотосинтезу у вигляді зерен. У листках він деградує до оліго- та моносахаридів, які надходять до бульб овочевих або зерен злаків, де вони знову перетворюються на крохмаль. Крохмаль накопичується у цих частинах рослин як резервна речовина.

Особливо багато його міститься в рисі, картоплі, кукурудзі, пшениці.

Глікоген – резервний гомополімер, що міститься головним чином в печінці та м'язах ссавців. Якісна реакція на глікоген – з йодом виникає жовто-червоне забарвлення.

Целюлоза - структурний полісахарид усіх мембран клітин і оболонки рослин, надає їм міцності та еластичності. У рослинах целюлоза утворюється в результаті складних біохімічних перетворень, які починаються з фотосинтезу, тому в природі целюлоза майже не трапляється у чистому вигляді. Найважливішими супутниками целюлози є лігнін, геміцелюлоза пектинові речовини. Прикладом чистої целюлози є вата, волоски насіння бавовнику, фільтрувальний папір. Організм людини не здатний перетравлювати целюлозу через відсутність ферментів. Мікроорганізми кишківнику травоядних тварин харчуються клітковиною, здатні руйнувати глікозидні зв'язки і постачати глюкозу до організму тварин.

Пектин – біополімер утворених залишками сахарної, глюкуронової, галактуричеської та пектинової кислот. Містяться у клітинних стінках і міжклітинних тканинах усіх вищих рослин. Вміст пектину цукровому буряку – 10%, яблуках – 15%, кожурі лимонів та апельсинів – 30%.

Специфічною особливістю пектинів є здатність утворювати гелі – желе, що має важливе практичне значення. Гелі утворюються в системі пектин – сахароза – кислота. Пектини використовуються у різних виробництвах, найбільше у харчовій промисловості, зокрема у виробництві желе, мармеладів, джемів.

Геміцелюлоза – гомо- або гетерополісахарид з мономерними ланками ксилози, манози, глюкози, галактози.

Хітин – полісахарид, з якого побудовані покриття комах, ракоподібних та деяких грибів.

Експериментальна частина

Дослід 1. Взаємодія крохмалю з реактивом Фелінга.

1. В пробірку наливають 1-1,5 мл 1%-го крохмального клейстеру і додають рівний об'єм реактиву Фелінга.
2. Рідину перемішують і нагрівають верхню частину розчину до початку кипіння.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 28

Взаємодія крохмалю з реактивом Фелінга

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 2. Кислотний гідроліз крохмалю.

1. В конічну колбу (50 мл) наливають 20-25 мл 1%-го крохмального клейстеру і 3-5 мл 10%-го розчину сульфатної кислоти.
2. В 7-8 пробірок наливають по 1 мл дуже розведеного розчину йоду в йодиді калію (світло-жовтого кольору), пробірки нумерують маркером і

ставлять в штатив.

3. В першу пробірку вносять 1-3 краплі підготовленого для досліду розчину крохмалю. Відмічають забарвлення, що утворилося.

4. Потім колбу нагрівають на азбестовій сітці.

5. Через 30 секунд після початку кипіння відбирають піпеткою другу пробу розчину яку вносять в другу пробірку з розчином йоду і після струшування відмічають колір розчину.

6. У подальшому відбирають проби розчину через кожні 30 секунд і вносять їх в послідуочі пробірки з розчином йоду.

7. Після того, як реакційна суміш закінчить давати забарвлення з йодом, суміш кип'ятять ще 2-3 хвилини, після чого її охолоджують і нейтралізують 10%-м розчином гідроксиду натрію, додаючи його по краплях до лужної реакції середовища (появлення рожевого забарвлення на фенолфталеїновому індикаторному папері).

8. Частину лужного розчину переливають в пробірку, змішують з рівним об'ємом реактиву Фелінга і нагрівають верхню частину рідини до початку кипіння.

9. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 29

Кислотний гідроліз крохмалю

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 3. Розчинення целюлози в гексаммінкупрум (II) гідроксиді (реактиві Швейцера)

1. *Приготування реактиву Швейцера:* До 10 мл насиченого розчину CuSO_4 додати рівний об'єм 20% розчину NaOH , утворений осад кілька разів промити водою. Злити воду з осаду і поступово, невеликими порціями, додавати 25% розчин аміаку до розчинення осаду.
2. В пробірку 4-5 мл прозорого розчину $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_6](\text{OH})_2$, занурити смужку фільтрувального паперу або трошки вати і перемішати скляною паличкою.
3. Через кілька хвилин частину розчину вилити в склянку з 10 мл 20% хлоридної кислоти і добре перемішати.
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 30

Розчинення целюлози в реактиві Швейцера

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 4. Виявлення домішок лігніну в целюлозі

1. В пробірку набрати 1 мл аніліну і додавати до нього краплями розчин хлоридної кислоти до розчинення
2. Занурити в розчин смужку газетного паперу, смужку

- фільтрувального та трісочку. Через хвилину записати спостереження
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 31

Виявлення домішок лігніну в целюлозі

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Контрольні питання

1. Наведіть структурну формулу елементарної ланки крохмалю. З яких компонентів складається крохмаль, у чому їх відмінність?
2. Наведіть структурну формулу елементарної ланки целюлози. Яка речовина є продуктом повного гідролізу целюлози в кислому середовищі.
3. Що таке віскозне волокно? Наведіть схему хімічних перетворень целюлози при одержанні віскозного волокна.
4. Напишіть схему утворення тринітроцелюлози. Якими властивостями володіє ця речовина і де вона застосовується?
5. Яка кількість ацильних радикалів міститься в кожному фрагменті повністю ацильованої целюлози? Наведіть схему утворення цієї сполуки і зазначте, де вона застосовується?
6. Сік зеленого яблука дає реакцію з йодом, а спілого – окиснюється аміачним розчином аргентум (I) оксиду. Як пояснити це явище?
7. Чому з целюлози отримують волокна, а з крохмалю їх отримати не можливо
8. Що таке декстрини? Чим зумовлена поява скоринки на хлібі? Напишіть схему утворення декстринів.

Лабораторна робота № 13

Тема: Основні фізико-хімічні властивості моно- і дикарбонових кислот

Мета: дослідити властивості моно- та дикарбонових кислот на прикладі оцтової та щавлевої кислот.

Теоретична частина

Карбоновими кислотами називають органічні оксигеновмісні сполуки, похідні вуглеводнів, що містять карбоксильну групу – COOH і відповідають загальній формулі R-COOH, де для насичених кислот $R = C_nH_{2n+1}$.

За кількістю карбоксильних груп кислоти поділяють на:

1. Одноосновні (монокарбонові) – це кислоти що містять одну функціональну групу –COOH (метанова (мурашина), етанова (оцтова));
2. Двоосновні (дикарбонові) - це кислоти що містять дві функціональні групи COOH (щавлева (етандіова), маланова (пропандіова));
3. Поліосновні – кислоти з кількома карбоксильними групами та багатофункціональнв карбонові кислоти (лимонна (3-гідрокси-3-карбоксіпентандіова кислота).

Номенклатура

Для насичених карбонових кислот дуже поширені тривіальні назви, що

пов'язані з джерелом їхнього добування, запахом, зовнішнім виглядом. За номенклатурою IUPAC назви утворюють від назви родоначальних вуглеводнів з тією самою кількістю Карбонів (з урахуванням функціональної групи), додають закінчення – ова і слово кислота. Нумерацію (написання локантів) починають з атома Карбону функціональної групи. Для дикарбонових кислот використовують суфікс – діова.

Таблиця 32

Номенклатура монокарбонових кислот

Тривіальна назва	Систематична назва	Хімічна структура
Щавелева кислота	Етандіова кислота	HOOC—COOH
Малонова кислота	Пропандіова кислота	HOOC—CH ₂ —COOH
Янтарна кислота	Бутандіва кислота	HOOC—(CH ₂) ₂ —COOH
Глутарова кислота	Пентандіова кислота	HOOC—(CH ₂) ₃ —COOH
Адипінова кислота	Гександіова кислота	HOOC—(CH ₂) ₄ —COOH
Пімелінова кислота	Гептандіова кислота	HOOC—(CH ₂) ₅ —COOH
Суберинова кислота	Октандіова кислота	HOOC—(CH ₂) ₆ —COOH
Азелаїнова кислота	Нонандіова кислота	HOOC—(CH ₂) ₇ —COOH
Себацінова кислота	Декандіова кислота	HOOC—(CH ₂) ₈ —COOH
Не має	Ундекандіова кислота	HOOC—(CH ₂) ₉ —COOH
Не має	Додекандіова кислота	HOOC—(CH ₂) ₁₀ —COOH
Брассилова кислота	Тридекандіова кислота	HOOC—(CH ₂) ₁₁ —COOH
....
Тапсієва кислота	Гексадекандіова кислота	HOOC—(CH ₂) ₁₄ —COOH
....
Японова кислота	Генейкозандіова кислота	HOOC-(CH ₂) ₁₉ -COOH

Поширення в природі

Органічні кислоти поширені в природі як у вільному стані, так і у вигляді компонентів деяких природних сполук, зокрема жирів, восків, тощо.

