

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В. Н. КАРАЗІНА

БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ СПОЛУКИ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Методичні вказівки
до практичних занять для здобувачів вищої освіти другого
(магістерського) рівня денної форми здобуття освіти за
спеціальністю 015 «Професійна освіта (Аграрне виробництво,
переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології)»

Електронний ресурс

Харків – 2025

УДК 664.6 584.19
Б 63

Рецензенти:

Євлаш В. В. – доктор технічних наук, професор, зав. кафедри хімії, біохімії, мікробіології та гігієни харчування Державного біотехнологічного університету;

Литвин О. О. – доктор фізико-математичних наук, професор, в.о. зав. кафедри харчових технологій легкої промисловості і дизайну Навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

*Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням Науково-методичної ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 8 від 28 березня 2025 року)*

Біологічно активні сполуки в харчових продуктах : методичні вказівки до
Б 63 практичних занять для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
денної форми здобуття освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта (Аграрне
виробництво, переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології)»
[Електронний ресурс] / укладачі І. В. Цихановська, О. В. Александров,
Д. К. Кудін. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – (PDF 46 с.)

Методичні вказівки для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня денної форми здобуття освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта (Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології)» містять рекомендації щодо виконання практичних занять. Рекомендації складено відповідно до програми дисципліни «Біологічно активні сполуки в харчових продуктах», яка викладається магістрам 1 курсу спеціальності 015 «Професійна освіта (Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології)» ХНУ імені В. Н. Каразіна. Методичні вказівки допоможуть здобувачам вищої освіти засвоїти теоретичний курс і набути практичних навичок.

УДК 664.6 584.19

© Харківський національний
університет імені В. Н. Каразіна, 2025
© Цихановська І. В., Лазарева Т. А.,
Кудін Д. К., уклад., 2025

ЗМІСТ

Практичне заняття № 1. «Визначення естерів та жирів. Властивості. Якісний аналіз».....	4
Практичне заняття № 2. «Визначення терпенів. Якісний функціональний аналіз терпенів та терпеноїдів».....	8
Практичне заняття № 3. «Визначення білків. Буферні властивості білків. Якісний аналіз».....	11
Практичне заняття № 4. «Визначення вуглеводів. Моно-, ди-, оліго-, полісахариди. Властивості. Якісний аналіз».....	16
Практичне заняття № 5. «Визначення алкалоїдів. Властивості. Якісний аналіз».....	24
Практичне заняття № 6. «Визначення харчової, біологічної та енергетичної цінності кефіру жирного (3,2 % жирн) (200 г)».....	27
Практичне заняття № 7. «Визначення харчової, біологічної та енергетичної цінності цибулі зеленої (100 г)».....	36
Практичне заняття № 8. «Визначення харчової, біологічної та енергетичної цінності ковбаси молочної (100 г)».....	39
Література.....	44

Практичне заняття № 1

«Визначення естерів та жирів. Властивості. Якісний аналіз»

Мета: Ознайомитися з характеристикою естерів та жирів (ліпідів) й їх аналізу фізико-хімічними методами

План

1.1 Теоретична частина

1.2 Практична частина

1.1 Теретична частина

Естери (складні ефіри) – найбільш багато чисельна група запашних речовин. Естери нищих жирних кабронових кислот та насичених спиртів мають фруктові аромати. Їх використовують як компоненти фруктових есенцій та як ароматизатори.

Будучи електрофільними реагентами, естери здатні вступати в реакції неклеофільного заміщення, реагуючи з водою (гідроліз), спиртами (алкоголіз), гідразинами (гідразинололіз) та ін.

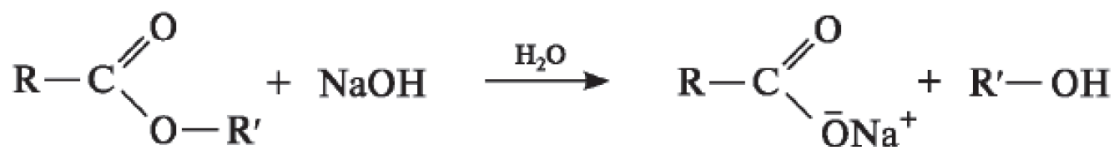
Ліпіди, або жироподібні речовини – велика група природних рганічних сполук, головним чином вищих аліфатичних кислот і спиртів. До простих, омилювальних ліпідів відносять естери гліцерину та вищих аліфатичних кислот. Такі сполуки ще називають триацилгліцеридами, або ж тригліцеридами. Жири містять дві або три головні кислоти і деякі інші кислоти в меншій кількості. Кислоти жирів – монокарбонові, мають нерозгалужений карбоновий ланцюг, як правило, з парним числом атомів Карбону.

1.2 Практична частина

Завдання 1.1. Гідроліз естеру

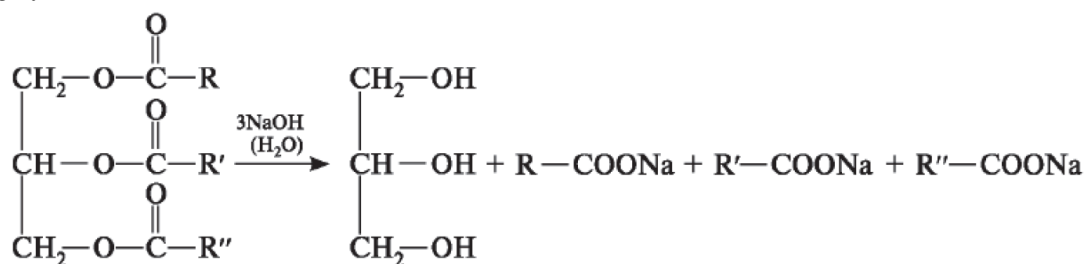
У пробірці змішують 2 мл естеру з 2 краплями розчину фенолфталеїну.

До одержаної суміші додають 10 крапель 20%-го розчину гідроксиду натрію. Суміш забарвлюється в інтенсивний малиновий колір, який не зникає в процесі перемішування. Пробірку з реакційною сумішшю закривають пробкою з повітряним холодильником і нагрівають на водяній бані (температура води - 70–80°C).



За аналогічних умов відбувається гідроліз жирів, таку реакцію також називають омиленням жирів.

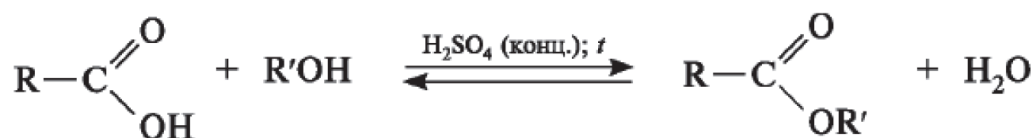
Внаслідок омилення утворюються гліцерин та солі вищих жирних кислот:



Реакцію проводять до забарвлення, або ж появи незникаючого блідо-рожевого забарвлення фенолфталеїну.

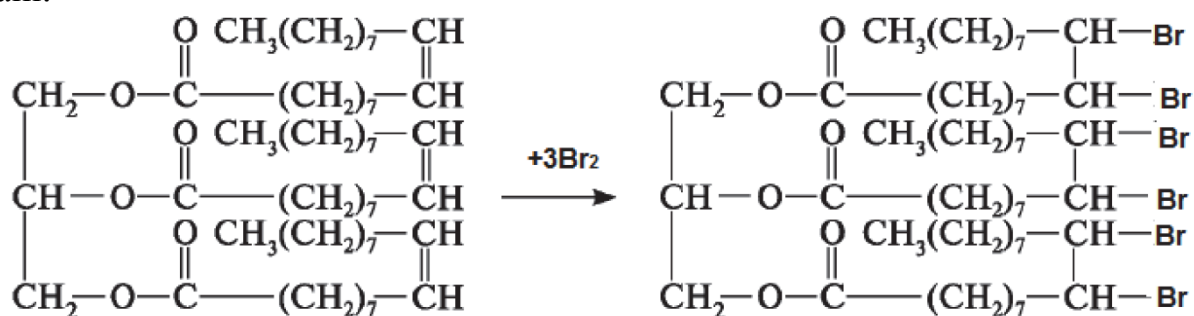
Завдання 1.2. Утворення естерів за реакцією естерифікації

У сухій пробірці змішати спирт, карбонову кислоту і концентровану сульфатну кислоту. Суміш прогріти на киплячій водяній бані впродовж 5 хв, періодично струшуючи. Після охолодження реакційну суміш вилити у пробірку з водою (5 мл). Утворення естру визначають за характерним запахом.



Завдання 1.3. Відношення рідких жирів до бромної води

У пробірку з олією (0,5 мл) додають 3–4 краплі бромної води. Реакційну суміш енергійно перемішують, або злегка прогрівають на водяній бані.

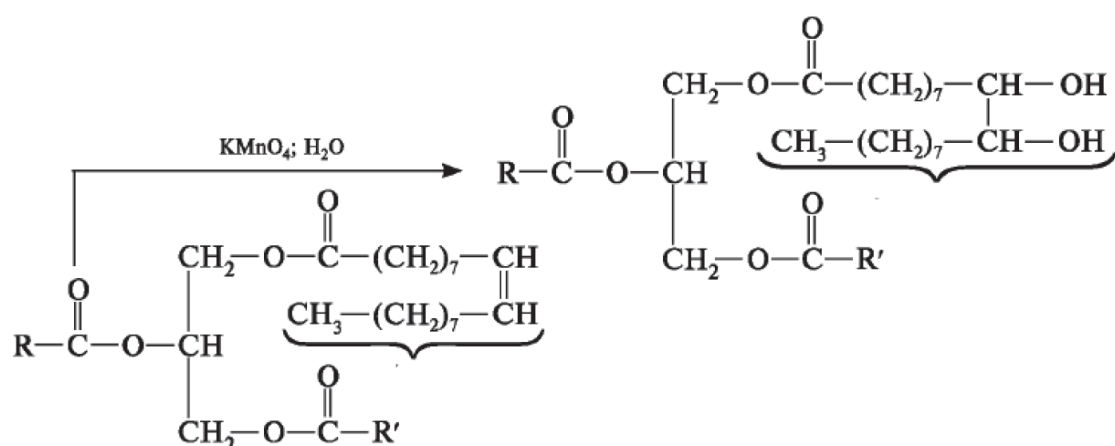


Реакція представлена на прикладі триолеїну

Під час реакції також визначають, як швидко знебарвлюється бромна вода.

Завдання 1.4. Відношення рідких жирів до водного розчину перманганату калію

Дослід проводять у пробірці, в яку попередньо вносять 2–3 краплі соняшникової олії або іншого рідкого жиру. Потім у пробірку добавляють 3–4 краплі перманганату калію. Реакційну суміш в пробірці енергійно перемішують.

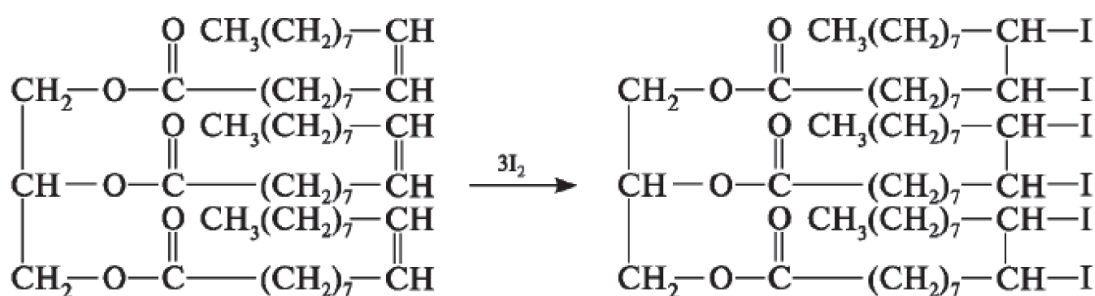


Реакція представлена на прикладі триолеїну

Визначають зміну забарвлення розчину перманганату калію.

Завдання 1. 5. Визначення ненасиченості жиру пробою зі спиртовим розчином йоду

У конічну колбу місткістю 50 мл вносять 1 мл олії і 9 мл хлороформу, а потім 2 краплі 2%-го розчину крохмалю (0,04 г в 2 мл крохмалю). До одержаної суміші при перемішуванні додають із бюретки краплями 0,05%-й спиртовий розчин йоду до утворення синього забарвлення (або на поверхні суміші з`являється кільце синього кольору).



Реакція представлена на прикладі триолеїну

Синтез естерів. Гідроліз естерів і жирів.

Завдання 1.6. Виконати завдання 1.2, змішавши спирт, карбонову кислоту і концентровану сульфатну кислоту у кількісному співвідношенні, наведеному у табл. 1.1. Визначити запах утвореного продукту

Таблиця 1.1 – Співвідношення реагентів для реакції естерифікації

Варіант	Назва естеру	Запах	Об'єм вихідних продуктів, мл			Час гідролізу, хв.
			Карбонова кислота	Спирт	Сульфатна кислота	
1	Бутилформіат		2	1	0,5	
2	Етилацетат		2	2	1,0	
3	Бутилацетат		2	1	0,5	
4	Амілацетат		2	1	0,5	
5	Ізоамілацетат		2	1	0,5	
6	Етилізовалеріат		2	2	0,5	

Здійснити гідроліз отриманого естеру, виконуючи завдання 1.6. Встановити час гідролізу.

Завдання 1.7. Виконати омилення жиру (чи олій), встановити число омилення і порівняти отримане число з теоретичними відомостями.

Таблиця 1.2. – Речовини до омилення

Варіант	Жир	Варіант	Олія
1	Свинячий	5	Оливкова
2	Баранячий	6	Пальмова
3	Курячий	7	Соняшникова
4	Лій	8	Гарбузова

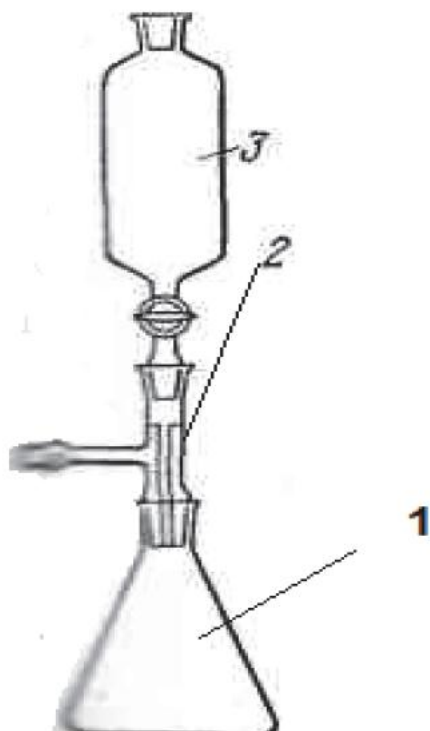


Рисунок 1.1.– Прилад для омилення. 1-термостійка колба; 2- відвідна трубка для аналізу фільтрату; 3- градуйована ділильна воронка.

У конічну колбу місткістю 50 мл приладу для омилення жирів (рис. 1.1) вносять 2-3 г твердого жиру, попередньо зваженого. Колбу закривають пробкою з ділильною лійкою, що має шкалу об'єму, в лійку наливають спиртовий розчин лугу (макс. 15 мл), встановлюють на мішалку і закріплюють на штативі. Вмикають нагрів мішалки (близько 70°C), прогрівають колбу при низьких обертах мішалки 1-2 хвилини. Поступово вливають (по 2-4мл) розчину з ділильної лійки, після приливання кожної порції обертають 5 хв.

Щоб встановити, чи закінчилось омилення жиру, кілька крапель гідролізату добавляють до 2-3 мл гарячої дистильованої води. Якщо гідролізат розчиняється повністю без виділення крапель жиру, омилення можна вважати закінченим, фіксують час омилення та об'єм прилитого спиртового розчину лугу. Після закінчення омилення в реакційну колбу добавляють 10 мл гарячого насиченого розчину хлориду натрію.

При цьому натрієві солі вищих карбонових кислот висолюються і спливають, утворюючи на поверхні реакційної суміші шар. Після охолодження реакційну суміш фільтрують. На фільтрі залишається тверде мило. Визначають число омилення, як кількість мг КОН на 1 г жиру. Результати розрахунку вносять у таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Результати омилення

Маса жир, г	Об'єм спиртового розчину КОН, мл	Маса КОН в визначеному об'ємі розчину, мг	Число омилення, мг/г

Контрольні питання:

1. Як називають естери за систематичною номенклатурою?
2. Наведіть приклади структурних формул ізомерних естерів, естерів.
3. Які лабораторні і промислові методи синтезу естерів вам відомі? Наведіть приклади відповідних хімічних реакцій.
4. Хімічні властивості естерів.
5. Напишіть структурні формули естерів, що мають значення для промисловості, медицини і ветеринарії. Вкажіть їх практичне використання.
6. Чим відрізняються за своїм складом тверді жири від рідких? Як перетворити рідкий жир у твердий?
7. Що таке мило? Чим відрізняються один від одного за своїм складом тверді та рідкі мила?
8. Загальна біологічна характеристика ліпідів.
9. Що таке «гідкнення жирів»? Які його причини? Як запобігти такому явищу?

Практичне заняття № 2

«Визначення терпенів. Якісний функціональний аналіз терпенів та терпеноїдів»

Мета: Ознайомитися з характеристикою та визначенням терпенів та терпеноїдів; їхнім якісним функціональним аналізом

План

- 2.1. Характеристика терпенів та терпеноїдів
- 2.2. Визначення та якісний функціональний аналіз терпенів та терпеноїдів.

2.1. Характеристика терпенів та терпеноїдів

Терпени (Неомилювальні ліпіди)

Терпени – природні сполуки, молекули яких побудовані з ізопренових фрагментів. До терпенів належать як вуглеводні, так і їх функціональні

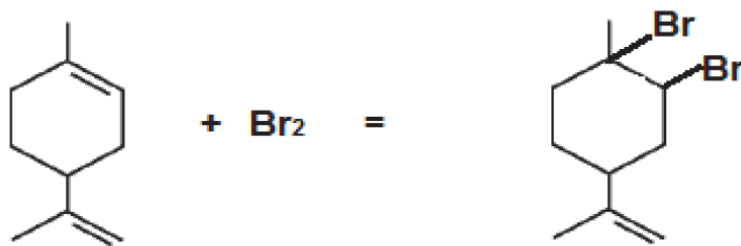
похідні (терпеноїди) – терпенові спирти, альдегіди, кетони. Терпени є складовою частиною ефірних олій рослинного походження (трояндова, цитринова, м'ятна, лимонна, гвоздична тощо), смоли хвойних дерев (скипидар).

Терпени поділяються на ациклічні, моноциклічні, біциклічні, трициклічні тощо. До основних моноциклічних терпенів належать похідні повністю або частково гідрованого *n*-цимолу: ментан, лімонен, терпінени, ментол тощо. За правилами IUPAC найпростішим циклічним терпенам надаються напівсистематичні назви з фіксованою нумерацією атомів Карбону циклу. У зв'язку з громіздкістю таких назв здебільшого вживаються емпіричні назви.

2.2. Визначення та якісний функціональний аналіз терпенів та терпеноїдів.

Завдання 2.1. Бромовання терпенів

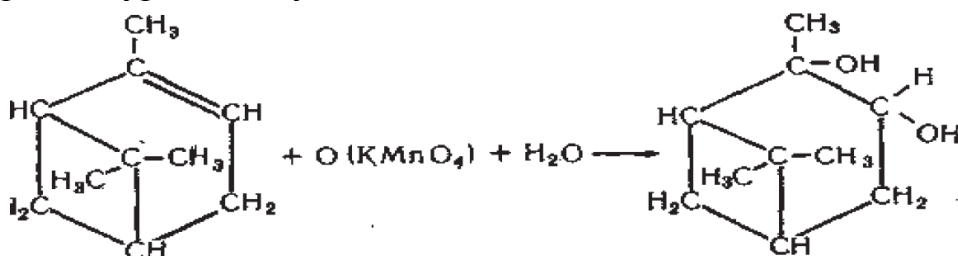
У пробірку наливають 0,5 мл бромної води та додають декілька крапель (чи кристалів) терпену. Суміш знебарвлюється при наявності у терпену ненасичених зв'язків.



Реакція представлена на прикладі лімонену

Завдання 2.2. Окислення терпенів

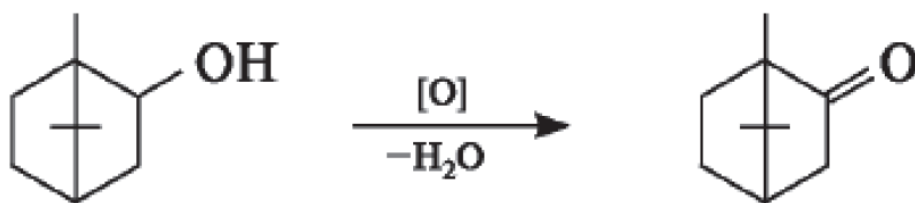
У пробірку наливають 0,5 мл розчину калій перманганату додають 1 краплю розведеної сульфатної кислоти та декілька крапель (чи кристалів) терпену. Суміш збовтують. Реакція відбувається для ненасичених терпенів і терпеноїдів з гідроксигрупою, при цьому спостерігають рожеве забарвлення, або утворення бурого осаду.



Реакція представлена на прикладі α - пінену

Завдання 2.3. Окислювальна дегідратація терпенів

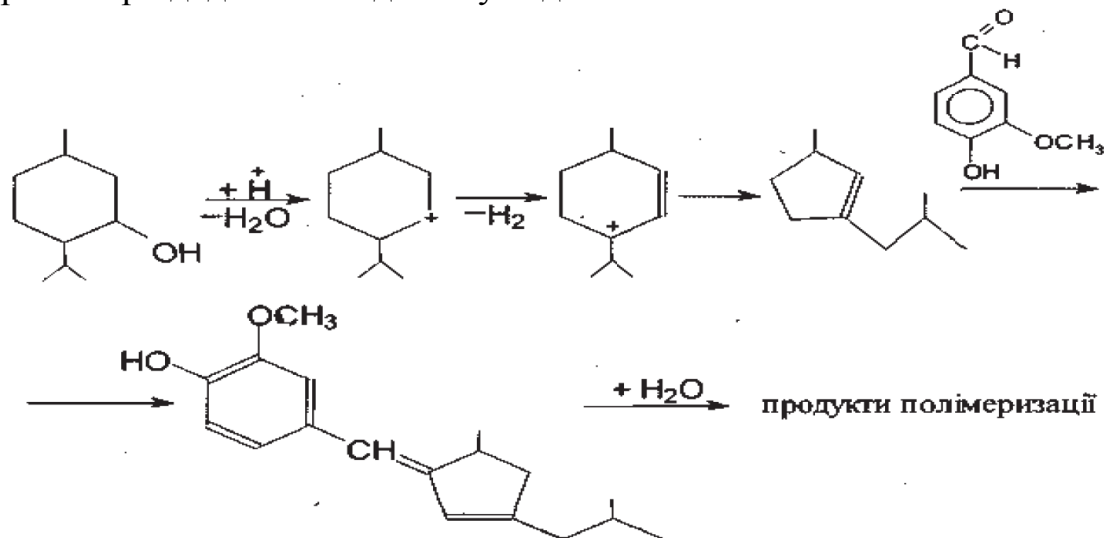
Реакція характерна для терпенів, що є вторинними спиртами. До 0,5мл спиртового розчину (2:1) терпену 5 краплин 5%-го розчину хромату калію та 5 краплин 30% -го розчину нітратної кислоти. При охолодженні суміш синіє.



Реакція представлена на прикладі борнеолу

Завдання 2.4. Якісна реакція терпінових спиртів

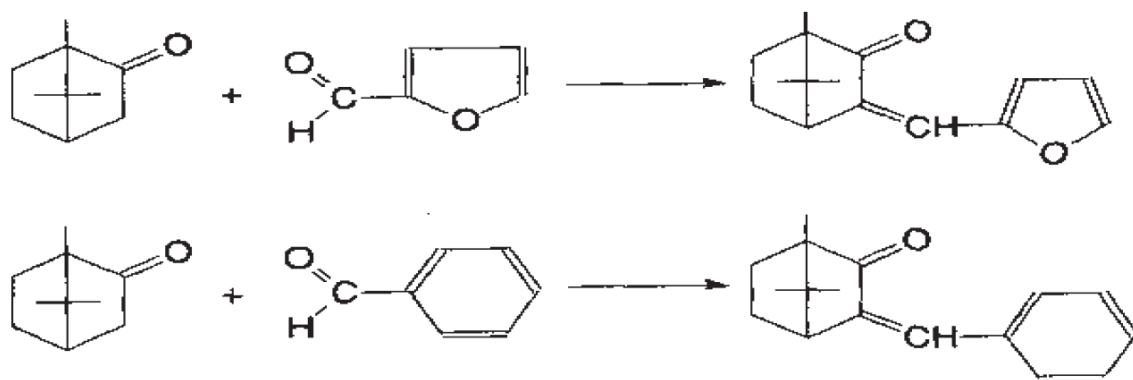
До насиченого розчину терпену додають розчин ваніліну і по краплям концентровану сульфатну кислоту. Утворене жовте забарвлення змінюється на червоне при додаванні надлишку води.



Реакція представлена на прикладі ментолу

Завдання 2.5. Якісна реакція терпінових кетонів

На предметне скло наносять 2 краплі фурфуролу, додають 1-2 краплі спиртового розчину терпену та розмішують. Кольорову реакцію конденсації також можливо здійснити з іншими альдегідами, наприклад, з бензальдегідом.



Реакції представлена на прикладі камфори

У реакції з фурфуролом спостерігають фіолетове забарвлення, а з бензальдегідом – червоне.

Якісний функціональний аналіз терпенів та терпеноїдів

Завдання 2.6. Виконати завдання 2.1–2.5. Виявити функціональні групи $-\text{OH}$, $=\text{C}=\text{O}$ та подвійний зв'язок для речовини, згідно варіанту (табл. 2.2), результати досліджень занести до табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Якісні реакції на сульфуровмісні сполуки

Функціональна група, ненасичений зв'язок	Реагент	Якісна реакція	Спостереження

Завдання 2.7. Використовуючи вміння та навички, отримані при виконанні попереднього завдання, визначити основні елементи структурної формули заданої речовини. Результати порівняти з структурною формулою речовини.

Таблиця 2.2 – Досліджувані сполуки

Варіант	Речовини	–ОН – група (+/-)	=C=O – група (+/-)	= -зв'язок (+/-)	Формула речовини з літ. джерел
1	Лімонен				
2	Ментон				
3	Ментол				
4	α -пінен				
5	Терпінеол				
6	Терпінгідрат				
7	Камфора				

Контрольні питання:

1. Що таке терпени і терпеноїди? Назвіть основні з них та напишіть їх структурні формули.
2. Ізомеризація терпеноїдів.
3. Наведіть приклади ациклічних терпенів. Напишіть їх структурні формули.
4. Моноциклічні терпени (ментан, ментол, лімонен, терпін), їх хімічні властивості.
5. Біциклічні терпени. Камфора, борнеол, пінне – синтез і хімічні властивості.
6. Напишіть схеми промислового синтезу камфори синтетичної, ментолу, терпіну.

Практичне заняття № 3

«Визначення білків. Буферні властивості білків. Якісний аналіз»

Мета: Ознайомлення зі характеристикою та властивостями білків

План

- 3.1 Теоретична частина
- 3.2 Практична частина

3.1 Теоретична частина

Білки – це складні нітрогеновмісні високомолекулярні сполуки, біополімери, утворені залишками α -амінокислот, що з'єднані у певній послідовності пептидними зв'язками.

Білки широко розповсюджені у природі як складові речовин усіх живих організмів – містяться в ядрі та протоплазмі всіх тваринних і рослинних клітин. У природі існує приблизно від 10^{10} до 10^{12} різних білків, які складають основу $1,2 \cdot 10^6$ видів живих організмів, починаючи від вірусів і закінчуючи людиною.

Білки класифікують за походженням, загальним типом структури, біологічною функцією, хімічним складом тощо.

За хімічним складом білки поділяють на дві групи – прості (протеїни) і складні (протеїди). Прості білки під час гідролізу утворюють тільки α -амінокислоти. Складні білки в результаті гідролізу утворюють, крім амінокислот, речовини небілкової природи, так звані простетичні групи (вуглеводи, ліпіди, барвники, фосфатну кислоту, нуклеїнові кислоти тощо).

За фізіологічними функціями білки поділяють на два класи: фібрилярні та глобулярні. Із фібрилярних білків, що мають волокнисту структуру, оскільки утворені ниткоподібними молекулами, побудовані волокна живих тканин. До них належать білок волосся – кератин, білок шовку – фіброїн, білок м'язів – мізін, білок крові – фібрин тощо. Глобулярні білки підтримують і регулюють життєві процеси, їх молекули мають кулеподібну чи овальну форму.