Мурашина кислота – у вільному стані міститься у кропиві, деяких фруктах, хвої. Мурашина кислота виявляє всі властивості карбонових кислот, проте маючи альдегідну групу, виявляє відновлювальні властивості, тому під дією окиснювачів перетворюється на H₂O і CO₂.

Оцтова кислота – утворюється під час скисання вина, разом з пропіоновою утворюються в природі при бродінні вуглеводів під дією «оцтового грибка». Солі оцтової кислоти використовуються в с/г як засоби боротьби зі шкідниками («паризька зелень» - суміш ацетату та арсенату купрумму).

Масляна кислота – міститься у вигляді гліцеридів у вершковому маслі та деяких інших маслах, а також в нафті.

Ізوماляна кислота – міститься в нафті та коренях арніки.

Валеріанова кислота – є одним з продуктів перегонки деревини і кам'яного вугілля, а її ізомер – $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{COOH}$, міститься у корені валеріани лікарської, чайному листі, деяких цитрусових.

Капронова – компонент гліцеридів молочних жирів, кокосової та пальмової олії.

Вищі жирні кислоти – поширені у вільному стані та як фрагменти різних груп ліпідів. Пальмітинова та стеаринова кислоти входять до складу жирів. Їх використовують у виробництві свічок, а їх натрієві солі є милом.

Двоосновні насичені кислоти містяться у багатьох рослинах, овочах, фруктах, коренеплодах. Усі двоосновні карбонові кислоти з карбоновим ланцюгом ($\text{C}_2 - \text{C}_6$) містяться в цукровому буряку у вигляді вільних кислот та солей лужних металів.

Експериментальна частина

Дослід 1. Порівняння сили карбонових і мінеральних кислот.

На смужку індикаторного паперу наносять по краплі розчинів мурашиної, оцтової, щавлевої кислот і хлоридної кислоти. За допомогою шкали визначають рН цих розчинів.

Дослід 2. Добування мурашиної кислоти з хлороформу

1. В пробірку наливають 1 — 2 мл хлороформу і додають 2 — 3 мл 10 %-го розчину їдкого натру.
2. Ретельно збовтують і нагрівають. Утворюється метанова кислота. Вона взаємодіє з лугом з утворенням формиату натрію.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 33

Взаємодія кислот з аміачним розчином аргентум нітрату

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 3. Взаємодія кислот з аміачним розчином аргентум нітрату (реакція срібного дзеркала).

1. Готують в пробірці реактив Толленса. Для цього до 1-2 мл 1%-го розчину аргентум нітрату додають 1-2 краплі 10%-го розчину гідроксиду натрію, осад, що утворився розчиняють додаючи по краплям 5%-й розчин амоніаку.

2. До одержаного прозорого розчину додають 0,5 мл розчину формиату натрію. Пробірку з реакційною сумішшю нагрівають декілька хвилин на водяній бані (60-70°C).

3. Той же дослід повторюють з оцтовою кислотою.
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 34

Взаємодія кислот з аміачним розчином аргентум нітрату

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 4. Окислення мурашиної кислоти перманганатом калію.

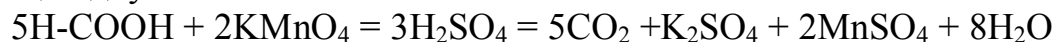
1. У пробірку наливають приблизно 0,5 г мурашиної кислоти або розчину її солі, 0,5 мл 10%-го розчину сульфатної кислоти і 1 мл 5%-го розчину KMnO_4 .
2. Пробірку закривають газовідвідною трубкою, кінець якої опускають в другу пробірку з 2 мл вапнякової (або баритової) води і нагрівають реакційну суміш.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 35

Взаємодія кислот з аміачним розчином аргентум нітрату

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Окислення мурашиної кислоти перманганатом калію в кислому середовищі відбувається за схемою:

**Дослід 5. Відношення кислот до нагрівання. (Тяга!)**

1. У суху пробірку наливають 1 мл мурашиної кислоти і 1 мл концентрованої сульфатної кислоти.
2. Пробірку закривають пробкою з газовідвідною трубкою і обережно нагрівають. Мурашина кислота розкладається за схемою:

$$\text{H-COOH} = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$$
3. Оксид карбону (II) підпалюють біля отвору газовідвідної трубки. Зверніть увагу на характер полум'я.
4. Після закінчення роботи пробірку з реакційною сумішшю необхідно охолодити, щоб припинити виділення отруйного CO.
5. У пробірку поміщають декілька кристалів оксалатної кислоти і нагрівають пробірку. У верхню частину пробірки вносять скляну палочку, змочену у вапняній воді.
6. Аналогічний дослід проводять з оцтовою кислотою
7. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 36

Термічний розклад органічних кислот

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 6. Добування оцтової кислоти і дослідження її властивостей

1. У пробірку поміщають 1 г натрій ацетату, наливають 1 мл розчину сульфатної кислоти і додають кипілки для рівномірного кипіння.

2. Пробірку закривають корком з газовідвідною трубкою. Кінець газовідвідної трубки занурюють до дна в пробірку-приймач, прикривши її вологим ватним тампоном.
3. Суміш обережно нагрівають до кипіння.
4. У приймач поступово збирають близько 1 мл кислоти. Відділяють приймач від приладу і припиняють нагрівання.
5. До одержаної кислоти додають 2 мл води і розділяють порівну на 3 пробірки.
6. У першу додають небагато магнієвої стружки. Газ, що виділяється обережно підпалюють сірником (**дослід проводиться в захисних окулярах!!!**)
7. У другу 0,2 г порошкоподібного CuO і обережно нагрівають, звертають увагу на колір розчину.
8. У третю поміщають небагато порошку натрій карбонату. До отвору пробірки підносять запалений сірник.
9. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 37

Властивості оцтової кислоти

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 7. Кристалізація оцтової кислоти.

Пробірку з 1-2 мл льодяною оцтовою кислотою ставлять на декілька хвилин в стакан з льодом. Відмічають вигляд кристалів.

Таблиця 38

Кристалізація оцтової кислоти

Хід виконання	Спостереження	Малюнок
---------------	---------------	---------

Дослід 8. Кислотні властивості оцтової кислоти.

1. У три пробірки наливають по 1 мл 10%-го розчину оцтової кислоти.
2. В першу пробірку додають 1-2 краплі розчину метилоранжу, в другу – 1-2 краплі розчину синього лакмусу, в третю – 1-2 краплі спиртового розчину фенолфталеїну. Відмічають, в яких пробірках індикатори змінили забарвлення.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 39

Кислотні властивості оцтової кислоти

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 9. Утворення і гідроліз ацетату феруму (III).

1. У пробірку наливають 2-3 краплі 10%-го розчину ацетату натрію.

2. Додають декілька крапель 3%-го розчину FeCl_3 . Утворюється розчинна комплексна сіль – хлорид основного гексаацетату феруму (III) $[\text{Fe}_3(\text{OH})_2(\text{CH}_3\text{COO})_6]\text{Cl}$.
3. Кип'ятять розчин.

Відбувається гідроліз комплексної солі з утворенням основної солі – двозаміщеного ацетату феруму (III), яка випадає в осад червоно-бурого кольору. Цю реакцію застосовують для видалення з розчинів іонів тривалентного феруму. Аналогічно реагують з FeCl_3 мурашина і пропіонова кислоти.

1. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 40

Утворення і гідроліз ацетату феруму (III)

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 10. Одержання етилацетату (реакція етерифікації).

1. В сухій пробірці змішують 2 мл етилового спирту, 2 мл льодяної оцтової кислоти і 1 краплю концентрованої сульфатної кислоти.
2. Пробірку закривають пробкою з повітряним зворотним холодильником.
3. Суміш в пробірці перемішують струшуванням і нагрівають 8-10 хвилин на водяній бані (65-70°C). (Реакційна суміш не повинна кипіти!)
4. Потім пробірку охолоджують і приливають 3-4 мл насиченого розчину хлориду натрію (висолювання!). Етилацетат спливає у вигляді безкольорової рідини з приємним запахом.
5. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 41

Одержання етилацетату

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Контрольні питання

1. Напишіть структурні формули таких сполук: а) адипінова кислота; б) 2,4-диметилгептанова кислота; в) пентаноат натрію; г) N-метилформамід; д) бурштиновий ангідрид; е) амід 3-метилгексанової кислоти; є) бутаннітрил; ж) етилбутаноат; з) циклогексанкарбонова кислота; и) акрилова кислота; і) ізопропілформіат; ї) валеріанова кислота; .

2. Які кислоти можуть бути одержані при окисленні наступних сполук: а) 2-метил-1-пропанол; б) 1-гексанол; в) 3-метилбутаналь; г) 2-бутанон; д) 4-метил-2-пентанол; е) 1,3-пропандіол; є) 2,3-пентандіол? Напишіть рівняння відповідних реакцій і вкажіть умови їх проведення.

3. При окисленні яких кетонів утворюються суміші таких кислот: а) оцтова і пропанова; б) оцтова і 2-метилпропанова; в) оцтова, пропанова; г) бутанова і 2-метилпропанова? Напишіть рівняння відповідних реакцій і вкажіть умови їх проведення.