Більшість із них розчинні у воді. До них належать альбуміни і глобуліни сироватки крові, білки молока, яєць, ферменти, багато гормонів, зокрема інсулін підшлункової залози тощо.

У структурі будь-якого білка є декілька ступенів ускладнення. Згідно з пептидною теорією будови білків розрізняють первинну, вто-ринну, третинну і четвертинну структури білка.

Первинна структура білка – це специфічна послідовність амінокислот у поліпептидному ланцюгу. Кожен білок має свою послідовність чергування амінокислотних ланок – певну первинну структуру. Головний ланцюг білкових молекул однаковий для всіх білків, і відрізняються вони тільки відгалуженнями.

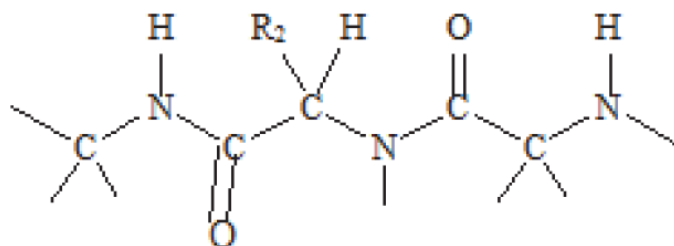


Рисунок 3.1 – Фрагмент поліпептидного ланцюга білкової молекули

Будь-який вид живих організмів характеризується індивідуальним набором білків, який визначається спадковою інформацією, закодованою в

ДНК.

Вторинна структура – просторова структура поліпептидного ланцюга, стабілізована водневими зв'язками між полярними групами $-\text{CO}-\text{NH}-$, що забезпечує максимальну стабільність молекули білка.

Вторинна структура існує у двох конформаціях – α і β . Більш характерною для білків є α -конформація (α -спіраль), для якої на один виток спіралі припадає 3,6 амінокислотних залишки незалежно від природи амінокислоти (рис. 3.2 а). Так, водневий зв'язок утворюється між кожною першою і четвертою $-\text{CO}-\text{NH}-$ пептидними групами. Спіраль має переважно праве обертання. Діаметр спіралі становить 10,5 Å, відстань між витками становить 5,5 Å.

Бічні замісники амінокислот знаходяться із зовнішнього боку α -спіралі. Розтягуванням α -конформації утворюється β -конформація (або структура за типом складчастого шару) лінійної будови, де поліпептидні ланцюги також сполучені між собою водневими зв'язками і розміщуються паралельно один одному. Така вторинна структура характерна для деяких фібрилярних білків, наприклад, фіброїну шовку, білків волосся, вовни тощо.

Третинна структура – це тривимірна конфігурація, яка визначає просторову форму білкової молекули й утворюється завдяки водневим, іонним $-\text{R}_3\text{N}^+\text{O}-\text{CO}-$, дисульфідним $-\text{S}-\text{S}-$ і гідрофобним зв'язкам між поліпептидами. В організації третинної структури велику роль відіграють радикали амінокислот. Загальною ознакою просторового розміщення залишків амінокислот у третинній структурі білка є локалізація гідрофобних груп усередині молекули, а гідрофільних – на її поверхні.

Четвертинні структури визначають тип взаємодії між окремими ланцюгами для молекул білків, які складаються з декількох поліпептидних ланцюгів. Формування четвертинної структури здійснюється завдяки нековалентним (водневим, гідрофобним, іонним тощо) зв'язкам між третинними структурами. До білків з четвертинною структурою відносять гемоглобін, віруси тютюнової мозаїки і жовтої мозаїки ріпи, деякі ферменти. Так, у молекулі інсуліну два пептидні ланцюги з'єднані між собою двома дисульфідними містками.

3.1. Практична частина

Завдання 3.1. Буферні властивості білків

До 1 мл розчину хлоридної кислоти концентрацією 0,01 моль/л додати декілька крапель розчину індикатору конго і спостерігати утворення яскраво-синього розчину. В одержаний розчин по краплях додати до 2...3 мл розчину білка. Забарвлення індикатору змінюється.

До розчину натрій гідроксиду концентрацією 0,01 моль/л додати декілька крапель розчину фенолфталеїну – розчин забарвлюється на яскраво-рожевий колір. Після додавання цього розчину до розчину білка забарвлення зникає.

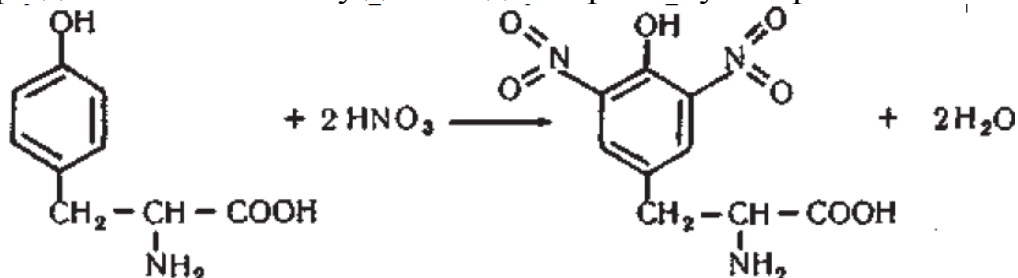
Звернути увагу! Зміна забарвлення індикаторів відбувається завдяки буферним властивостям білка, який може зв'язувати як гідроген-, так і

гідроксид-іони. У першому випадку білок знижує кислотність, у другому – основність системи.

Завдання 3.2. Ксантопротеїнова реакція

3-5 мл білка нагрівають з 1-2 мл концентрованої азотної кислоти. При цьому випадає жовтий осад, що обумовлений нітруванням ароматичних груп.

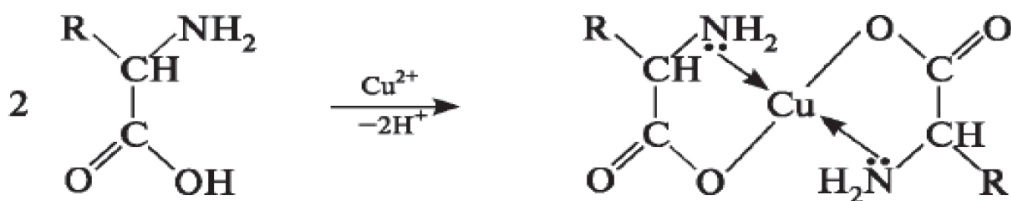
При доливанні амоніаку до холодного розчину колір змінюється.



Амінокислотний залишок з ароматичним ядром представлений на прикладі тирозину

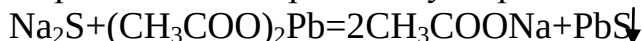
Завдання 3.3. Біуретова реакція

У пробірці 3 мл розчину білка нагрівають з 2 мл розчину гідроксиду натрію та декількома краплями розчину сульфату купруму. При цьому розчин змінює забарвлення на фіолетово-синій. Реакція на наявність пептидних груп. Визначають, чи змінюється колір розчину при його нагріванні і охолодженні.



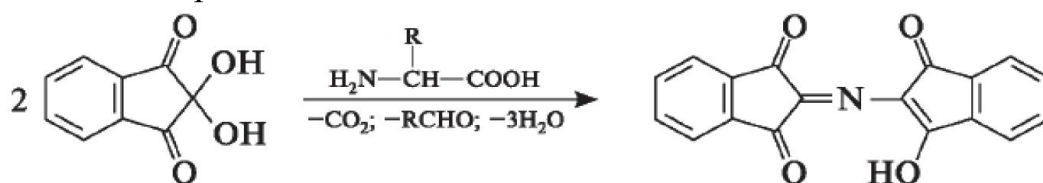
Завдання 3.4. Реакція Фоля на наявність Сульфуру

У пробірку наливають 0,5 мл розчину ацетату плумбуму і по краплям доливають розчин гідроксиду натрію до розчинення утвореного гідроксиду плумбуму. До нього доливають 2-3 краплі розчину білка. Суміш перемішують та обережно нагрівають до кипіння 2-3 хвилини. При цьому спостерігають характерне темне забарвлення утвореного плумбум сульфід.



Завдання 3.5. Нінгідрінова реакція

В пробірку наливають 2-3 мл розчину білка, 2-3 мл розчину нінгідрину і нагрівають до кипіння. Яскраво-червоне забарвлення з'являється через 2-3 хвилини після нагрівання.



Завдання 3.6. Реакція висолювання білків

В пробірку наливають 2-3мл розчину білка, 2-3мл розчину сульфату амонію, перемішують, якщо висолювання не відбулося то нагрівають до

кипіння.

Завдання 3.7. Осадження білка під час нагрівання (термічна денатурація білка)

На водяній бані нагріти до кипіння 2 мл розчину білка.

Занотувати спостереження. Пояснити, які зміни в структурі білка відбуваються під час нагрівання і чи є оборотною термічна денатурація.

Завдання 3.8. Денатурація білка мінеральними кислотами

У три пробірки налити по 1 мл розчину білка та додати по краплях у першу пробірку 0,5 мл концентрованої сульфатної кислоти, другу – 0,5 мл концентрованої хлоридної, третю – 0,5 мл концентрованої нітратної кислоти.

Занотувати спостереження. Визначити, як діють на білок перші краплі кислот і надлишок кожної кислоти. Перевірити, чи розчиняються у воді осад, які утворилися, і зробити відповідний висновок.

Властивості білків

Завдання 3.9. Виконати досліди 3.1-3.8 для речовини, що обрана з таблиці 3.1. Описати спостереження. Для написання реакцій використовують фрагменти первинної білкової структури, або ж загальну формулу α -амінокислот, до яких білки гідролізують за умовами більшості дослідів.

Таблиця 3.1– Розчини білків, білкових модифікаторів та препарати для проведення лабораторної роботи

Варіант	Речовина	Варіант	Речовина
1	Казеїн, 10%-ий розчин	4	Препарат кератину, 20%-ий розчин
2	Желатин, 1%-ий розчин	5	Препарат підшлункової залози ВРХ, 15%-ий водний розчин
3	Інсулін, медичний препарат	6	Водний розчин яєчного білку

Таблиця 3.2– Якісні реакції на білки

Назва дослідів	Реагент	Якісна реакція	Спостереження

Завдання 3.10.. Приготувати 9 сухих пронумерованих пробірок. До першої відміряти 3,2 мл 1М розчину оцтової кислоти та 6,8 мл води, а до наступних по 5 мл води. Потім з першої пробірки після перемішування перенести 5 мл розчину до другої, а з другої перенести 5 мл розчину до третьої і т.д. До кожної пробірки також додати по 1 мл розчину казеїну і 1 мл 1М розчину соди і ще раз перемішати. Виміряти рН кожного розчину. Результати вимірювань рН та ступінь осадження білку в розчинах заносять у таблицю 3.3.

Таблиця 3.3– Результати вимірювання рН розчинів

Номер розчину	рН	Помутніння / осад	(-) – відсутність помутніння і осаду (+) – помутніння (++) – помутніння і осад (+++) – найбільша кількість осаду
1			
2			
4			
5			
6...9			

Значення рН при найбільшій кількості осаду відповідає ізоелектричній точці казеїну.

Контрольні питання

1. Особливості синтезу пептидів. Реакції поліконденсації амінокислот
2. Напишіть структурні формули двох трипептидів, ізоелектричні точки яких знаходяться у слабкокислому, (нейтральному) середовищі. Відповідь обґрунтуйте.
3. Напишіть структурні формули трипептидів, ізоелектрична точка яких знаходиться у лужному середовищі. Відповідь обґрунтуйте.
4. Напишіть схеми реакції гідролізу тетрапептиду: лейцил-треоніл-цистеїл-аргініну.
5. Напишіть схеми реакції гідролізу тетрапептиду: лізил-метіоніл-валін-триптофану.
6. Напишіть схеми реакції гідролізу тетрапептиду: серил-ізолейцил-лізил-цистеїну.
7. Розкрийте положення пептидної теорії будови білків щодо первинної структури як першого ступеня ускладнення білкової молекули.
8. Наведіть характеристику хімічних властивостей білків.
9. Поясніть способи захисту функціональних груп з метою синтезу поліпептидів і розкрийте їх на прикладі одержання дипептиду аланіл-валіну.

Практичне заняття № 4

«Визначення вуглеводів. Моно-, ди-, оліго-, полісахариди. Властивості. Якісний аналіз»

Мета: Ознайомлення зі характеристикою та властивостями моно-, ди-, оліго-, полісахаридів

План

- 4.1 Теоретична частина
- 4.2 Практична частина

4.1 Теоретична частина

Вуглеводи

Вуглеводи – органічні сполуки, молекула яких найчастіше складається з трьох хімічних елементів – карбону, оксигену та гідрогену – в такому кількісному співвідношенні, що на один атом карбону припадає одна молекула води. За хімічними властивостями вуглеводи є багатоатомними альдегідо- і кетоспиртами.

Моносахариди (монози) – це прості вуглеводи, які не здатні гідролізуватися з утворенням більш простих молекул вуглеводів.

Моносахариди – кристалічні речовини, більшість яких має склад, що відповідає загальній формулі $C_nH_{2n}O_n$ (де $n=3-9$), добре розчинні у воді, солодкі на смак, оптично активні.

Залежно від кількості атомів Оксигену в молекулі моносахариди поділяють на тетрози $C_4H_8O_4$ ($n=4$), пентози $C_5H_{10}O_5$ ($n=5$), гексози $C_6H_{12}O_6$ ($n=6$) та ін.

Залежно від розміщення карбонільної групи в молекулі моносахариди поділяють на альдозу, що свідчить про наявність альдегідної групи, і кетози – наявність кетогрупи.

Моносахариди є оптично активними сполуками, що зумовлено наявністю в їх молекулах хіральних атомів Карбону. Методом прямого рентгеноструктурного аналізу доведено, що у кристалічному стані молекули моносахаридів мають циклічну будову у вигляді піранозних (шестичленних) і фуранозних (п'ятичленних) циклів. Назви циклів походять від назв відповідних оксигеновмісних гетероциклічних сполук «піран» і «фуран». Карбонільний атом Карбону в циклічній формі молекули стає хіральним. Цей новий хіральний центр називається аномерним, а гідроксильна група, яка сполучена з ним, – напівацетальною або глікозидною.