4. Виходячи з 2-метилпропанової кислоти та інших необхідних реагентів, отримаєте наступні сполуки: а) амід 2-метилпропанової кислоти; б) 2-метилпропаноат магнію; в) 2-метил-1-пропанол; г) ізопропілбромід; д) 3-метилбутанову кислоту; ж) ізобутиламін; з) пропан; и) 2,3-диметилбутан; і) 2-бром-2-метилпропанову кислоту; к) діізопропілкетон.

5. Отримайте гександіову (бурштинову) кислоти з: а) 1,2-диброметану; б) тетрагідрофурану. Напишіть рівняння реакцій бурштинової кислоти з наступними реагентами: а) водний розчин гідроксиду натрію; б) при нагріванні з аміаком; в) при кімнатній температурі з водним розчином аміаку; г) дворазовий надлишок етанолу в присутності H_2SO_4 ; д) бром у присутності червоного фосфору.

6. Отримайте етиловий ефір маленової кислоти з: а) етилену; б) оцтової кислоти. Напишіть рівняння реакцій етилового ефіру маленової кислоти з такими сполуками: а) бром; б) азотиста кислота; в) розбавлений розчин соляної кислоти при нагріванні.

7. Використовуючи діетиловий ефір маленової кислоти (маленовий ефір) запропонуйте схему синтезу: а) масляної кислоти; б) валеріанової кислоти; в) янтарної кислоти; г) адипінової кислоти; д) пропіонової кислоти; е) глутарової кислоти.

8. Використовуючи ацетооцтовий ефір запропонуйте схему синтезу таких речовин: а) 2-пентанон; б) масляна кислота; в) 2-бутанон; г) адипінова кислота; д) 2,7-октадіон; е) янтарна кислота.

9. Здійсніть ланцюжок перетворень:

а) $Metan \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow \text{оцтова кислота} \rightarrow \text{оцтовий ангідрид}$
 \downarrow
 Етиловий спирт \rightarrow оцтовий альдегід

б) $A \rightarrow B \rightarrow \text{оцтовий альдегід} \rightarrow \text{магній ацетат}$

в) $propen \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow \text{етиловий естер оцтової кислоти}$

г) $A \xrightarrow{H_2O} \text{пропан-2-ол} \xrightarrow{[O]} B \xrightarrow{[O]} C$

10. Розмістіть у порядку зростання кислотності наступні сполуки:

А) мурашина кислота, оцтова кислота, пропіонова кислота, трифтороцтова кислота

Б) мурашина, оцтова, трифтороцтова, двахлороцтова, щавлева кислота.

11. Напишіть схему промислового синтезу оцтової кислоти

Лабораторна робота № 14

Тема: Основні фізико-хімічні властивості ненасичених і ароматичних карбонових кислот

Мета: дослідити властивості та способи добування ненасичених та ароматичних карбонових кислот.

Теоретична частина

Одноосновні ненасичені кислоти – похідні ненасичених вуглеводнів, у яких атом Гідрогену заміщено на карбоксильну групу. Загальна формула $C_nH_{2n-1}COOH$.

Номенклатура

Широко поширені тривіальні назви (акрилова, кротонова). За номенклатурою IUPAC назва дається згідно з загальними правилами. Нумерація розпочинається з атома Карбону карбоксильної групи.

Поширення в природі та застосування

Сорбіонова (2,4 гексادیєнова)кислота – прекрасний антисептик. Використовується для консервування м'ясних та рибних виробів, сиру, фруктових компотів, плодово-ягідних пюре, соків тощо.

Олеїнова (Z-октадецен-9-ова)кислота – поширена в природі, міститься в оліях у вигляді гліцеридів (арахісова – 50 - 80%, маслинова- 70 – 85%). Естери олеїнової кислоти використовують у виробництві лаків та фарб, а її солі – у виробництві мила.

Ліолева (Z,Z-октадієн-9,12-ова) кислота – поширена в природі, входить до складу гліцеридів, фосфоліпідів, конопляної, соєвої, кукурудзяної олії. Є незамінною кислотою, тому повинна надходити в організм з їжею. Вона є необхідною складовою мембран. Естери використовуються у виробництві лаків, фарб, емалей.

Ліоленова (Z,Z,Z -октатрієн-9,12,15-ова) кислота – входить до складу гліцеридів льняної олії, є незамінною кислотою.

Малеїнова (Z-бутендіова) кислота – використовують для промислового синтезу бурштинової, яблучної та винної кислот.

Фумарова (E-бутендіова) кислота – у природі зустрічається у деяких рослинах, зокрема у цукровій тростині та грибах.

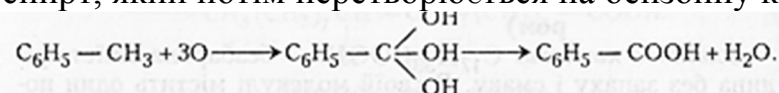
Бензенова кислота – зустрічається у природі у бензеновій смолі, у вигляді естерів міститься в естерних оліях рослин, зокрема в олії гвоздики. Солі та естери бензенової кислоти використовуються в медицині (засоби проти подагри та ревматизму), а сама кислота використовується в харчовій промисловості як засіб консервації.

Експериментальна частина

Дослід 1. Добування бензойної кислоти з толуолу

1. В пробірку наливають 2 - 3 мл толуолу, додають такий самий об'єм 5 %-го розчину перманганату калію і кілька крапель 10 %-го розчину сульфатної кислоти для створення кислого середовища.
2. Суміш збовтують і нагрівають.
3. Після нагрівання фільтрують крізь змочений фільтр і охолоджують, після охолодження на дні пробірки випадають кристали бензойної кислоти

При окисненні толуолу спочатку утворюється проміжна сполука — трьохатомний спирт, який потім перетворюється на бензойну кислоту:



4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Одержання бензойної кислоти

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 2. Відношення бензойної кислоти до нагрівання

1. У пробірку поміщають декілька кристалів бензойної кислоти і нагрівають пробірку.
2. У верхню частину пробірки вносять скляну палочку, змочену у вапняній воді.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 43

Термічний розклад бензойної кислоти

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 3. Утворення солей бензойної кислоти

1. Набрати в пробірку 0,5 г калій бензоату
2. Додавати краплями 2% розчин FeCl_3 до припинення змін

При відсутності калій бензоату його одержують нейтралізацією бензойної кислоти: бензойну кислоту розчинити в мінімальній кількості теплої води додати 1-2 краплі фенолфталеїну, після чого додати краплями розчин KOH до слабо рожевого забарвлення.

3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 44

Утворення солей бензойної кислоти

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Контрольні питання

1. Напишіть структурні формули таких сполук: а) малеїнова кислота; б) м-нітробензенова кислота; в) акрилова кислота; г) корична кислота; д) 2-пентенова кислота; е) вінілоцтова кислота; є) метиловий естер кротонової кислоти; ж) 2-метил-2-пропенова кислота; з) фталева кислота; и) малеїновий ангідрид; ї) натрій фумарат; й) пропілаконітат; к) олеїнова кислота; л) ізопропіловий естер лінолевої кислоти.
2. Напишіть структурні формули таких похідних коричневої кислоти: а) амід; б) нітрилу; в) ангідриду; г) етилового ефіру; д) кальцієвої солі.
3. Розмістіть у порядку зростання кислотності наступні сполуки: мурашина, оцтова, трифтороцтова, двахлороцтова, шавлева кислота, пропіонова, акрилова. Відповідь обґрунтуйте.
4. Напишіть структурні формули всіх ізомерних ароматичних кислот складу $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2$ і назвіть їх.
5. Напишіть структурні формули всіх ізомерних кислот складу $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$. Назвіть їх за історичною та міжнародною номенклатурами.

6. Добудьте акрилову кислоту з: а) хлорпропанової кислоти; б) 2,3 – дихлорпропанової кислоти; в) 3-гідроксипропанової кислоти; г) пропенолу; д) пропеналу; е) пропену; є) нітрилу акрилової кислоти.

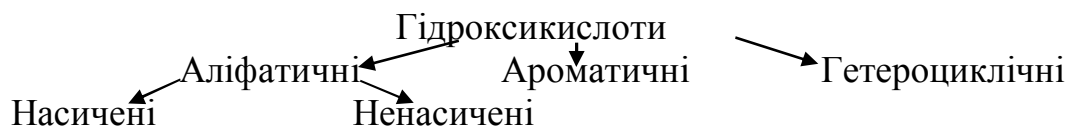
Лабораторна робота № 15

Тема: Основні фізико-хімічні властивості оксикислот

Мета: дослідити властивості оксикислот та способи їх добування.

Теоретична частина

Оксикислоти (гідроксикислоти) – похідні вуглеводнів, що містять одночасно карбоксильну і гідроксильну групи. Кількість карбоксильних груп визначає основність кислот: відомі одноосновні, двоосновні, трьохосновні оксикислоти. Загальна кількість гідроксильних груп, що входять до складу оксикислот, включаючи гідроксили карбоксильних груп, визначає їх атомність.



Гомологічний ряд гідроксикислот починається з гідроксимурашиної кислоти OH-COOH , яка називається карбонатною і вивчається в курсі неорганічної хімії.