Залежно від розміщення глікозидного гіроксилу відносно аномерного центру визначають α - і β -форми – аномери. Якщо в проекційній формулі Фішера напівацетальна група – OH розташована з того самого боку, що й гідроксильна група, яка визначає конформацію молекули (приналежність до D- або L-ряду), утворюється α -аномер, якщо з різних боків – β -аномер.

Під час розчинення моносахарів у воді спостерігаються таутомерні перетворення, які зумовлюють стан динамічної рівноваги суміші кількох форм молекул моносахаридів. Для моносахаридів також є характерним явище мутаротації.

Олігосахариди, або цукроподібні вуглеводи, молекули яких в умовах гідролізу розкладаються на декілька молекул моносахаридів (від 2 до 10 молекул). Найважливішими з них є **дисахариди**, загальна формула яких $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Дисахаридами називаються олігосахариди, молекули яких приєднуючи молекулу води, розкладаються на дві молекули моносахаридів.

За **будовою і хімічними властивостями дисахариди** поділяють на дві групи. До першої групи належать дисахариди, молекули яких утворені за рахунок взаємодії глікозидного гідроксилу молекули першого моносахариду й одного із спиртових гідроксилів молекули другого моносахариду.

Молекули цих дисахаридів мають один глікозидний гідроксил, за рахунок якого вони здатні до цикло-ланцюгової таутомерії з одержанням альдегідної групи, існують у відповідних формах і здатні до мутаротації.

Подібно до моносахаридів вони виявляють відновні властивості – відновлюють деякі метали з їх оксидів під час перебігу реакцій окиснення. **Такі дисахариди називають відновлюючими**, а зв'язок між залишками моносахаридів у їх молекулах – глікозид-глікозним. До них належать мальтоза, целобіоза, лактоза тощо.

До **дисахаридів другої групи** належать дисахариди, молекули яких утворені за рахунок взаємодії глікозидних гідроксилів обох молекул моносахаридів. Молекули цих дисахаридів не мають жодного глікозидного гідроксилу, не відновлюють оксиди металів, не здатні до мутаротації та існують тільки в циклічних формах. Такі **дисахариди називаються невідновлюючими**, а зв'язок у молекулі – глікозид-глікозидним. До них належать сахароза, трегалоза тощо.

Полісахариди – високомолекулярні нецукроподібні природні вуглеводи, молекули яких містять велику кількість залишків моносахаридів, що сполучені глікозидними зв'язками. Ці зв'язки утворені за рахунок глікозидного гідроксилу попереднього залишку моносахариду і спиртового гідроксилу другої молекули моносахариду в α - або β -формі.

Полісахариди – складова частина рослинних і тваринних клітин. Полісахариди виконують роль конструкційних матеріалів клітин, вони є постачальниками енергії, багато з них виявляють фізіологічну активність. Значна їх кількість концентрується в насінні, бульбах, корінні рослин. Полісахариди не солодкі на смак, у воді не розчиняються, а утворюють колоїдні розчини.

Залежно від хімічного складу розрізняють гомополісахариди і гетерополісахариди. В умовах гідролізу **гомополісахариди** утворюють однакові, а **гетерополісахариди** – різні за природою моносахариди.

В утворенні полісахаридів можуть брати участь як пентози, так і гексози. У першому випадку утворюються пентозани: арабани з арабінози, ксилани з ксилози тощо. У другому випадку – гексозани. Гексозани мають найбільше значення, найважливішими представниками яких є: крохмаль, целюлоза (клітковина) і глікоген, побудовані із глюкози; інουλін – із фруктози.

Склад будь-якого з них позначається загальною формулою $(C_6H_{10}O_5)_x$, де x – величина порядку сотень і тисяч.

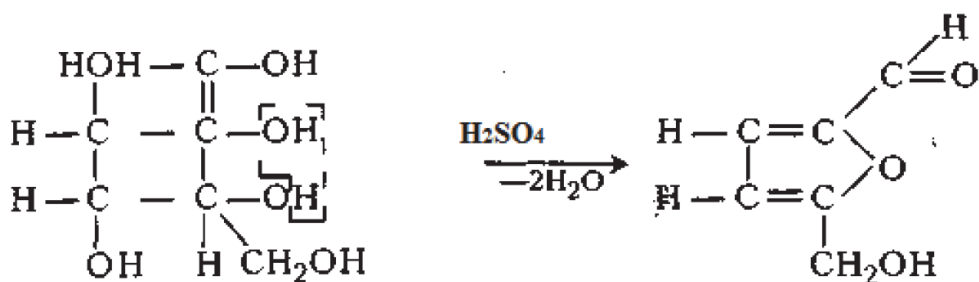
4.1. Практична частина

Завдання 4.1. Якісна реакція Подобєдова–Моліша__

У пробірці змішати 1 мл розчину моносахариду з однією краплею розчину α -нафтолу. Помутніння суміші пояснюється слабкою розчинністю α -нафтолу у воді. Потім обережно, по стінці пробірки долити 1 мл концентрованої сульфатної кислоти.

Реакція Подобєдова–Моліша характерна для всіх гексоз, що

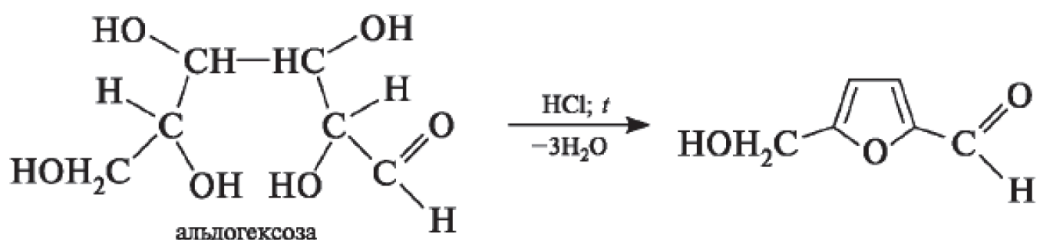
пояснюється розкладанням їх молекул під дією концентрованої сульфатної кислоти з утворенням 5-оксиметилфурфуролу та його подальшої конденсації з α -нафтолом. При цьому утворюються сполуки з характерним забарвленням.



Реакція представлена на прикладі фруктози

Завдання 4.2. Якісна реакція на кетогексози – реакція Селіванова

До 0,5 мл розчину вуглеводу додати 1 мл реактиву Селіванова (розчин резорцину у хлоридній кислоті) і нагріти суміш упродовж 2 хв на водяній бані.



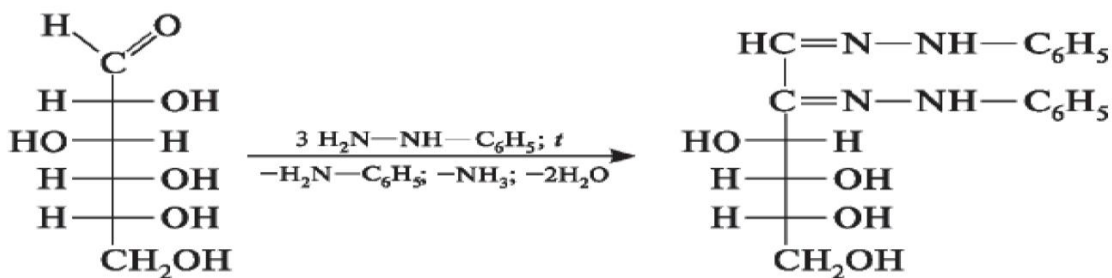
Утворений 5-гідроксиметилфурфурол дає червоне забарвлення з резорцином.

Звернути увагу! В умовах нагрівання з хлоридною кислотою фруктоза (кетогексоза) перетворюється на 5-оксиметилфурфурол, який вступає в реакцію конденсації з резорцином, у результаті чого утворюється забарвлена сполука. Для глюкози (альдогексози) також характерні аналогічні перетворення, але відбуваються вони у 15–20 раз повільніше.

Завдання 4.3. Утворення озонів моносахаридів

У пробірку налити 1 мл розчину монсахариду, додати близько 0,2 г сухої суміші хлороводневого фенолгідразину з ацетатом натрію. Суміш прогріти на водяній бані протягом 8...10 хв.

Дослідити під мікроскопом кристали озону, що утворилися під час повільного охолодження суміші.

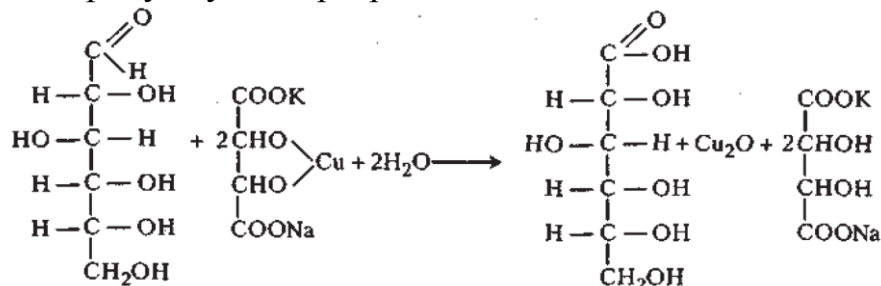


Реакція представлена на прикладі D-глюкози

Відновлюючі дисахариди також здатні утворювати озони на даних умов.

Завдання 4.5. Окиснення моносахаридів реактивом Фелінга

Змішати у пробірці 1 мл розчину Фелінг-I (5% розчин купрум(II) сульфату) з 1 мл розчину Фелінг-II (лужний розчин сегнетової солі). До одержаного темно-синього прозорого розчину реактиву Фелінга долити 1 мл розчину мнусахариду. Суміш прогріти на водяній бані.

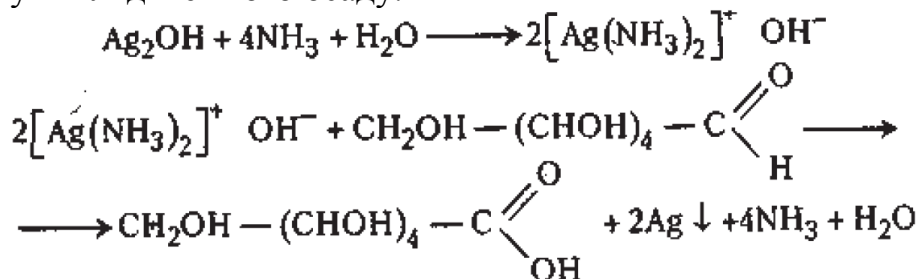


Реакція з реактивом Фелінга характерна і для відновлюючих дисахаридів з вільною альдегідною групою. Поява червоного забарвлення обумовлена відновлення $\text{Cu}(\text{OH})_2$ до Cu_2O .

Завдання 4.6. Окиснення моносахаридів амоніачним розчином аргентум(I) оксиду – реакція «Срібного дзеркала»

У ретельно вимиту пробірку налити 2...3 мл розчину аргентум нітрату і, струшуючи, додати по краплях розчин амоніаку до розчинення осаду, утвореного спочатку (надлишок амоніаку у розчині знижує чутливість реакції). Потім до одержаного амоніачного розчину аргентум(I) гідроксиду долити 1 мл водного розчину альдозу, або 1-2 мл лужного розчину кетози.

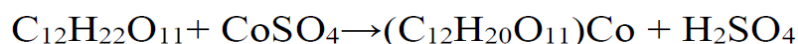
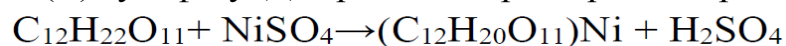
Суміш нагріти на водяній бані. Під час нагрівання пробірку не струшувати, оскільки металічне срібло може виділитися не на стінках пробірки, а у вигляді темного осаду.



Реакція відбувається і для відновлюючих дисахаридів, що містять альдегідну групу

Завдання 4.7. Взаємодія дисахаридів з нікель- і кобальт сульфатами

У пробірці змішати 4 мл розчину дисахариду з 2 мл розчину натрій гідроксиду. Утворений розчин розлити у дві пробірки, в одну з яких додати декілька крапель розчину нікол(II) сульфату, а в другу – декілька крапель розчину кобальт(II) сульфату. Для реакцій характерне забарвлення.



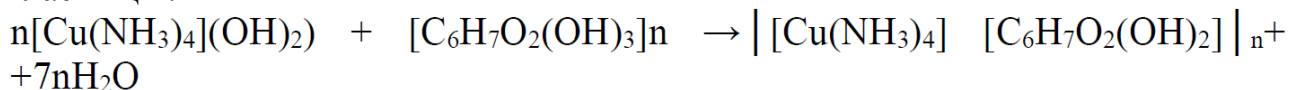
Завдання 4.8. Утворення меланоїдинів (реакція Майяра)

У пробірці змішати близько 0,5 г кристалічного відновлюючого дисахариду з такою ж кількістю кристалічної амінокислоти (гліцину або аланіну). Додати 2–3 краплі води, перемішати й обережно нагріти суміш на

спиртівці до появи коричневого кольору. Після охолодження долити 2...3 мл води. Описати властивості меланоїдину: колір, запах, розчинність у воді.

Завдання 4.9. Розчинення полісахаридів у реактиві Швейцера

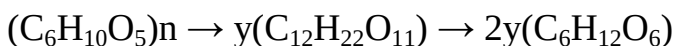
У пробірку помістити невелику кількість целюлози (чи іншого полісахариду) і долити близько 1 мл реактиву Швейцера (амоніачний розчин купрум(II) гідроксиду $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$). Вміст пробірки перемішувати скляною паличкою до повного розчинення вати. До одержаного в'язкого розчину долити 15–20 крапель води і вилити суміш у пробірку, яка містить 3 мл розбавленої хлоридної кислоти. Спостерігають осад у вигляді білих пластівців.



Завдання 4.10. Кислотний гідроліз целюлози

У суху конічну колбу на 50...100 мл внести невелику кількість целюлози (чи іншого полісахариду) і змочити його концентрованою сульфатною кислотою (0,5 мл). Ретельно перемішати вміст колби скляною паличкою до повного розчинення паперу й утворення безбарвного в'язкого розчину.

Потім **обережно** (!) додати до нього невеликими порціями, перемішуючи, 15...20 мл води. Колбу з'єднати з повітряним зворотним холодильником і кип'ятити реакційну суміш 20...30 хв, періодично перемішуючи. Після закінчення гідролізу відлити 2...3 мл рідини і нейтралізувати сухим натрій карбонатом, додаючи його невеликими порціями. Присутність відновлюючих цукрів виявити за реакцією з реактивом Фелінга.