Номенклатура

Найбільш поширеною номенклатурою є тривіальна, що вказує на природні джерела добування кислот (молочна, винна, яблучна). В основі раціональної номенклатури лежить тривіальна назва відповідної кислоти, а положення гідроксильної групи вказується буквами грецького алфавіту α , β , γ тощо. За номенклатурою IUPAC назву утворюють з систематичної назви відповідної карбонової кислоти, до якої додають префікс гідрокси і номер атому Карбону, з яким сполучена гідроксигрупа.

Наприклад: $\text{OH-CH}_2\text{-COOH}$ - гліколева (т.), гідроксиоцтова (р.), гідроксиетанова (IUPAC).

Поширення в природі та застосування

Гліколева – міститься у природних продуктах, наприклад, у соці цукрового буряка, цукрової тростини, винограді.

Молочна – є продуктом бродіння сахаристих речовин під впливом мікроорганізмів *Bacillus acidi laevolactici*. Молочна кислота міститься у кислому молоці, квашеній капусті, солоних огірках, утворюється в м'язах за умов анаеробного розщеплення вуглеводів. Молочну кислоту використовують у харчовій, фармацевтичній, текстильній промисловостях. У харчовій промисловості вона використовується для виробництва кондитерських, хлібопекарських виробів, у консервуванні та виготовленні фруктових вод.

Яблучна – двоосновна гідроксикислота, дуже поширена в природі і міститься в яблуках, горобині, агрусі, барбарисі, махорці.

Лимонна – трьохосновна гідроксикислота, міститься у смородині, малині, агрусі, буряковому та виноградному соках. Особливо багато її міститься у вигляді солей лужних металів у соці бульб топінамбуру. Лимонна кислота відіграє важливу роль у процесах обміну речовин у живих організмах. Використовується лимонна кислота в харчовій промисловості для виготовлення цукерок, кремів, безалкогольних напоїв, а також у медицині. У промисловості добувають під час бродіння сахарів меляси під дією аерофільних пліснявих грибів *Aspergillus niger*.

Саліцилова – гідроксибензенова кислота, зустрічається в природних продуктах переважно у вигляді метилового естеру. Використовують саліцилову кислоту в аналітичній хімії, медицині, харчовій промисловості, зокрема під час консервування фруктів. Похідні саліцилової кислоти є лікувальними препаратами: аспірин (протизапальний засіб), салол (проносне).

Експериментальна частина

Дослід 1. Виявлення молочної кислоти у сироватці молока.

1. В пробірку вносять краплю розчину феруму (III) хлориду і 1-2 краплі фенолу до появи фіолетового забарвлення.
2. Пізніше добавляють 2 краплі сироватки.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 45

Виявлення молочної кислоти в сироватці молока

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 2. Дослідження будови молочної кислоти.

1. В пробірку з газовідвідною трубкою поміщають 2 краплі води, 1 краплю концентрованої сульфатної кислоти і 1 краплю молочної кислоти.
2. Кінець трубки опускають в пробірку, що містить 1 краплю розчину йоду в йодиді калію і 3 краплі 2 н. розчину лугу.
3. Пробірку з молочною кислотою нагрівають. При цьому виділяється речовина, при пропусканні якої через розчин йоду, знебарвленого лугом, з'являється муть або блідо-жовтий осад.
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 46

Дослідження будови молочної кислоти

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 3. Розклад молочної кислоти сульфатною кислотою.

1. В суху пробірку поміщають 2 краплі молочної кислоти. Доливають 2 краплі сульфатної кислоти і нагрівають до кипіння.
2. Газ, що виділяється, підпалюють: він горить блакитним полум'ям (карбон(II) оксид).

При нагріванні молочна кислота розкладається на мурашину кислоту і оцтовий альдегід. Мурашина кислота під дією конц. сульфатної кислоти розкладається на оксиди карбону, один з яких визначають підпалюванням кінця газовідвідної трубки. Оцтовий альдегід полімеризується.

3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 47

Розклад молочної кислоти сульфатною кислотою

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 4. Добування солей молочної кислоти

1. У пробірку вносять 1 мл води і 0.5 мл молочної кислоти.
2. До одержаного розчину обережно додають 0.5 мл 10%-ного розчину натрій карбонату.
3. Реакційну пробірку закривають пробкою з газовідвідною трубкою, кінець якої опущений у пробірку з 2 мл вапняної води.
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 48

Добування солей молочної кислоти

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 5. Окиснення молочної кислоти

1. В пробірку вносять 2 мл 5%-ного розчину молочної кислоти, до якої додають по краплях 10%-ний розчин карбонату натрію (до нейтральної реакції).
2. До одержаного лактату натрію додають 1 мл 1%-ного розчину перманганату калію і реакційну суміш нагрівають до кипіння.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 49

Окиснення молочної кислоти

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 6. Доказ відсутності фенольного гідроксилу в ацетилсаліциловій кислоті (аспірині)

1. В пробірку внести дрібку таблетки аспірину, додати 5-6 крапель води, перемішати.
2. Додати краплю розчину FeCl_3 . Якщо спостерігається зовнішній ефект, пояснити його. Якщо змін немає, то пробірку прокип'ятити 0,5хв. і додати 1 краплю розчину FeCl_3 .
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 50

Дослідження будови ацетилсаліцилової кислоти

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 7. Одержання та розчинність кальцій цитрату та кальцій тартрату.

1. Розчинити в одній пробірці декілька кристаликів цитрату (лимонної кислоти), а в другій – тартрату (винної кислоти).
2. Кислоти нейтралізувати розчином NH_4OH до синього кольору лакмусового папірця
3. Додати 2-3 краплі розчину CaCl_2 . В одній пробірці осад випадає одразу, а другу пробірку з розчином прокип'ятити 2-3 хвилини
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 51

Одержання солей лимонної та винної кислот

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 8. Доказ наявності гідроксильних груп у винній кислоті.

1. В пробірку внести 2 краплі розчину CuSO_4 і 2 краплі розчину NaOH .
2. До осаду, що утворився, додати розчин із попереднього досліді.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 52

Одержання солей лимонної та винної кислот

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Контрольні питання

1. Запропонуйте реакції одержання молочної, виннокам'яної, саліцилової кислот.
2. Добути: а) гліколеву кислоту з етилацетату; б) яблучну кислоту з метану; в) молочної кислоти з ацетилену; г) масляну кислоту з ацетооцтового естеру.
3. Написати рівняння реакції: а) 3,3-дибромобутанова кислота + гідроксид натрію (надлишок) б) 2-метил-3-оксопропанова кислота + метанол; в) 2,3-диметил-2-хлоробутанова кислота + аміак (надлишок); г) 2-оксопропанова кислота + гідроксид магнію; д) 2,3-диметил-4-оксобутанова кислота + аміачний розчин аргентум гідроксиду; е) 3-метил-2-оксобутанової кислота (нагрівання) є) 2-оксопентанова кислота + пентахлорид фосфору; ж) 3-гідрокси-2-метилпентанова кислота + $[\text{O}]$; з) 3-Оксобутанова кислота + HCN ; и) 3-бромпропанова кислота + калій ціанід; і) 2-Бутенова кислота + гідрогенхлорид
4. Написати рівняння реакції поведінки кислот при нагріванні: а) 4-гідрокси-2,3,4- триметилпентанової кислоти ; б) 5-гідрокси-2,5-диметил гептанової кислоти; в) 4-гідрокси-2,4- диметилпентанової кислоти; г)

молочної кислоти ; д) 2-гідрокси-2,4- диметилпентанової кислоти; е) 2-гідрокси-3- метилбутанової кислоти; є) 3-гідроксипентанової кислоти

5. Написати рівняння реакції, що проходять при синтезі 3- гідрокси-4-метилгексанової кислоти по методу Реформатського.

6. Напишіть реакції синтезу лактату, цитрату, малату в організмі

Лабораторна робота № 16

Тема: Основні фізико-хімічні властивості оксокислот

Мета: дослідити властивості оксокислот та способи їх добування.

Теоретична частина

Оксокислоти – гетерофункціональні сполуки, що містять у своєму складі дві функціональні групи: карбоксильну та оксо-(альдегідо або кето) групу.

Гомологічний ряд альдегідокислот починається з гліоксалевої кислоти, а кетокислот – з піровиноградної.

Номенклатура

Назви оксокислот утворені від методів їх добування з природних джерел, наприклад, піровиноградну кислоту синтезували шляхом піролізу виноградної кислоти. За номенклатурою IUPAC, головний карбоновий ланцюг, що містить обидві функціональні групи, нумерується починаючи з карбоксильної групи, а положення оксо групи зазначається відповідною цифрою з додаванням префікса оксо.

Поширення в природі та застосування

Гліоксилова – у великій кількості міститься в незрілих фруктах, а також у соці незрілого буряка. Вона відіграє важливу роль у обмінних процесах у рослин та мікроорганізмів.

Піровиноградна – поширена в природі, є найважливішим проміжним продуктом при дегідратації вуглеводів у метаболізмі живих організмів. Вона утворюється при окисненні молочної кислоти.

Ацетооцтова – утворюється в організмі за рахунок β -окиснення жирних кислот в організмі. У хворих на цукровий діабет разом з ацетоном виділяється з організму.