Якісні реакції вуглеводів

Завдання 4.11. Виконати завдання 4.1–4.10, що характерні для моно(а)- ди(б)- і полі(в)-сахаридів. Записати спостереження і відповідні рівняння реакції.

Таблиця 4.1 – Досліджувані речовини

Варіант	Речовини		
	А	Б	В
1	Глюкоза	Целобіоза	Інулін
2	Фруктоза	Мальтоза	Крохмаль
3	Галактоза	Лактоза	Целюлоза (шматочки ва- ти)
4	Арабіноза	Сахароза	Хітин
5	Ксилоза	Сахароза (кри- сталічний цу- кор)	Целюлоза (зра- зки бавовняно- го волокна)

Завдання 4.12. Здійснити гідроліз крохмалю за участю кислоти (кислотний гідроліз) та ферменту слини (ферментний гідроліз).

У дві конічних колби місткістю 50 мл вносять по 20-25 мл 1%-го крохмального клейстеру, в одну колбу вносять 5 мл 10%-го розчину сірчаної кислоти і кілька кип'ятильних камінців, в іншу колбу вносять стільки ж слини.

Одночасно у два штативи ставлять по 8 пробірок, в кожную пробірку вносять по 1 мл розведеного розчину йоду в йодиді калію світло-жовтого кольору. У одну пробірку для контролю вносять 4-5 крапель крохмального клейстеру та розведений розчин йоду. Звертають увагу на забарвлення реакційної суміші.

Потім колби з реакційними сумішами ставлять на електроплитку і їх вміст нагрівають – першу колбу з кислотою до кипіння, другу колбу зі слиною до температури 40⁰С.

Потім першу колбу залишають на вимкненій плитці, а другу колбу ставлять в посуд з теплою водою. Кожні 30 с після початку нагрівання з кожної колби відбирають піпеткою пробу, яку вносять в пробірку з розчином йоду (на штативах).

Звертають увагу на забарвлення реакційної суміші в кожному випадку. Спостерігають за поступовою зміною забарвлення реакційних сумішей у пробірках з розчинами йоду, в разі зміни в порівнянні з попередньою пробіркою занотовують час гідролізу.

Звичайний рослинний крохмаль складається з двох полісахаридів – амілози і амілопектину. В амілозі залишки глюкози з'єднані у вигляді майже не розгалуженого ланцюга, а молекули амілопектину мають розгалужену структуру. Молярна маса амілози – до 200000, а молярна маса амілопектину – понад 1000000. У разі дії йоду амілоза забарвлюється в синій, а амілопектин – у синьо-фіолетовий колір. Причиною забарвлення вважають утворення молекулярних сполук йоду з амілозою і амілопектином. В амілозі залишки глюкози розміщені в просторі у вигляді спіралі, а молекули йоду розміщуються в середині циліндра, який утворює ця спіраль, у співвідношенні: одна молекула йоду на один залишок глюкози. Утворюється сполука включення "клатрат" загального складу $C_6H_{10}O_5 \cdot I_2$. Одночасно амілопектин адсорбує йод. За допомогою реакції з йодом можна робити висновок про відносні розміри частинок декстринів: при зменшенні їх розмірів, тобто при поглибленні процесу гідролізу крохмалю, забарвлення декстринів з йодом змінюється від червоно-фіолетового до оранжево-жовтого:

Продукти гідролізу крохмалю

амілоза
амілопектин
олігосахариди
дисахариди
монсахариди

Забарвлення з йодом

синьо-фіолетове
червоно-фіолетове
буре, оранжеве
оранжево-жовте
жовте (забарвлення йоду)

Практичні результати гідролізу занотовують у таблицю 4.2. Порівнюють швидкість кислотного і ферментного гідролізу.

Таблиця 4.2 – Результати гідролізу

№ проби	Кислотний гідроліз крохмалю		Ферментний гідроліз крохмалю	
	Час, хв.	Забарвлення з йодом	Час, хв.	Забарвлення з йодом
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

Після того як реакційні суміші перестануть давати забарвлення з йодом, їх продовжують кип'ятити кілька хвилин, а потім охолоджують і нейтралізують 10%-м розчином гідроксиду натрію, додаючи його краплями до сильнолужного середовища за індикаторним папірцем.

У дві пробірки вносять по 2 мл одержаних лужних розчинів прогідролізованого крохмалю з кожної колби, 2 мл реактиву Фелінга і кожен одержану реакційну суміш нагрівають. Спостерігають за цегляним забарвленням осад гідроксиду міді, яке потім змінюється на бурий осад оксиду міді. Отже, у процесі гідролізу крохмаль утворює моносахариди, які відновлюють реактив Фелінга.

Контрольні питання

1. Якими реакціями можна розрізнити кетози і альдози?
2. У чому полягає явище мутаротації? Наведіть приклади.
3. Наведіть реакції для відкритої (карбонільної) форми моносахаридів; для циклічної форми моносахаридів.
4. Поясніть, чому у випадку відновлення D-глюкози утворюється шестиатомний спирт сорбіт, а у випадку відновлення D-фруктози утворюються два спирти – сорбіт і маніт.
5. Явище інверсії для дисахаридів.
6. Напишіть схему утворення дисахариду 4-(α -D-ксилопіранозидо)- α -D-ксилопіранози. До якого типу дисахаридів він належить?
7. Напишіть схему утворення дисахариду 6-(β -D-фруктопіранозидо)- β -D-фруктофуранози. До якого типу дисахаридів він належить?
8. Напишіть схему гідролізу трегалози, застосовуючи циклічні структури Хеуорса.
9. Напишіть реакції гідролізу целюлози, її нітрування та ацилювання.
10. Одержання функціональних похідних целюлози, їх промислове значення

Практичне заняття № 5

«Визначення алкалоїдів. Властивості. Якісний аналіз»

Мета: ознайомитися з характеристикою та властивостями алкалоїдів

План

5.1 Теоретична частина

5.2 Практична частина

5.1 Теоретична частина

Алкалоїди – це група нітрогеновмісних органічних сполук, переважно рослинного походження, що виявляють основні властивості та високу біологічну активність.

За хімічною будовою більшість алкалоїдів відносяться до гетероциклічних сполук. Алкалоїди широко розповсюджені у рослинному світі. Особливо багаті на алкалоїди родини макових, лютикових, бобових та ін. Як правило, в рослині міститься декілька алкалоїдів, що мають подібну структуру. Багато алкалоїдів мають сильну біологічну дію: у великих дозах вони часто є ядами, в малих дозах вони широко використовуються як лікарські засоби. В рослинах міститься переважно у вигляді солей органічних кислот.

Алкалоїди переважно кристалічні речовини з гірким смаком, без кольору, практично нерозчинні у воді, добре розчинні в хлороформі, бензені, ефірі. Солі алкалоїдів, навпаки, добре розчиняються у воді та нерозчинні в органічних розчинниках.

Існує **два основних методи** виділення алкалоїдів з рослин – екстракція у вигляді солей та екстракція у вигляді основ. Для визначення алкалоїдів використовують загальні, так звані групові реакції, що характерні для всіх алкалоїдів, та специфічні реакції, що характерні для певних груп алкалоїдів.

Групові реакції засновані на здатності алкалоїдів утворювати з декількома реагентами важкорозчинні у воді осад простих чи комплексних солей. Найчастіше для осадження алкалоїдів використовують розчин йоду у калій йодиді (реактив Вагнера), розчин вісмут йодиду у калій йодиді (реактив Драгендорфа), розчин таніну, пікринової кислоти та ін.

Специфічні реакції – це переважно реакції утворення забарвлення, що базуються на перебігу процесів дегідратації, окиснення, конденсації та ін..

Так, під дією нітруючої суміші (реактив Ермана), суміші сірчаної кислоти та формальдегіду (реактив Маркі), багато алкалоїдів утворюють забарвлені розчини.

Для алкалоїдів **загальноприйнята хімічна класифікація**, в основі якої покладена природа гетероциклу, що міститься в структурі алкалоїду.

5.2. Практична частина

Завдання 5.1. Розчинність алкалоїдів та їх солей

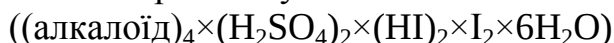
У пробірку наливають розчин солі алкалоїду та 5-6 крапель води, спостерігають за розчинністю, спостереження викладають у висновку. Дві краплі отриманого розчину переносять у другу пробірку та доливають 1 краплю розчину їдкого натру. Випадає білий осад алкалоїду, нерозчинного у воді, який залишають для проведення досліду. Ще дві краплі розчину алкалоїду змішують у пробірці з 2 краплями сульфатної кислоти, спостерігають і роблять висновки про розчинність у воді сульфатнокислогоалкалоїду.

До біологічного осаду алкалоїду, що залишився у пробірці, додають 5 крапель хлороформу, вміст пробірки перемішують та дають відстоятись.

Зверніть увагу! Деякі запропоновані алкалоїди представлені у вигляді солей, тоді спочатку їх необхідно нейтралізувати. Деякі сульфатнокислі алкалоїди здатні до флуоресценції. Для спостереження цього явища до пробірки з сульфатнокислим алкалоїдом доверху доливають воду.

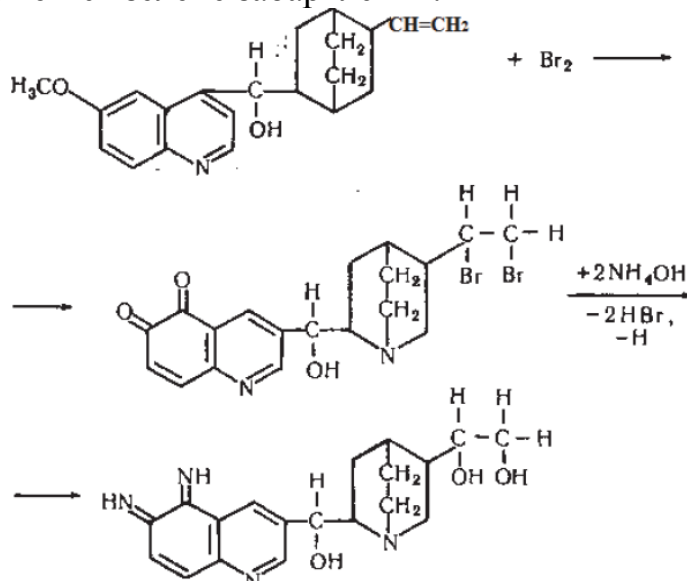
Завдання 5.2. Якісна реакція на алкалоїди групи хіноліну

1 краплю вихідного розчину алкалоїду підкислюють 1 краплею розведеної сульфатної кислоти, розбавляють 2 краплями води. Краплю приготовленого розчину наносять на предметне скло та поруч з нею - 1 краплю спиртового розчину йоду. На межі зіткнення крапель спостерігають утворення зелених кристалів герепатиту:



Завдання 5.3. Талейохінна проба на алкалоїди групи хіноліну та ізохіноліну

У пробірку поміщають 5 крапель води, 1 краплю розчину алкалоїду, 1 краплю амоніаку та 2 краплі бромної води. Вміст пробірки енергійно струшують – з'являється зелене забарвлення.



Реакція представлена на прикладі хініну

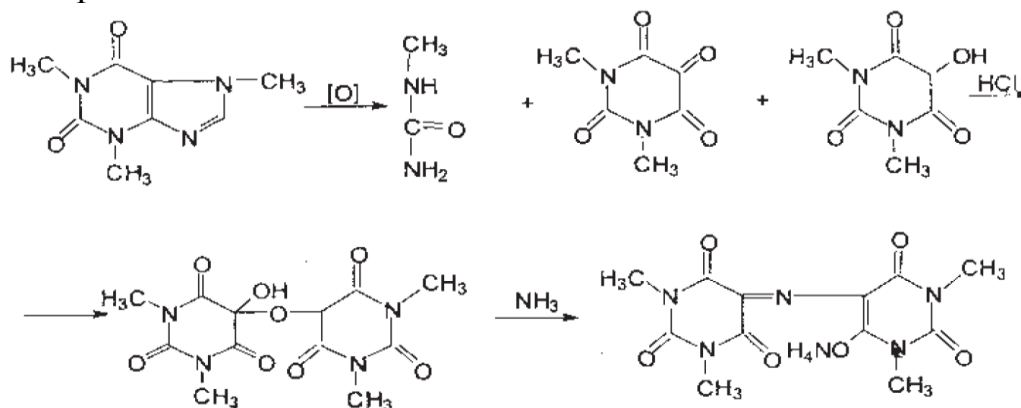
Завдання 5.4. Утворення шавлевокислих солей

До розчину алкалоїду додають фенолфталеїн. Забарвлення нейтралізують водним розчином шавлевої кислоти. Утворений розчин

виливають у фарфорову чашку і випаровують до густої маси, з неї при охолодженні виділяються кристали. Ця реакція відноситься до групових, характеризує основні властивості алкалоїдів.

Завдання 5.5. Мурексидна проба

Субстанцію у фарфоровій чашці обробляють окисником (H_2O_2 , Br_2 , конц. HNO_3 або інш.) і випарюють на водяному нагрівнику досуха. При змочуванні залишка 1-2 краплями розчину аміаку з'являється пурпурово-червоне забарвлення:



Реакція представлена на прикладі кофеїну

Мурексидна проба – це групова реакція на ксантини (або реакція на алкалоїди пуринового ряду).

Завдання 5.6. Реакція алкалоїдів з таніном

У пробірку насипають кілька кристалів кофеїну, додають 4 краплі розчину таніну. Утворений білий осад розчиняється при надлишку розчину таніну. Реакція характерна для алкалоїдів групи піридину і піперидину.

Одержання алкалоїдів та дослідження їх властивостей

Завдання 5.7. Здійснити завдання 5.1-5.6 для запропонованих сполук. Записати спостереження та відповідні рівняння реакції.

Таблиця 5.1. – Речовини для проведення дослідів

Варіант	Алкалоїд	Варіант	Алкалоїд
1	Хініну гідрохлорид	5	Дипрофілін
2	Нікотин	6	Хінін
3	Кофеїн	7	Папаверину гідрохлорид
4	Хініну сульфат	8	Еуфілін, 12% розчин

Завдання 5.8. Здійснити синтез кофеїну з чайного листа.

У невеличкий тигель вносять 2-3 г попередньо зваженого чайного листа та накривають годинниковим склом. Помішають на плитку із закритою спіраллю та обережно нагрівають. Через кілька хвилин виділяється вода, після чого сублімується кофеїн.

Декілька кристалів поміщають у пробірку і проводять якісну реакцію.

Для цього до кофеїну додають 2 краплі соляної кислоти, і 4 краплі

розчину калій йодиду. Утворений осад розчиняють при нейтралізації розчином натрій гідроксиду розведеним. При цьому жовтий осад стає коричневим. Записати рівняння реакції.

Зважують сублімовані кристали кофеїну, визначають вихід продукту (%) з природної сировини.

Контрольні питання

1. Піридинові основи, їх характеристика і біологічне значення. Алкалоїди групи піридину.
2. Кисневі та безкисневі алкалоїди. Наведіть приклади алкалоїдів кожної групи.
3. Наведіть приклади алкалоїдів, що використовують у побуті та сільському господарстві як інсектициди.
4. Методи одержання алкалоїдів. Синтез алкалоїдів із рослинної сировини.
5. Дайте характеристику загальних властивостей алкалоїдів груп хіноліну та ізохіноліну.
6. Наведіть приклади застосування алкалоїдів у медичній та ветеринарній практиці.
7. Якісні реакції на алкалоїди. Групові та специфічні реакції.

Практичне заняття № 6

«Визначення харчової, біологічної та енергетичної цінності кефіру жирного (3,2 % жирн) (200 г)»

Мета: Ознайомитися з методикою визначення харчової, біологічної та енергетичної цінності харчового виробу на прикладі кефіру жирного (3,2 % жирн)

План

- 6.1 Загальні характеристика харчової, біологічної та енергетичної цінності харчового виробу
- 6.2 Методика визначення харчової, біологічної та енергетичної цінності на прикладі кефіру жирного

6.1 Загальні характеристика харчової, біологічної та енергетичної цінності харчового виробу

Поняття про енергетичну цінність їжі. Джерелом енергії, що витрачається людиною, служить їжа. Енергія в їжі знаходиться в прихованому вигляді і звільняється в процесі обміну речовин. Кількість прихованої енергії, укладеної в їжі, називається **енергетичною цінністю** або **калорійністю** цієї їжі.

Зазвичай, при розрахунку енергетичної цінності харчового виробу

(страви) кількість харчових речовин множиться на відповідні коефіцієнти: білки - 4, жири - 9, вуглеводи - 4, результат виражають у кілокалоріях.

Отже, **енергетична цінність** характеризує ту частку енергії, яка може вивільнитися з харчових продуктів в процесі біологічного окиснення і використовуватися для забезпечення фізіологічних функцій організму. Їжа є єдиним джерелом енергії для людини.

Кількість енергії, що виділяється в процесі засвоєння організмом харчових продуктів, називається калорійністю. В результаті окиснення одного грама жиру організм отримує 37,7 кДж (9 ккал); одного грама білку 16,7 кДж (4 ккал); одного грама вуглеводів 15,7 кДж (3,75 ккал). Це **калорійність бруutto**, тобто та, яка міститься в продукті і виділяється під час його згорання, або **теоретична енергетична цінність**. Але харчові речовини засвоюються організмом не повністю. Так, білки засвоюються на 94,5%, жири – на 94,0%; вуглеводи – на 95,6%. Тому слід теоретичну енергетичну цінність помножити на коефіцієнт засвоюваності. Коефіцієнт засвоюваності сахарози дорівнює 1, тваринних жирів – 0,85 (за винятком вершкового масла), рослинних жирів – 0,95, білків, в залежності від їх природи – 0,85...0,95. Знаючи вміст в раціоні білків, жирів і вуглеводів і коефіцієнти їх засвоюваності, можна легко розрахувати **фактичну енергетичну цінність**.

Продукти, що входять в раціон харчування, повинні містити речовини, необхідні для отримання енергії, обміну речовин і побудови тканин. В залежності від характеру, трудової діяльності, віку, статі, стану здоров'я людини необхідно на добу 9218...16341 кДж (2200...3900 ккал).

Для організму важливо, які групи харчових речовин забезпечують калорійність живлення. Для **нормальної життєдіяльності** людини потрібне **певне співвідношення білків, жирів і вуглеводів**, а також **наявність вітамінів і мінеральних речовин**.

Білки повинні складати, в середньому, 12%, жири 30...35% від загальної калорійності раціону, решта – вуглеводи.

Нині енергетична цінність загальнодоступного раціону, людини, що відповідає середнім енергетичним витратам, складає 8380...10500 кДж (2000...2500 ккал). До складу цього раціону входять головним чином продукти, піддані кулінарній обробці, консервації і зберіганню, а значить з низьким вмістом вітамінів й інших біологічно активних речовин. Як же забезпечити в цій кількості енергії необхідні організму нутрієнти? Цей показник дістав назву харчової густини раціону; характеризується кількістю незамінних харчових речовин в 4190 кДж (1000 ккал).

Біологічна цінність – це, передусім, хімічний склад (нутрієнтний профіль) харчового виробу (або страви), а також показник якості білкових компонентів харчових продуктів (зокрема, амінокислотний склад), що є характеристикою як ступеня збалансованості амінокислотного складу білка, так і рівня його перетравності й асиміляції в організмі. Тобто, **біологічна цінність** – хімічний склад виробу, а також вміст білка та незамінних амінокислот у продуктах тваринного походження. Це кратко. Більш

детально:

Біологічна цінність харчових продуктів визначається головним чином наявністю в них незамінних факторів харчування, що не синтезуються в організмі або синтезуються в обмеженій кількості і з малою швидкістю. До основних незамінних компонентів їжі відносяться 8...10 амінокислот, 3...5 поліненасичених жирних кислот, усі вітаміни і більшість мінеральних речовин, а також природні фізіологічні речовини високої біологічної активності: фосфоліпіди, білково-лецитинові і глюкопротеїнові комплекси.

Біологічна цінність харчових продуктів – загальніше поняття і характеризується біологічною цінністю білків, жирів, вуглеводів, вітамінів і мінеральних речовин.

Біологічна цінність білку характеризується ступенем відповідності його амінокислотного складу потребам організму в амінокислотах для синтезу білку, а також здатністю до перетравлювання.

Незважаючи на різноманіття білкових речовин в природі, в побудові організму людини бере участь 22 амінокислоти, з яких вісім (лейцин, ізолейцин, триптофан, валін, треонін, лізин, метіонін, фенілаланін) є незамінними, оскільки вони не синтезуються в організмі і повинні поступати ззовні з продуктами харчування. Крім того, амінокислоти гістидин і цистин є незамінними для організму грудних дітей.

Показник відповідності амінокислотного складу харчових білків і білків, що синтезуються, послужив основою для створення ряду методів визначення і порівняння біологічної цінності різних харчових білків.

Амінокислотний склад харчових продуктів порівнюють з амінокислотним складом ідеального (гіпотетичного) білку, прийнятого експертним комітетом ФАО-ВООЗ в 1973 р., шляхом визначення амінокислотного СКОРУ (АКЧ) – АКС (амінокислотний скор).

Одним з доступних способів розрахунку АКЧ є обчислення відношення вмісту незамінних амінокислот – AK_n

$$AKЧ = (m_1/m_2) \times 100 \quad (6.1)$$

де m_1 , m_2 – кількість незамінної амінокислоти в 1 г, відповідно, досліджуваного й ідеального білку.

У одному грамі ідеального білку міститься вісім AK_n в наступній кількості, мг: ізолейцину – 40; лейцину – 70; лізину – 55; метіоніну + цистину – 35; фенілаланіну + тирозину – 60; триптофану – 10; треоніну – 40; валіну – 50.

У ідеальному білку АКЧ кожної AK_n приймається за 100%. Лімітуючою біологічну цінність AK_n вважається та, АКЧ якої має значення менше 100%.

Не усі продукти харчування повноцінні за амінокислотним складом. Тваринні білки, тобто білки м'яса, молока, яєць, є найбільш близькими за своїм скором до ідеального, рослинні білки є дефіцитними з окремих AK_n , частіше лізину, метіоніну, цистину.

Незбалансованість амінокислотного складу білків може призвести до порушення обміну речовин, уповільнення синтезу білку і зростання

організму. Надлишок одних АК_н призводить до нестачі і поганої засвоюваності інших.

Істотне значення має збалансованість незамінних АК_н, особливе співвідношення таких есенціальних АК_н, як триптофан, метіонін і лізин. Оптимальне їх співвідношення 1: 2: 3,5 (4,0). Триптофан приймає участь в процесі відновлення тканин і міститься в м'ясі, горосі, квасолі. Метіонін попереджає ожиріння нирок, ураження легенів, сприяє утворенню інсуліну; міститься в м'ясі і зернових. Лізин нормалізує кровообіг, підтримує необхідний рівень гемоглобіну.

Проте досліди на тваринах показали, що розрахункові дані АКС не співпадають з експериментальними, які зазвичай є вищими, а проста відповідність амінокислотного складу харчових білків і білків, що синтезуються, дає тільки приблизне уявлення про біологічну цінність білків.

Деякі дослідники вважають, що біологічна цінність білків пов'язана також з особливостями будови білкових компонентів їжі, що впливають на розчинність продукту у воді, на драглеутворення, в'язкість, вологоутримуючу здатність й на інші молекулярні характеристики продукту. Одна з найважливіших характеристик харчової цінності – перетравлюваність їжі – істотно залежить від доступності білкових і інших біополімерних сполук до дії ферментів.

Під час застосування біологічних методів (на тваринах) для визначення біологічної цінності білків розраховують коефіцієнт ефективності білку (КЕБ), коефіцієнт чистої утилізації білку (ЧУБ), показник біологічної цінності білку (ПБЦ), коефіцієнт ретенції (затримки) азоту (КРА) та інші.

Біологічна цінність жирів визначається поліненасиченими жирними кислотами (ПНЖК), що входять до їх складу і які ще називаються вітаміном F. ПНЖК відносяться до незамінних факторів харчування, оскільки не утворюються в організмі і повинні надходити з їжею.

Разом з енергетичною функцією, ПНЖК сприяють прискоренню обміну холестерину в організмі, зниженню утворення ліпопротеїдів низької густини, відповідальних за атеросклероз, зменшенню синтезу тригліцеридів.

Для людини есенціальними жирними кислотами є лінолева C_{18:2}, ліноленова C_{18:3}. Лінолева кислота перетворюється в організмі в арахідонову C_{22:4}, а ліноленова – в ейкозапентаєнову. Недостатнє надходження з їжею лінолевої кислоти викликає в організмі порушення біосинтезу арахідонової кислоти, що входить у великій кількості в його структурні ліпіди, а також простагландинів. Арахідонова кислота складає 20...25% від усіх жирних кислот фосфоліпідів клітинних і субклітинних біомембран. ПНЖК, що утворюються з ліноленової кислоти (ейкозапентаєнова і докозагексаєнова), також постійно є присутніми в ліпідах мембран, але в значно меншій кількості (2...5%), ніж арахідонова кислота.

Важливо підкреслити, що методи визначення біологічної цінності жирів є інтегральними, оскільки вони не виявляють впливу кожної з кислот на метаболізм ліпідів. На відміну від білків нині не представляється можливим визначити біологічну цінність жирів на основі їх хімічного складу.

Для оцінки біологічної дії різних жирів на організм людини введено поняття коефіцієнта ефективності метаболізації жирних кислот (КЕМ). Він характеризує відношення кількості арахідонової кислоти до суми усіх інших поліненасичених кислот з 20 і 22 вуглецевими атомами. Важливо відмітити, що КЕМ збільшується паралельно зменшенню вмісту арахідонової кислоти. Перспектива можливого використання КЕМ в якості діагностичного тесту для виявлення порушень ліпідного обміну у людини є цілком реальною і цінною.

Останні досягнення науки, що більш глибоко розкривають функції жирів в організмі людини, зумовили зміни норм їх споживання з їжею. Так, в порівнянні з колишніми рекомендаціями простежується тенденція до збільшення споживання жирів за незмінного або навіть зниженого споживання вуглеводів. Важливе значення має кількісна і якісна характеристики жирів. Остання істотно залежить від технології їх виробництва і зберігання.

Біологічна цінність вуглеводів визначається кількісним складом засвоюваних і незасвоюваних вуглеводів. *(Засвоювані вуглеводи перетравлюються і метаболізуються в організмі людини. До них відносяться глюкоза, фруктоза, сахароза, лактоза, мальтоза, α -глюканові полісахариди – крохмаль, декстрини і глікоген. Незасвоювані вуглеводи - грубі харчові волокна, які забезпечують нормальне травлення. Вони створюють відчуття ситості, запобігають запорам, стимулюють жовчовиділення, сприяють виведенню холестерину з організму, нормалізують діяльність корисної мікрофлори кишечника).* Важлива роль відводиться засвоюваним вуглеводам, що нормалізують обмінні процеси в організмі. Останніми роками велика увага приділяється харчовим волокнам – баластним речовинам, що відносяться до групи незасвоюваних вуглеводів (пектинові речовини, клітковина, геміцелюлоза).

Біологічна цінність вітамінів визначається їх участю в клітинному і тканинному обміні речовин, істотним впливом на функціональний стан багатьох фізіологічних систем, на реактивність організму і його захисні механізми.

Біологічна цінність мінеральних речовин визначається їх абсолютним вмістом і співвідношенням між собою в продуктах і специфічною дією на обмінні процеси.

Харчова цінність являє собою комплекс властивостей харчових продуктів, що забезпечують фізіологічні потреби людини в енергії й в основних харчових речовинах. Інакше кажучи, термін «**харчова цінність**» продукту харчування є широким поняттям, яке включає кількісний вміст в ньому основних нутрієнтів, його енергетичну цінність, органолептичні характеристики.

При цьому, чим більшою мірою продукт задовольняє медично – біологічним потребам організму в харчових речовинах, тим вище його харчова цінність. Частішими є терміни «біологічна» і «енергетична» цінність.

Отже, усі речовини, що входять до складу харчових продуктів та їжі,

поділяють на **дві групи**: органічні і мінеральні (вода, макро- і мікроелементи). Серед них є речовини, що визначають харчову, у тому числі енергетичну і біологічну, цінність; харчові компоненти (сполуки), що беруть участь у формуванні, смаку, аромату і кольору харчових продуктів.

Харчова цінність визначається не лише вмістом біологічно активних харчових речовин (нутрієнтів), але й їх співвідношенням, засвоюваністю і доброякісністю.

Терміни "енергетична" і "біологічна" цінність є вужчими поняттями харчової цінності.