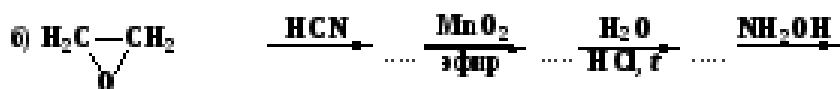
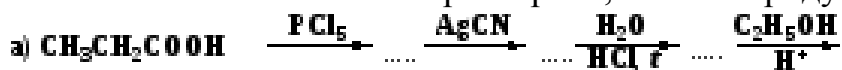
Контрольні питання

1. Заповніть таблицю

Тривіальна назва кислоти	Формула	Назва за IUPAC	Значення	Поширення в природі
Гліоксалева				
Піровиноградна				
Ацетооцтова				
Щавлевооцтова				

2. Добудьте піровиноградну кислоту з: етану, хлорангідриду оцтової кислоти, пропену, пропандіолу, дихлорпропанової кислоти, бутандіової кислоти.
3. Напишіть рівняння реакцій гліоксалевої кислоти з: розбавленою сульфатною кислотою, з концентрованою сульфатною кислотою, з воднем, з ціанідною кислотою, з пентахлоридом фосфору, з бромом, натрійгідросульфідом, аміачним розчином аргентум нітрату. Назвіть продукти реакції
4. Напишіть кетонні та енольні форми найпоширеніших оксокислот. Поясніть механізм їх утворення
5. Напишіть структурні формули наступних сполук, дайте їм назву за систематичною номенклатурою: а) формілоцтова кислота; б) α -оксопропіонова кислота; в) α -метил- β -оксомасяна кислота; г) α, α -диметил- γ -кетовалеріанова кислота; д) β -формілакрилова кислота; е) β -кетоглутарова кислота.
6. Напишіть структурні формули таких сполук: а) метилового естера гліоксалевої кислоти; б) нітрила піровиноградної кислоти; в) метилового естера ацетооцтової кислоти; г) аміда γ -кетовалеріанової кислоти; д) оксиму β -масяної кислоти; е) фенілгідрозона ацетооцтового естера; ж) натрієвої солі ацетооцтової кислоти.
7. Дайте назву наступним речовинам за міжнародною номенклатурою:

а) OHC-COOH	е) $\text{CH}_3\text{-CO-CH(CH}_2\text{CH}_2\text{-COOH)}$
б) $\text{OHC-CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	ж) $\text{OHC-CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$
в) OHC-CH=CH-COOH	з) $\text{CH}_3\text{-CO-CH(CH}_2\text{)COOC}_2\text{H}_5$
г) $\text{CH}_3\text{-CO-COOH}$	и) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCONH}_2$
д) $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{COOH}$	к) $\text{CH}_3\text{-C(OH)(CH}_2\text{)COOC}_2\text{H}_5$
8. Вкажіть які речовини утворюються при нагріванні таких кислот: а) β -кетокапронової; б) α -метил- β -кетовалеріанової; в) етилацетооцтової; г) диметилацетооцтової.
9. Напишіть реакції ацетооцтового ефіру з такими речовинами: а) NaHSO_3 ; б) NH_2OH ; в) CH_3COCl ; г) Br_2 ; д) CH_3MgI
12. Напишіть схеми перетворень, назвіть продукти реакцій:



Лабораторна робота № 17

Тема: Ліпіди. Мила.

Мета: дослідити властивості ліпідів та способи добування мила.

Теоретична частина

Ліпіди – складні органічні речовини рослинного та тваринного походження, що за будовою є похідними ВЖК, спиртів та альдегідів, сполучені естерним, етерним, амідним або глікозидним зв'язком.

До ліпідів належать гліцериди – естери гліцерину та ВЖК, воски – естери ВЖК та одноатомних спиртів, фосфоліпіди та сфінголіпіди.

Ліпіди поширені в природі, оскільки є обов'язковою складовою клітинної мембрани. Вони разом з білками та вуглеводами утворюють основну масу органічних речовин усіх живих організмів. Ліпіди є компонентами запасних та захисних речовин.

Жири – естери триатомного спирту гліцерину та вищих аліфатичних монокарбонових кислот.

Поняття „жири” зазвичай відноситься до тваринних жирів, що знаходяться при кімнатній температурі в твердому стані. Виняток становить рідкий риб'ячий жир. Рослинні олії при кімнатній температурі знаходяться в рідкому стані (виключення – тверде пальмове масло).

Тваринні жири присутні в молоці і молочних продуктах, свинячому салі, баранячому, яловичому, риб'ячому жирі. Рослинні олії (жирні масла) отримують з насіння соняшнику, кукурудзи, сої, арахісу і інших олійних рослин.

Жири мають велике практичне значення, особливо як продукти харчування. Переробкою жирів добувають мила, стеарин, оліфи для масляних фарб.

Важливими показниками якості жирів є:

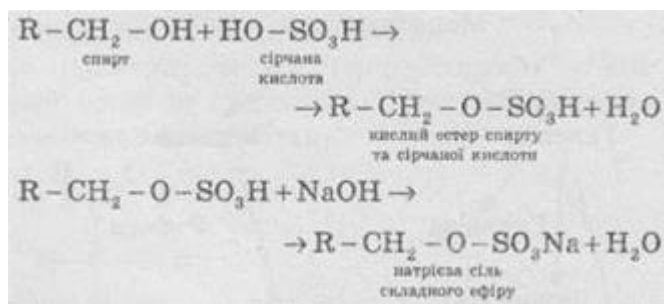
Кислотне число – кількість міліграмів КОН, яка витрачається для нейтралізації ВЖК, що містяться в 1 г жиру.

Йодне число – кількість грамів йоду, що може приєднатися за місцем подвійних зв'язків до 100 г жиру.

Число омилення – кількість міліграмів КОН, яка потрібна для омилення 1 г жиру. Чим вище число омилення, тим нижча якість жиру.

Мило – солі вищих карбонових кислот. Розрізняють тверде мило – натрієві солі вищих карбонових кислот $C_{17}H_{35}COONa$ — натрій стеарат і рідке мило – калієві солі вищих карбонових кислот $C_{17}H_{35}COOK$ — калій стеарат. Основний метод добування мила — гідроліз жирів.

Солі вищих карбонових кислот добувають у промисловості окисненням вуглеводнів, що входять до складу парафіну (нафти). Але мило, добуте із синтетичних кислот, аналогічне за своєю хімічною природою до звичайного мила, отже, має його недоліки: погано миє у твердій воді. Саме тому зараз розвивається виробництво мийних засобів іншого типу: це синтетичні мийні засоби (СМЗ), Один із видів СМЗ являє собою сіль кислих естерів вищих спиртів та сульфатної кислоти:



На відміну від звичайного мила, такі речовини не втрачають мийних властивостей у твердій воді, тому що утворені при цьому кальцієві та магнієві солі виявляються розчинними й, отже, поверхнево-активна речовина залишається у воді, а не випадає в осад.

Експериментальна частина

Дослід 1. Розчинність жирів

1. На фільтрувальний папір нанести 3 окремі плями олії по одній краплі.
2. До плям доторкнутися капіляром з хлороформом, до другої – зі спиртом, до третьої – з водою.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 53

Розчинність жирів

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 2. Виділення вільних жирних кислот з мила

1. В пробірку внести 5 крапель концентрованого розчину мила
2. Додати 1 краплю концентрованої сульфатної кислоти
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 54

Виділення жирних кислот з мила

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 3. Утворення нерозчинних солей вільних жирних кислот

1. В три пробірки наливають по 2-3 мл 0,5% мильного розчину
2. В першу додають 1 мл 5%-го розчину хлориду кальцію, в другу – 1 мл 5%-го розчину ацетату плюмбуму, в третю – 1 мл 5%-го розчину сульфату купруму (II).
3. Пробірку з осадом мідного мила (світло-блакитного кольору) нагрівають до початку кипіння, при цьому мідне мило спливає у вигляді смарагдово-зеленого кільця. Якщо в розчині знаходиться надлишок натрієвого мила, то зелене кільце не утворюється. В цьому випадку додають ще трошки 5%-го розчину сульфату купруму і знову суміш нагрівають до кипіння.
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Утворення нерозчинних солей ВЖК

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 4. Гідроліз натрієвих солей вищих жирних кислот.

1. У суху пробірку наливають 1 мл спиртового розчину мила і додають декілька крапель спиртового розчину фенолфталеїну.
2. Потім безбарвну суміш обережно (по стінці) приливають в пробірку з водою.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 56

Гідроліз мила

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 5. Окислення олеїнової кислоти перманганатом калію.

1. У пробірку наливають 1 мл 1%-го розчину перманганату калію, 1 мл 10%-го розчину карбонату натрію і 0,5 мл соняшникової олії (24-40 % олеїнової кислоти та 46-62% лінолевої кислоти).
2. Суміш енергійно перемішують.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 57

Окиснення олеїнової кислоти перманганатом калію

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 6. Визначення кислотного числа жиру

1. 3-5г жиру розтоплюють на водяній бані з температурою 50-60°C і розчиняють у 50 мл нейтральної спиртово-ефірної суміші у витяжній шафі.
2. До прозорого розчину доливають 3-4 краплі фенолфталеїну і при постійному збовтуванні титрують розчином калій гідроксиду до зміни забарвлення.
3. Якщо у процесі титрування лугом розчин помутніє, то для його освітлення необхідно додати нейтральної суміші розчинника.