6.2 Методика визначення харчової, біологічної та енергетичної цінності на прикладі кефіру жирного

Енергетична цінність харчових виробів

Хід розрахунків: А). Визначити вміст харчових речовин в харчовому продукті за допомогою таблиць хімічного складу (зокрема табл. 6.1);

Таблиця 6.1 Хімічний склад молочних продуктів

Продукт	Вода	Білки	Жири	Вуглеводи	Органічні кислоти	Зола	Мінеральні речовини						Вітаміни					Енергетична цінність
							Na	K	Ca	Mg	P	Fe	A	B ₁	B ₂	PP	C	
							І грами						Міліграми					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Молоко пастеризоване 3,5% жиру	88,2	2,8	3,5	4,7	0,14	0,7	50	146	120	14	90	0,06	0,03	0,04	0,15	0,1	1,3	61
Молоко пастеризоване 3,2 % жиру	88,5	2,8	3,2	4,7	0,14	0,7	50	146	120	14	90	0,06	0,02	0,04	0,15	0,1	1,3	58
Молоко пастеризоване 2,5% жиру	89,1	2,8	2,5	4,7	0,14	0,7	50	146	120	14	90	0,06	0,02	0,04	0,15	0,1	1,3	52
Вершки з коров'ячого молока 10% жиру	82,2	3,0	10,0	4,0	0,17	0,6	40	124	90	10	83	0,1	0,06	0,03	0,1	0,15	0,5	118
Вершки з коров'ячого молока 20% жиру	72,8	2,8	20,0	3,7	0,17	0,5	35	109	86	8	60	0,2	0,15	0,03	0,11	0,1	0,3	206
Вершки з коров'ячого молока 35% жиру	59,0	2,5	35,0	3,0	0,14	0,4	31	90	86	7	58	0,2	0,25	0,02	0,11	0,07	0,2	337
Сметана 20% жиру	72,7	2,8	20,0	3,2	0,8	0,5	35	109	86	8	60	0,2	0,15	0,03	0,11	0,1	0,3	206
Сметана 30% жиру	63,3	2,4	30,0	3,1	0,7	0,5	32	95	85	7	59	0,3	0,23	0,02	0,1	0,07	0,8	294
Сметана 36% жиру	58,1	2,4	36,0	2,6	0,7	0,4	31	90	86	7	58	0,3	0,27	0,02	0,1	0,07	0,2	346
Сир жирний	63,2	14,0	18,0	2,8	1,0	1,0	41	112	150	23	216	0,5	0,1	0,05	0,3	0,3	0,5	232
Сир напівжирний	70,3	16,7	9,0	2,0	1,0	1,0	41	112	164	23	220	0,4	0,05	0,04	0,27	0,4	0,5	159
Сир нежирний	77,2	18	0,6	1,8	1,22	1,2	44	117	120	24	189	0,3	0,01	0,04	0,25	0,45	0,5	88
Кефір жирний	88,3	2,8	3,2	4,1	0,9	0,7	50	146	120	14	95	0,1	0,02	0,03	0,17	0,14	0,7	59
Кефір нежирний	91,4	3,0	0,05	3,8	0,9	0,7	52	152	126	15	95	0,1	сд	0,04	0,17	0,14	0,7	30
Сирна маса солодка	51,7	11,3	20	15,4	0,8	0,8	33,8	124	121	18	174	0,4	0,12	0,04	0,25	0,24	0,4	286

Б) Визначити **теоретичну, E, енергетичну цінність** (за формулою 6.1):

$$E = X_{\text{білків}} \cdot 4 + Y_{\text{жирів}} \cdot 9 + Z_{\text{вуглеводів}} \cdot 4 + W_{\text{орган.кислот}} \cdot 2,4 \quad (6.1)$$

Калорійність: 1г білків - 4 ккал; 1г жирів - 9 ккал; 1г вуглеводів – 4 (точніше 3,75) ккал; 1г орг.кислоти - 2,4 ккал

і практичну (фактичну) енергетичну цінність – враховуючи коефіцієнти: K_1 – коефіцієнт засвоюваності, який визначаємо зі табл. 6.2 та K_2 – коефіцієнт втрат при кулінарній обробці, який визначаємо зі табл. 6.3.

Таблиця 6.2.– Коефіцієнти засвоюваності за групами товарів при змішаному харчуванні

Найменування груп продуктів	Білки	Жири	Вуглеводи
Овочі	80	100	85
Картопля	70	-	95
Фрукти, ягоди та горіхи	85	95	90
Борошно вищого, 1-го і 2-го сорту і хліб з нього, макаронні вироби, манна крупа, рис, геркулес і толокно	85	93	96
Оббивне борошно і хліб з нього, бобові та крупи (крім манної, рису, геркулесу і толокна)	70	92	94
Цукор	-	-	99
Кондитерські вироби, мед і варення	85	93	95
Рослинна олія і маргарин	-	95	-
Молоко, молочні продукти і яйця	96	95	98
М'ясо і м'ясопродукти риба і рибопродукти	95	90	-

Таблиця 6.3. – Узагальнені величини втрат продуктів при тепловій кулінарній обробці, %

Продукти	Білки	Жири	Вуглеводи	Енергетична цінність
Рослинні	5	6	9	-
Тваринні	8	25	-	-
В середньому	6	12	9	-

В) Визначення біологічної цінності харчового виробу – хімічного складу за таблицею хімічного складу сировини, продуктів та страв (табл. 6.1) та амінокислотного складу (вміст незамінних амінокислот) за таблицею 6.4.

Таблиця 6.4 – Вміст білка та незамінних амінокислот у найбільш поширених продуктах тваринного походження (на 100 г)

Назва продукту	Білок, г	Валін, мг	Ізолейцин, мг	Лейцин, мг	Лізин, мг	Метіонін, мг	Треонін, мг	Триптофан, мг	Феніл-аланін, мг
Молоко пастеризоване, 2,5% жирності	2,82	163	161	276	222	74	130	43	146
Вершки з коров'ячого молока, 20% жирності	2,80	185	162	249	198	62	117	36	124

Сметана, 30% жирності	2,40	153	139	217	170	54	100	31	106
Сир жирний	14,0	838	690	1282	1008	384	649	212	762
Сир нежирний	18,0	990	1000	1850	1450	480	800	180	930
Кефір жирний	2,80	135	160	277	230	81	110	43	141
Сир твердий голландський брусковий	26,8	1414	1146	1780	1747	865	1067	788	1280
Сир твердий пошехонський	26,0	1274	988	1957	1572	983	894	700	1195
Яловичина II категорії	20,0	1100	862	1657	1672	515	859	228	803
Свинина м'ясна	14,3	831	708	1074	1239	342	654	191	580
Баранина I категорії	15,6	820	754	1116	1235	356	688	198	611
Печінка яловича	17,9	1247	926	1594	1433	438	812	238	928
Ковбаса молочна	11,7	742	417	798	858	60	458	164	397
Сосиски молочні	11,4	630	313	757	839	111	357	203	369
Курчата-бройлери I категорії	17,6	818	621	1260	1530	447	783	283	649
Кури I категорії	18,2	877	653	1412	1588	471	885	293	744
Качки	15,8	766	662	1278	1327	370	705	174	608
Яйця курячі	12,7	772	597	1081	903	424	610	204	652
Короп свіжий	16,0	1100	800	1800	1900	500	900	180	800
Минтай морський	15,9	900	1100	1300	1800	600	900	200	700
Окунь морський морожений	18,2	1100	1100	1600	1700	500	900	170	700

Визначаємо співвідношення трьох найбільш дефіцитних незамінних амінокислот: **триптофан:лізин:метіонін**, враховуючи їх оптимальне співвідношення: **триптофан:лізин:метіонін=1:3:3**.

Робимо висновок – якої з них – надлишок, а якої – недолік

Далі **розраховуємо АКЧ – амінокислотне число або СКОР** для трьох найбільш дефіцитних амінокислот (триптофан, лізин, метіонін) за формулою (6.2):

$$\text{амінокислотне число (АКЧ)} = \frac{\text{мг АК в 1г досліджуваного білка}}{\text{мг АК в 1г стандартного білка}} \quad (6.2)$$

При визначенні АКЧ користуються стандартною амінокислотною шкалою, запропонованої ФАО/ВООЗ (Food and Agricultural Organization/ Всесвітня Організація Охорони Здоров'я) для гіпотетичного «ідеального

білка» (білок курячого яйця та жіночого молока)

1 г «ідеального або стандартного білка» містить (мг):

лейцину – 70

ароматичних сполук фенілаланін + тирозин – 60

лізину – 55

валіну – 50

ізолейцину – 40

треоніну – 40

метіонін + цистин – 35/2=17,5

трипрофану – 10

Визначаємо *лімітуючу есенціальну амінокислоту*. Ця амінокислота обмежує біологічну цінність білка аналізуемого харчового виробу. Нею вважається та незамінна амінокислота – СКОР (%) якої має найменше значення.

Г) Аналіз харчової цінності продукту:

Знаходимо співвідношення у продукті (у нас 200 г кефіру 3,2% жирн.) основних речовин – **білки:жири:вуглеводи** та порівнюємо його з оптимальним співвідношенням, яке становить:

Білки:жири:вуглеводи=1:(1,2)1,4:4

Робимо висновок щодо надлишку та недоліку цих основних речовин.

Д) Встановити % задоволення добової потреби організму середньостатистичної людини в харчових речовинах і енергії при споживанні даної кількості готового до вживання продукту (кефіру жирного, 3,2 % жирн. (200 г)) згідно зі табл. 6.5;

Таблиця 6.5. – Рекомендовані норми споживання

Компоненти їжі	Потреба (рекомендована норма споживання)	Фактичне споживання – Кефір жирний, 3,2 % жирн. (200 г)	% Задоволення
Білки, г	88		
Жири, г	107		
Засвоювані вуглеводи, г	422		
Органічні кислоти, г	2		
Енергетична цінність (теоретична), ккал	3000		
Практична (фактична)	-		

Е) Зробити висновок щодо % задоволення (аналізуючи табл. 6.5)

Контрольні питання

1. Як визначається калорійність їжі?
2. Каково співвідношення основних поживних речовин в збалансованих раціонах?
3. Скільки ккал виділяється при розщепленні білків?

4. Скільки ккал виділяється при розщепленні жирів?
5. Скільки ккал виділяється при розщепленні вуглеводів?

Практичне заняття № 7

«Визначення харчової, біологічної та енергетичної цінності харчового продукту на прикладі цибулі зеленої (100 г)»

Мета: Ознайомитися з методикою визначення харчової, біологічної та енергетичної цінності харчового виробу на прикладі цибулі зеленої (100 г)

План

7.1 Загальні характеристика харчової, біологічної та енергетичної цінності харчового виробу (сировини)

7.2 Методика визначення харчової, біологічної та енергетичної цінності на прикладі цибулі зеленої (100 г)

7.1 Загальні характеристика харчової, біологічної та енергетичної цінності харчового виробу (сировини)

Поняття про енергетичну цінність їжі. Джерелом енергії, що витрачається людиною, служить їжа. Енергія в їжі знаходиться в прихованому вигляді і звільняється в процесі обміну речовин. Кількість прихованої енергії, укладеної в їжі, називається **енергетичною цінністю** або **калорійністю** цієї їжі.

Зазвичай, при розрахунку енергетичної цінності харчового виробу (страви) кількість харчових речовин множиться на відповідні коефіцієнти: білки - 4, жири - 9, вуглеводи - 4, результат виражають у кілокалоріях.

Отже, **енергетична цінність** характеризує ту частку енергії, яка може вивільнитися з харчових продуктів в процесі біологічного окиснення і використовуватися для забезпечення фізіологічних функцій організму. Їжа є єдиним джерелом енергії для людини.

Кількість енергії, що виділяється в процесі засвоєння організмом харчових продуктів, називається калорійністю. В результаті окиснення одного грама жиру організм отримує 37,7 кДж (9 ккал); одного грама білку 16,7 кДж (4 ккал); одного грама вуглеводів 15,7 кДж (3,75 ккал). Це **калорійність бруто**, тобто та, яка міститься в продукті і виділяється під час його згорання, або **теоретична енергетична цінність**. Але харчові речовини засвоюються організмом не повністю. Так, білки засвоюються на 94,5%, жири – на 94,0%; вуглеводи – на 95,6%. Тому слід теоретичну енергетичну цінність множити на коефіцієнт засвоюваності. Коефіцієнт засвоюваності сахарози дорівнює 1, тваринних жирів – 0,85 (за винятком вершкового масла), рослинних жирів – 0,95, білків, в залежності від їх природи – 0,85...0,95. Знаючи вміст в раціоні білків, жирів і вуглеводів і коефіцієнти їх засвоюваності, можна легко розрахувати **фактичну**

енергетичну цінність.

Біологічна цінність – це, передусім, хімічний склад (нутрієнтний профіль) харчового виробу (або страви), а також показник якості білкових компонентів харчових продуктів (зокрема, амінокислотний склад), що є характеристикою як ступеня збалансованості амінокислотного складу білка, так і рівня його перетравності й асиміляції в організмі. Тобто, **біологічна цінність** – хімічний склад виробу, а також вміст білка та незамінних амінокислот у продуктах тваринного походження.

Харчова цінність являє собою комплекс властивостей харчових продуктів, що забезпечують фізіологічні потреби людини в енергії й в основних харчових речовинах. Інакше кажучи, термін **«харчова цінність»** продукту харчування є широким поняттям, яке включає кількісний вміст в ньому основних нутрієнтів, його енергетичну цінність, органолептичні характеристики. При цьому, чим більшою мірою продукт задовольняє медично – біологічним потребам організму в харчових речовинах, тим вище його харчова цінність. Частішими є терміни «біологічна» і «енергетична» цінність.