Кислотне число (Кч) визначають за формулою:

$$Kч = \frac{a \cdot k \cdot 5,61}{m}$$

де: а – кількість 0,1н розчину лугу, затраченого на титрування, мл;

к – коефіцієнт поправки на титр 0,1н;

5,61 – коефіцієнт перерахунку мілілітрів 0,1н розчину КОН в міліграми;

m – наважка жиру, г.

Дослід 7. Добування мила з жиру

1. У фарфорову чашку наливають 2-3 мл олії
2. Додають 20 мл 10% їдкого натру і поступово нагрівають суміш на піщаній бані 20-30 хвилин. Суміш дуже піниться, тому її весь час треба помішувати.
3. Час від часу доливають в чашку дистильовану воду щоб підтримувати постійний об'єм замість википаючої води.
4. Через 15-20 хвилин перевіряють повноту омилення. Для цього відбирають кілька краплин суміші в пробірку з гарячою водою. Процес гідролізу вважається завершеним, коли суміш повністю розчиниться у воді.
5. Суміш трохи охолоджують і додають 20 мл насиченого розчину кухонної солі. Мило спливає на поверхню та затвердіває.
6. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 58

Добування мила

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Контрольні питання

1. Як можна олеїнову кислоту перетворити в стеаринову? Напишіть рівняння відповідної реакції.
2. Наведіть приклад рідкого та твердого жиру. Що треба зробити, щоб рідкий жир став твердим?
3. Яку реакцію має водний розчин мила? Відповідь поясніть.
4. Для 1-стеарату-2-пальмітату-3-олеїноату гліцерину напишіть реакцію переестерифікації. Назвіть сполуки, які при цьому можна одержати.
5. Напишіть реакцію одержання рідкого мила з 1,2,3-тристеарату гліцерину.
6. В чому суть процесу окиснення жирів?
7. Якою реакцією одержують мило з жирів? Напишіть приклад такої реакції.
8. На прикладі 1,2,3-тристеарату гліцерину напишіть реакцію алкоголізу.
9. Для 1,2-дистеарату-3-олеїноату гліцерину напишіть реакцію гідрування.
10. На прикладі 1,2,3-пальмітату гліцерину напишіть реакцію гідролізу.
11. Напишіть структурні формули естеру оцтової кислоти і таких спиртів: метанолу, ізо-пропанолу, трет-бутанолу. Напишіть реакції їх добування та дайте назви речовинам.
12. Напишіть реакції омилення метилформіату, етилпропанату, третбутилацетату, тригліцериду олеїнової кислоти.
13. Складіть формули таких ефірів: ізопропіловий ефір масляної кислоти, метиловий ефір акрилової кислоти, бутиловий ефір терефталевої кислоти,

тригліцерид маргаринової кислоти ($C_{16}H_{33}COOH$). Напишіть реакції омилення та гідролізу цих ефірів.

14. Як можна добути мило з жиру, що є тригліцеридом стеаринової кислоти?

Лабораторна робота № 18

Тема: Амінокислоти: основні фізико-хімічні характеристики.

Мета: дослідити властивості амінокислот та способи їх добування.

Теоретична частина

Амінокислоти – це гетерофункціональні сполуки, які містять у молекулах одночасно амінні й карбоксильні групи. Отже, амінокислоти можна розглядати як карбонові кислоти, у вуглеводневих залишках яких або кілька атомів Гідрогену заміщені на аміногрупи.

Класифікація

- Залежно від кількості функціональних груп розрізняють:
 - Моноаміномонокарбонові кислоти (одна аміно, одна карбоксильна група);
 - Діаміномонокарбонові (основні) амінокислоти;
 - Моноамінодикарбонові (кислі) амінокислоти;
 - Діамінодикарбонові кислоти.
- Залежно від характеру вуглеводневого залишку амінокислоти поділяють на аліфатичні, ароматичні, гетероциклічні
- Залежно від розміщення аміногрупи відносно карбоксилу в головному ланцюгу розрізняють α -, β -, γ -.
- За походженням: синтетичні та природні. Серед природних, у свою чергу, розрізняють ті, що входять до складу білків (протеїногенні), і ті, що до складу білків не входять (непротеїногенні), а також окремо виділяють так звані незамінні амінокислоти, які необхідні тваринному організму, але не можуть у ньому синтезуватись.

Номенклатура

За номенклатурою IUPAC амінокислоти називають як відповідні їм карбонові кислоти, позначаючи аміногрупу (префіксом аміно-) як замісник у головному карбоновому ланцюгу.

Іноді основою є тривіальна назва карбонової кислоти, наприклад масляна, валеріанова тощо, а положення аміногрупи вказують літерами α -, β -, γ -і т.д. Такі назви умовно вважають раціональними.

Найпоширенішими для амінокислот є тривіальні назви, зумовлені їхніми характерними ознаками, властивостями або назвами продуктів, з яких вони виділені.

Експериментальна частина

Дослід 1. Порівняльна оцінка сили амінокислот та відповідних ім карбонових кислот

1. У три пробірки поміщають: в першу - 1 мл розчину гліцину, в другу – 1 мл оцтової кислоти, в третю – дистильованої води.
2. У кожну пробірку додають 2 краплі метилового червоного.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 59

Порівняльна оцінка сили амінокислот та відповідних карбонових кислот

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 2. Реакція амінокислот з ферум (III) хлоридом

1. До 1 мл розчину гліцину додають 2 краплі розчину ферум (III) хлориду.
2. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 60

Взаємодія амінокислот з ферум (III) хлоридом

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 3. Взаємодія амінокислот з солями Купруму

1. У пробірку наливають 1 мл розчину гліцину і вносять по кристалику мідного купоросу і натрій ацетату
2. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 61

Взаємодія амінокислот з солями Купруму

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 4. Утворення внутрішньокмплєксних сполук

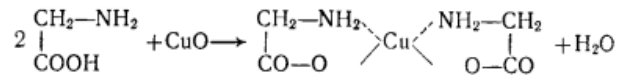
1. Помістити в пробірку 0,2 г гліцину, додати 5 мл води
2. Додати 1 г порошку купрум (II) оксиду і прокип'ятити протягом кількох хвилин до забарвлення розчину в яскраво синій колір.
3. Для виділення комплексної солі в чистому вигляді суміш відфільтровують від надлишку CuO
4. Фільтрат виливають у фарфорову чашку і нагрівають на водяній бані до кристалізації солі. Після охолодження сіль кристалізується у вигляді дрібних голубих голок.
5. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 62

Утворення внутрішньокмплєксних сполук

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

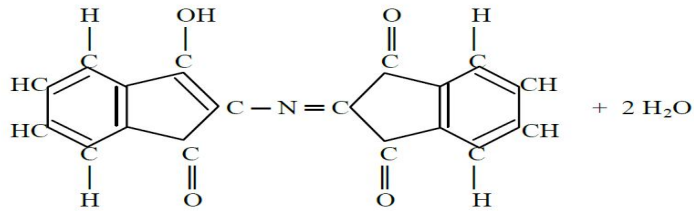
Реакція відбувається за схемою:



Дослід 5. Реакція амінокислот з нінгідрином

Принцип. Нінгідринова реакція обумовлена наявністю в складі білків та амінокислот аміногрупу в α -положенні.

При нагріванні білка з водним розчином нінгідрину амінокислоти окиснюються з утворенням відповідного альдегіду, амоніаку та карбон (IV) оксиду, а нінгідрин при цьому відновлюється. Відновлений нінгідрин конденсується з аміаком і окисненою формою нінгідрину та утворює комплексну сполуку синьо-фіолетового кольору:



Ця реакція не є специфічною лише для амінокислот, а й характерна для амінів та амідів.

Нінгідрин є токсичною речовиною!!!!, тому слід уникати потрапляння його на шкіру та слизові оболонки.

1. В пробірку внести 4 краплі розчину гліцину та дві краплі розчину нінгідрину
2. Нагріти пробірку
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 63

Взаємодія амінокислот з нінгідрином

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції

Дослід 6. Амфотерні властивості гліцину

1. В пробірку внести 5 крапель розчину гліцину
2. Додати 1 краплю метилового червоного.
3. Потім додати 6 крапель формаліну
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

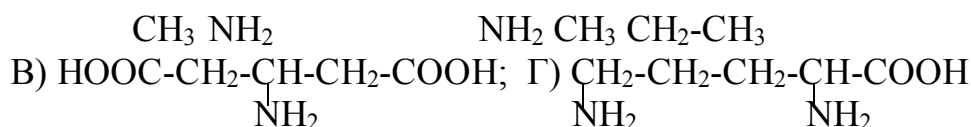
Таблиця 64

Амфотерні властивості гліцину

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції

Контрольні питання

1. Напишіть структурні формули таких амінокислот: а) 3-амінопропанова кислота; б) 4-метил-2-амінопентанова кислота; в) 2,3-діаміно-2,3-диметилгексанова кислота; г) N-метил-3-амінобутанова кислота.
2. Назвіть сполуки за номенклатурою IUPAC та раціональною номенклатурою:
 А) $\text{CH}_3\text{-CH-CH-COOH}$; б) $\text{CH}_2\text{-CH-CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
 $\quad \quad \quad | \quad \quad \quad | \quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \quad \quad \text{H}$



3. Напишіть схему синтезу аланіну з відповідної кислоти.
4. Напишіть рівняння декарбоксілювання серину
5. Написати рівняння внутрішньомолекулярного дезамінування триптофану
6. Написати дипептид лей-мет, вказати в якому середовищі лежить його ІЕТ
7. Напишіть рівняння реакцій, які підтверджують амфотерність валіну (2-аміно-3-метилбутанової кислоти). Які властивості переважатимуть в аспарагінової кислоти (2-амінобутандіової кислоти)?
8. Напишіть рівняння реакцій за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:
 - а) Пропанова кислота \rightarrow 2-хлорпропанова кислота \rightarrow 2-амінопропанова кислота \rightarrow

$$\text{NH}_2\text{-CH-CO-NH-CH-COOH}$$

$$\text{CH}_3 \qquad \qquad \text{CH}_3$$
 - Б) етанова кислота \rightarrow А \rightarrow аміноетанова кислота \rightarrow Б \rightarrow $[\text{CH}_3\text{NH}_3]\text{Cl}$
9. Напишіть рівняння реакцій між валіном (2-аміно-3-метилбутановою кислотою) і такими речовинами: а) гідроксидом натрію; б) бромідною кислотою; в) метанолом
10. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких з етанолу можна добути гліцин (аміноетанову кислоту).

Лабораторна робота № 19

Тема: Білки: кольорові реакції та основні характеристики.

Теоретична частина

Білки – це біополімери, мономерами яких є амінокислоти. Білок складається щонайменше з п'ятдесяти амінокислотних залишків, з'єднаних між собою пептидними зв'язками, що формуються за рахунок взаємодії карбоксильної та аміногрупи.

Існують дві різновидності кольорових реакцій:

- універсальні – біуретова (на всі білки) і нінгідринова (на всі амінокислоти та білки);
- специфічні – тільки на деякі амінокислоти як в молекулі білка, так і в розчинах окремих амінокислот.

Радикали амінокислот дають різноманітні забарвлення, що зумовлює можливість виявлення більшості з них певними кольоровими реакціями.

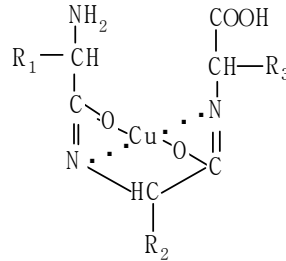
Кольорові реакції широко використовуються для виявлення білкової природи речовин, вивчення амінокислотного складу різних природних білків і пептидів, для ідентифікації індивідуальних амінокислот. Багато з них є досить чутливими та високо специфічними, що дозволяє відкривати незначні кількості білків та амінокислот в досліджуваних об'єктах.

Експериментальна частина

Дослід 1. Біуретова реакція (реакція Піотровського)

Принцип. Біуретова реакція зумовлена наявністю в молекулах білків пептидних зв'язків. Ця реакція ґрунтується на утворенні хелатного комплексу Cu^{2+} з функціональними групами пептидних зв'язків у лужному середовищі, при цьому виникає синьо-фіолетове забарвлення.

Найпростіший пептид, який дає позитивну біуретову реакцію, – трипептид:



Біуретову реакцію дають також амінокислота гістидин і амід аспарагінової кислоти.

1. В пробірку наливають 1 мл 1% розчину білку
2. Додають 5 крапель 10% розчину NaOH та 1-2 краплі 1% розчин CuSO_4
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

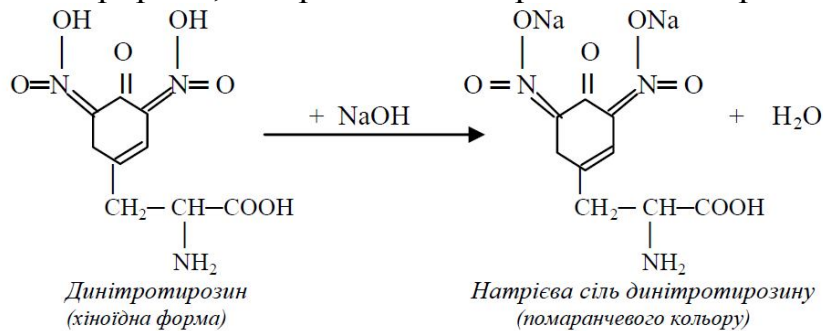
Таблиця 65

Біуретова реакція

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 2. Ксантопротеїнова реакція (реакція Мульдера)

Принцип. При нітруванні бензольного циклу ароматичних амінокислот (фенілаланін, тирозин, триптофан) концентрованою нітратною кислотою відбувається утворення нітросполук жовтого кольору, які за присутності луґу дають солі хіноїдної природи, забарвлені в помаранчевий колір.



1. До 1 мл 1% розчин білку додати 5 крапель концентрована HNO_3
2. Обережно нагріти до появи забарвлення. Охолодити
3. Додати 10 крапель концентрований розчин NH_3
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

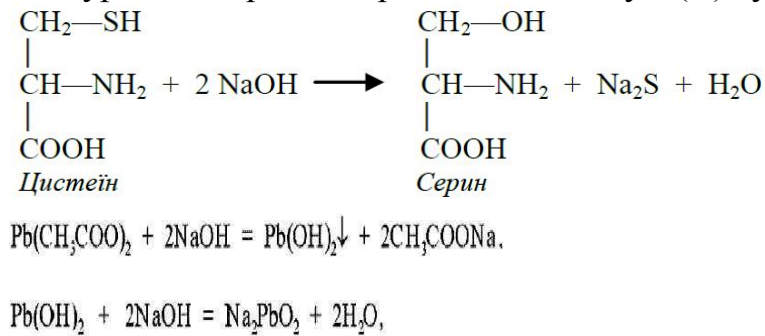
Таблиця 66

Ксантопротеїнова реакція

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 3. Реакція Фоля

Принцип. При нагріванні розчину білка, який містить сірковмісні амінокислоти (цистеїн, метіонін) з п्लомбум ацетатом в присутності лугу, спостерігається буре або чорне забарвлення п्लомбум (II) сульфід.



1. До 2 крапель 5% розчин п्लомбум (II) ацетату по краплям до повного розчинення осаду додати 30% розчин NaOH
2. Додати 1 мл 1% розчин білка
3. Закип'ятити
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

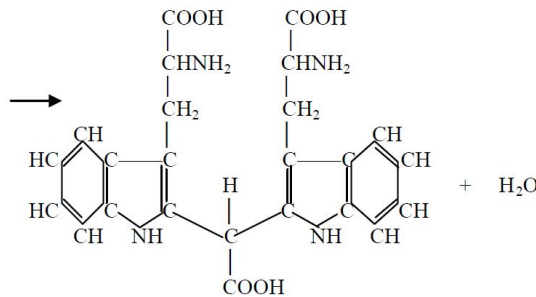
Таблиця 67

Реакція Фоля

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 4. Реакція Адамкевича

Принцип. Триптофан у кислому середовищі взаємодіє з гліоксалевою кислотою, яка в невеликій кількості міститься в концентрованій оцтовій кислоті. Продукт конденсації забарвлений в червоно-фіолетовий колір.



1. До 1 мл 1% розчин білку додати 0,5 мл концентрована CH_3COOH
2. Обережно нагріти до розчинення осаду. Охолодити
3. Додати 1 мл концентрована H_2SO_4
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 68

Реакція Адамкевича

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 5. Осадження яєчного білка під час нагрівання

1. В пробірку помістити 2 мл розчину білку
2. На водяній бані нагріти до кипіння
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 69

Термічна денатурація білка

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 6. Денатурація білка мінеральними кислотами

1. У три пробірки налити по 1 мл розчину білку.
2. У 1 додати 0,5 мл концентрованої сульфатної кислоти, у 2 – 0,5 мл концентрованої хлоридної кислоти, у 3 – 0,5 мл концентрованої нітратної кислоти.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 70

Денатурація білка мінеральними кислотами

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 7. Оборотно осадження білка з розчину

1. У пробірці змішати 5 крапель розчину білка та 5 крапель насиченого розчину амоній сульфату, злегка струсити.
2. Після появи каламуті влити 1 краплю одержаного мутного розчину у пробірку, яка містить 1 мл води та струсити.
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 71

Оборотно осадження білку

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Дослід 8. Осадження білка солями важких металів

1. У дві пробірки налити по 1 мл розчину білка.
2. В першу додати 3 краплі купрум (II) сульфату, в II – 3 краплі розчину плюмбум ацетату.
3. До кожної пробірки прилити по 2 мл води.
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 72

Осадження білка солями важких металів

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Контрольні питання

1. За допомогою якої реакції можна виявити білки в досліджуваних об'єктах? Пояснити їх принцип та записати хімізм реакцій.

2. За допомогою якої реакції можна виявити сірковмісні амінокислоти? Пояснити її принцип та записати хімізм.
3. За допомогою якої реакції можна виявити ароматичні амінокислоти? Пояснити її принцип та записати хімізм.
4. За допомогою якої реакції можна виявити триптофан? Пояснити її принцип та записати хімізм.
5. Побудувати трипептид: Аспарагіл-аланін-лізин
6. За допомогою яких реакцій можна розрізнити такі речовини: розчин білка, розчин оцтової кислоти, бензол, розчин фенолу, розчин мурашиної кислоти, розчин гліцерину. Складіть рівняння відповідних реакцій.
7. Напишіть рівняння реакцій ланцюжка перетворень.
 - А) $\text{CH}_4 \rightarrow \text{A} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}/\text{Hg}^{2+}} \text{B} \xrightarrow{\text{Ag}_2\text{O}} \text{C} \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{D} \xrightarrow{\text{NH}_3} \text{E}$
 - Б) $\text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow{\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4} \text{A} \xrightarrow{\text{HI}} \text{B} \rightarrow \text{N}_2$
 $\text{B} \xrightarrow{\text{Br}_2} \text{D}$
 $\text{B} \xrightarrow{\text{HCl}} \text{C}$
 - В) $\text{CH}_3\text{COOH} \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{A} \xrightarrow{\text{NH}_3} \text{B} \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} \text{C}$
 - Г) $\text{CaC}_2 \rightarrow \text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
8. Обчисліть масу солі, яка утворилася внаслідок взаємодії β-аланіну масою 22,25 г з хлоридною кислотою.
9. Під час взаємодії хлороцтової кислоти з амоніаком об'ємом 5,6 л добуто 17,8 г гліцину. Яка масова частка виходу гліцину від теоретично можливого?

Лабораторна робота № 20

Тема: Виділення рибонуклеопротейдів з біологічного матеріалу та якісні реакції на продукти їх гідролізу.

Теоретична частина

Нуклеїнові кислоти – біополімери, мономерами яких є нуклеотиди.

Кожний нуклеотид складається з пуринової або піримідинової основи, вуглеводу – пентози (рибоза – в РНК, дезоксирибоза – в ДНК) та залишку фосфорної кислоти. До складу РНК входять такі азотисті основи, як аденін, гуанін, цитозин і урацил, а до складу ДНК – замість урацилу – тимін.

ДНК забезпечує передачу генетичної інформації, бере участь у синтезі білка, міститься в ядрі та цитоплазмі. Передача спадкової інформації від покоління до покоління відбувається за рахунок реплікації. Під час поділу клітин обидва полінуклеотидні ланцюги ДНК розкручуються та розходяться. Після чого кожен з ланцюгів добудовує собі подібний ланцюг за принципом комплементарності. У результаті реплікації з однієї молекули утворюється 2 цілком ідентичні молекули ДНК.

Рибонуклеїнова кислота (РНК) знаходиться, головним чином, у цитоплазмі клітини та її структурних утвореннях (мітохондрії, рибосоми).

Експериментальна частина

Дослід 1. Одержання нуклеопротейдів з дріжджів.

1. 10 г дріжджів змішують у ступці з сумішшю з 2 мл ефіру і 2 мл води, додають 5 г піску і ретельно розтирають, підливаючи до розтертої маси невеликими порціями 40 – 50 мл 0,4%-ного розчину гідроксиду натрію. Розтирання продовжують ще протягом 15 – 20 хвилин.
2. Після цього осад або фільтрують або, краще, відділяють шляхом центрифугування.
3. Центрифугат зливають в стакан і до нього додають невеликими порціями (по 0,5 мл) 10%-ну оцтову кислоту до слабокислої реакції по лакмусу (5 – 6 мл).
4. Отриманий осад нуклеопротейдів відділяють центрифугуванням.

Дослід 2. Гідроліз нуклеопротейду.

1. Нуклеопротейд, одержаний з дріжджів, переносять у колбу для гідролізу, додають 15 см³ 5 % розчину сульфатної кислоти.
2. Колбу закривають пробкою зі зворотним холодильником і обережно кип'ятять протягом години.
3. Після охолодження гідролізат фільтрують у хімічну склянку, і використовують для аналізу продуктів гідролізу.

Дослід 3. Аналіз продуктів гідролізу нуклеопротейдів.

3.1. Виявлення простих білків.

Принцип. Біуретова реакція зумовлена наявністю в молекулах білків пептидних зв'язків. Ця реакція ґрунтується на утворенні хелатного комплексу Cu^{2+} з функціональними групами пептидних зв'язків у лужному середовищі, при цьому виникає синьо-фіолетове забарвлення.

1. В пробірку поміщають 0,5 мл гідролізату дріжджів
2. Додають 0,5 мл 10% розчин NaOH (нейтралізують гідролізат) та 3 краплі 2% CuSO_4
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Таблиця 73

Виявлення білків у складі нуклеопротейдів

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції

3.2. Виявлення пентоз

Принцип. Реакція ґрунтується на здатності моно- та дисахаридів при нагріванні в лужному середовищі окиснюючись відновлювати блакитний Cu (II) гідроксид в жовтий Cu (I) гідроксид. При подальшому нагріванні утворюється купрум (I) оксид цегляно-червоного кольору.

1. В пробірку поміщають 1 мл гідролізату
2. Додають 10% розчин NaOH (нейтралізують гідролізат) та 1 мл реактиву Фелінга
3. Обережно нагрівають
4. Отримані результати занесіть до таблиці.

Виявлення пентоз у складі нуклеопротейдів

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

3.3. Виявлення пуринових основ

Принцип. Пуринові основи з аміачним розчином аргентуму нітрату утворюють осад, що забарвлюється у світло-коричневий колір.

1. В пробірку поміщають 2 мл гідролізату
2. Додають 5-6 краплин концентрованого розчину аміаку
3. Потім додають 0,5 мл 1% розчин AgNO_3
4. Через 5 хв фіксують зміни
5. Отримані результати занесіть до таблиці.

Виявлення пуринових основ у складі нуклеопротейдів

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

3.4. Виявлення фосфатної кислоти

Принцип. Фосфати у кислому середовищі утворюють з молібдатами забарвлені фосфатно-молібденові комплекси.

1. У пробірку поміщають 2 мл гідролізату
2. Додають 4 мл молібдату амонію
3. Отримані результати занесіть до таблиці.

Виявлення пуринових основ у складі нуклеопротейдів

Хід виконання	Спостереження	Рівняння реакції
---------------	---------------	------------------

Контрольні питання

1. Напишіть стадії повного гідролізу нуклеопротейдів.
2. Напишіть формули піридинових та пуринових основ, що входять до складу РНК та ДНК.
3. Напишіть будь-який нуклеотид, що входить до складу ДНК.
4. Яким чином проходить з'єднання нуклеотидів в нуклеїнових кислотах?
5. В чому полягає правило Чаргаффа?
6. Будова ДНК та її локалізація у клітині.
7. Будова та види РНК. Її локалізація у клітині.
8. Записати будову нуклеозидів аденіну, гуаніну, цитозину, тиміну, урацилу. Дати повні та скорочені назви.
9. Записати формули і дати повні та скорочені назви нуклеотидам, що містять аденін, гуанін, цитозин, тимін.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Березан О.В. Органічна хімія / О.В. Березан. – К.: Абрис, 2000. – 304 с.
2. Бобрівник Л.Д. Органічна хімія / Л.Д. Бобрівник, В.М. Руденко, Г.О. Лезенко. – К. : ВТФ «Перун», 2005. – 544 с.
3. Буря О.І. Органічна хімія / О.І. Буря. – Дніпропетровськ : Січ, 2002. – 174 с.
4. Домбровський А.В. Органічна хімія / А.В. Домбровський, В.М. Найдан. – К. : Вища школа, 1992. – 503 с.
5. Кононський О.І. Органічна хімія / О.І. Кононський. – К. : Дакор, 2003. – 568 с.
6. Кононський О.І. Практикум з органічної хімії / О.І. Кононський. – К.: Вища школа, 2002. – 247 с.
7. Общий практикум по органической химии: учеб. пособ. для студ. вузов III – IV уровней аккредитации. / В.П. Черных, И.С. Гриценко, М.О. Лозинский, З.И. Коваленко. – Х.: Из-во НФАУ «Золотые страницы», 2002. – 592 с.
8. Органічна хімія / В.Я. Чирва, С.М. Ярмолюк, Н.В. Толкачова, О. Є. Земляков. – Львів: БаК, 2009. – 996 с.
9. Органічна хімія : метод. реком. для організації самостійної роботи та лабораторного практикуму студентів I курсу агрономічного факультету та факультету технології виробництва та переробки продукції тваринництва / уклад. О.П. Мітрясова – Миколаїв: МДАУ, 2005. – 59 с.
10. Органічна хімія : метод. реком. з організації самостійної роботи та контрольні завдання для студентів заочної форми навчання агрономічного факультету спеціальності: “Агрономія” / уклад. О.П. Мітрясова – М.: МДАУ, 2004. – 74 с.

Навчальне видання

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Методичні рекомендації

Укладач: **Діордіца** Яна Вікторівна

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 4,0.
Тираж 10 прим. Зам. № ____

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Г. Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.