7.2 Методика визначення харчової, біологічної та енергетичної цінності на прикладі цибулі зеленої (100 г)

Енергетична цінність харчових виробів

Хід розрахунків: А). Визначити вміст харчових речовин в харчовому продукті за допомогою таблиць хімічного складу (зокрема табл. 7.1);

Таблиця 7.1 Хімічний склад овочевої сировини

Продукт	Вода			Вуглеводи		Клітковина	Органічні кислоти		Зола	Мінеральні речовини						Вітаміни					Енергетична цінність
				Моно- і дисахариди	Крохмаль					Na	K	Ca	Mg	P	Fe	β-каротин	B1	B12	PP	C	
	Грами					Міліграми															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Овочі																					
Бруква	87,2	1,2	0,1	7,0	0,4	1,5	0,2	0,8	10	238	40	14	41	1,5	0,05	0,05	0,05	1,05	30	34	
Горох зелений	80,0	5,0	0,2	6,0	6,8	1.0	0,1	0,9	2.0	285	26	38	122	0,7	0,4	0,34	0,19	2,0	25	73	
Кабачки	93,0	0,6	0,3	4,9		0,3	0,1	0,4	2.0	238	15	9	12	0,4	0,03	0,03	0,03	0,6	15	23	
Капуста білокачанна	90,0	1,8	0,1	4,6	0,1	1,0	0,3	0,7	13	185	48	16	31	0,6	0,02	0,03	0,04	0,74	45	27	
Капуста кольорова	90,0	2,5	0,3	4,0	0,5	0,9	0,1	0,8	10	210	26	17	51	1,4	0,02	0,1	0,1	0,6	70	30	
Картопля	76,0	2,0	0,4	1,3	15,0	1,0	0,2	1,1	28	568	10	23	58	0,9	0,02	0,12	0,07	1,3	20	80	
Картопля молода	84,0	2,4	0,4	0,7	11,0	0,7	0,1	0,7	18	274	6,0	15	50	1,2		0,1	0,05	0,9	30	61	
Цибуля зелена	93,0	1,3	0	3,5	сл.	0,9	0,2	1,0	10	259	100	18	26	1	2,0	0,02	0,1	0,3	30	19	

Б) Визначити *теоретичну, E, енергетичну цінність* (за формулою 7.1):

$$E = X_{\text{білків}} \cdot 4 + У_{\text{жирів}} \cdot 9 + Z_{\text{вуглеводів}} \cdot 4 + W_{\text{орган.кислот}} \cdot 2,4 \quad (7.1)$$

Калорійність: 1г білків - 4 ккал; 1г жирів - 9 ккал; 1г вуглеводів - 4 (точніше 3,75) ккал; 1г орг.кислоти - 2,4 ккал

і практичну (фактичну) енергетичну цінність – враховуючи коефіцієнти: K_1 – коефіцієнт засвоюваності, який визначаємо зі табл. 7.2 та K_2 – коефіцієнт втрат при кулінарній обробці, який визначаємо зі табл. 7.3.

Таблиця 7.2.– Коефіцієнти засвоюваності за групами товарів при змішаному харчуванні

Найменування груп продуктів	Білки	Жири	Вуглеводи
Овочі	80	100	85
Картопля	70	-	95
Фрукти, ягоди та горіхи	85	95	90
Борошно вищого, 1-го і 2-го сорту і хліб з нього, макаронні вироби, манна крупа, рис, геркулес і толокно	85	93	96
Оббивне борошно і хліб з нього, бобові та крупи (крім манної, рису, геркулесу і толокна)	70	92	94
Цукор	-	-	99
Кондитерські вироби, мед і варення	85	93	95
Рослинна олія і маргарин	-	95	-
Молоко, молочні продукти і яйця	96	95	98
М'ясо і м'ясопродукти риба і рибопродукти	95	90	-

Таблиця 7.3. – Узагальнені величини втрат продуктів при тепловий кулінарній обробці, %

Продукти	Білки	Жири	Вуглеводи	Енергетична цінність
Рослинні	5	6	9	-
Тваринні	8	25	-	-
В середньому	6	12	9	-

В) *Визначення біологічної цінності харчового виробу* – хімічного складу за таблицею хімічного складу сировини, продуктів та страв (табл. 7.1)

Г) Аналіз харчової цінності продукту:

Знаходимо співвідношення у продукті (у нас 100 г цибулі зеленої) основних речовин – **білки:жири:вуглеводи** та порівнюємо його з оптимальним співвідношенням, яке становить:

$$\text{Білки:жири:вуглеводи} = 1:(1,2)\underline{1,4:4}$$

Робимо висновок щодо надлішку та недоліку цих основних речовин.

Д) Встановити % задоволення добової потреби організму середньостатистичної людини в харчових речовинах і енергії при споживанні даної кількості готового до вживання продукту (цибулі зеленої (100 г)) згідно

зі табл. 7.4;

Таблиця 7.4. – Рекомендовані норми споживання

Компоненти їжі	Потреба (рекомендована норма споживання)	Фактичне споживання – Цибуля зелена (100 г)	% Задоволення
Білки, г	88		
Жири, г	107		
Засвоювані вуглеводи, г	422		
Органічні кислоти, г	2		
Енергетична цінність (теоретична), ккал	3000		
Практична (фактична)	-		

Е) Зробити висновок щодо % задоволення (аналізуючи табл. 7.4)

Контрольні питання

1. Як визначається теоретична енергетична цінність харчового продукту (сировини)?
2. Як визначається практична (фактична) енергетична цінність харчового продукту (сировини)?
3. Скільки енергії (ккал) виділяється при розщепленні 1 г білків?
4. Скільки енергії (ккал) виділяється при розщепленні 1 г жирів?
5. Скільки енергії (ккал) виділяється при розщепленні 1 г вуглеводів?

Практичне заняття № 8

«Визначення харчової, біологічної та енергетичної цінності харчового продукту на прикладі ковбаси молочної (100 г)»

Мета: Ознайомитися з методикою визначення харчової, біологічної та енергетичної цінності харчового виробу на прикладі ковбаси молочної (100 г)

План

8.1 Загальні характеристики харчової, біологічної та енергетичної цінності харчового виробу

8.2 Методика визначення харчової, біологічної та енергетичної цінності на прикладі цибулі зеленої (100 г)

8.1 Загальні характеристики харчової, біологічної та енергетичної цінності харчового виробу

Поняття про енергетичну цінність їжі. Джерелом енергії, що витрачається людиною, служить їжа. Енергія в їжі знаходиться в прихованому вигляді і звільняється в процесі обміну речовин. Кількість прихованої енергії, укладеної в їжі, називається **енергетичною цінністю** або

калорійністю цієї їжі.

Зазвичай, при розрахунку енергетичної цінності харчового виробу (страви) кількість харчових речовин множиться на відповідні коефіцієнти: білки - 4, жири - 9, вуглеводи - 4, результат виражають у кілокалоріях.

Отже, **енергетична цінність** характеризує ту частку енергії, яка може вивільнитися з харчових продуктів в процесі біологічного окиснення і використовуватися для забезпечення фізіологічних функцій організму. Їжа є єдиним джерелом енергії для людини.

Кількість енергії, що виділяється в процесі засвоєння організмом харчових продуктів, називається калорійністю. В результаті окиснення одного грама жиру організм отримує 37,7 кДж (9 ккал); одного грама білку 16,7 кДж (4 ккал); одного грама вуглеводів 15,7 кДж (3,75 ккал). Це **калорійність бруто**, тобто та, яка міститься в продукті і виділяється під час його згорання, або **теоретична енергетична цінність**. Але харчові речовини засвоюються організмом не повністю. Так, білки засвоюються на 94,5%, жири – на 94,0%; вуглеводи – на 95,6%. Тому слід теоретичну енергетичну цінність помножити на коефіцієнт засвоюваності. Коефіцієнт засвоюваності сахарози дорівнює 1, тваринних жирів – 0,85 (за винятком вершкового масла), рослинних жирів – 0,95, білків, в залежності від їх природи – 0,85...0,95. Знаючи вміст в раціоні білків, жирів і вуглеводів і коефіцієнти їх засвоюваності, можна легко розрахувати **фактичну енергетичну цінність**.

Біологічна цінність – це, передусім, хімічний склад (нутрієнтний профіль) харчового виробу (або страви), а також показник якості білкових компонентів харчових продуктів (зокрема, амінокислотний склад), що є характеристикою як ступеня збалансованості амінокислотного складу білка, так і рівня його перетравності й асиміляції в організмі. Тобто, **біологічна цінність** – хімічний склад виробу, а також вміст білка та незамінних амінокислот у продуктах тваринного походження.

Харчова цінність являє собою комплекс властивостей харчових продуктів, що забезпечують фізіологічні потреби людини в енергії й в основних харчових речовинах. Інакше кажучи, термін «**харчова цінність**» продукту харчування є широким поняттям, яке включає кількісний вміст в ньому основних нутрієнтів, його енергетичну цінність, органолептичні характеристики. При цьому, чим більшою мірою продукт задовольняє медично – біологічним потребам організму в харчових речовинах, тим вище його харчова цінність. Частішими є терміни «біологічна» і «енергетична» цінність.

8.2 Методика визначення харчової, біологічної та енергетичної цінності на прикладі ковбаси молочної (100 г)

Енергетична цінність харчових виробів

Хід розрахунків: А). Визначити вміст харчових речовин в харчовому продукті за допомогою таблиць хімічного складу (зокрема табл. 8.1);

Таблиця 8.1 Хімічний склад м'ясних продуктів

Продукт	Вода	Білки	Жири	Екст- рактив- ні речови- ни	Зола	Мінеральні речовини						Вітаміни						Енерге- тична цінність
						Na	K	Ca	Mg	P	Fe	A	β- каро- тин	B ₁	B ₂	PP	C	
						Грами						Міліграми						
Субпродукти яловичі																		
Печінка	71,7	17,9	3,7	5,3	1,4	104	277	9	18	314	6,9	8,2	1,0	0,3	2,19	9,0	33,0	105
Почки	79,0	15,2	2,8	1,9	1,1	218	237	13	18	239	6	0,23		0,39	1,8	5,7	10,0	86
Серце	77,5	16,0	3,5	2,0	1,0	100	260	7	23	210	4,8	0,02		0,36	0,75	5,0	4,0	96
Язик	68,8	16,0	12,1	2,2	0,9	100	255	8	19	224	4,1	сл.		0,12	0,3	4,8	сл.	173
Ковбасні вироби																		
Варені ковбаси																		
Яловича	70,0	15,0	11,7		3,3	959	281	23	21	209	3,5	0,06	0,13	3,5	165			
Аматорська	57,0	12,2	28,0		2,8	900	211	19	17	146	1,7	0,25	0,18	2,47	301			
Молочна	62,8	11,7	22,8		2,7	835	250	40	21	169	1,7	0,25	0,2	2,65	252			287

Б) Визначити *теоретичну, E, енергетичну цінність* (за формулою 8.1):

$$E = X_{\text{білків}} \cdot 4 + U_{\text{жирів}} \cdot 9 + Z_{\text{вуглеводів}} \cdot 4 + W_{\text{орган.кислот}} \cdot 2,4 \quad (6.1)$$

Калорійність: 1г білків - 4 ккал; 1г жирів - 9 ккал; 1г вуглеводів - 4 (точніше 3,75) ккал; 1г орг.кислоти - 2,4 ккал

і практичну (фактичну) енергетичну цінність – враховуючи коефіцієнти: K₁ – коефіцієнт засвоюваності, який визначаємо зі табл. 8.2 та K₂ – коефіцієнт втрат при кулінарній обробці, який визначаємо зі табл. 8.3.

Таблиця 8.2.– Коефіцієнти засвоюваності за групами товарів при змішаному харчуванні

Найменування груп продуктів	Білки	Жири	Вуглеводи
Овочі	80	100	85
Картопля	70	-	95
Фрукти, ягоди та горіхи	85	95	90
Борошно вищого, 1-го і 2-го сорту і хліб з нього, макаронні вироби, манна крупа, рис, геркулес і толокно	85	93	96
Оббивне борошно і хліб з нього, бобові та крупи (крім манної, рису, геркулесу і толокна)	70	92	94
Цукор	-	-	99
Кондитерські вироби, мед і варення	85	93	95
Рослинна олія і маргарин	-	95	-
Молоко, молочні продукти і яйця	96	95	98
М'ясо і м'ясопродукти риба і рибопродукти	95	90	-

Таблиця 8.3. – Узагальнені величини втрат продуктів при тепловий кулінарній обробці, %

Продукти	Білки	Жири	Вуглеводи	Енергетична цінність
Рослинні	5	6	9	-
Тваринні	8	25	-	-
В середньому	6	12	9	-

В) *Визначення біологічної цінності харчового виробу* – хімічного складу за таблицею хімічного складу сировини, продуктів та страв (табл. 8.1) та амінокислотного складу (вміст незамінних амінокислот) за таблицею 6.4.

Таблиця 8.4 – Вміст білка та незамінних амінокислот у найбільш поширених продуктах тваринного походження (на 100 г)

Назва продукту	Білок, г	Валін, мг	Ізолей-цин, мг	Лей-цин, мг	Лізин, мг	Метіонін, мг	Треонін, мг	Триптофан, мг	Феніл-аланін, мг
Молоко пастеризоване, 2,5% жирності	2,82	163	161	276	222	74	130	43	146
Вершки з коров'ячого молока, 20% жирності	2,80	185	162	249	198	62	117	36	124
Сметана, 30% жирності	2,40	153	139	217	170	54	100	31	106
Сир жирний	14,0	838	690	1282	1008	384	649	212	762
Сир нежирний	18,0	990	1000	1850	1450	480	800	180	930
Кефір жирний	2,80	135	160	277	230	81	110	43	141
Сир твердий голландський брусковий	26,8	1414	1146	1780	1747	865	1067	788	1280
Сир твердий пошехонський	26,0	1274	988	1957	1572	983	894	700	1195
Яловичина II категорії	20,0	1100	862	1657	1672	515	859	228	803
Свинина м'ясна	14,3	831	708	1074	1239	342	654	191	580
Баранина I категорії	15,6	820	754	1116	1235	356	688	198	611
Печінка яловича	17,9	1247	926	1594	1433	438	812	238	928
Ковбаса молочна	11,7	742	417	798	858	60	458	164	397
Сосиски молочні	11,4	630	313	757	839	111	357	203	369
Курчата-бройлери I категорії	17,6	818	621	1260	1530	447	783	283	649
Кури I категорії	18,2	877	653	1412	1588	471	885	293	744
Качки	15,8	766	662	1278	1327	370	705	174	608
Яйця курячі	12,7	772	597	1081	903	424	610	204	652
Короп свіжий	16,0	1100	800	1800	1900	500	900	180	800
Минтай морський	15,9	900	1100	1300	1800	600	900	200	700
Окунь морський морожений	18,2	1100	1100	1600	1700	500	900	170	700

Визначаємо співвідношення трьох найбільш дефіцитних незамінних амінокислот: **триптофан:лізин:метіонін**, враховуючи їх оптимальне співвідношення: **триптофан:лізин:метіонін=1:3:3**.

Робимо висновок – якої з них – надлишок, а якої – недолік

Далі **розраховуємо АКЧ – амінокислотне число або СКОР** для трьох найбільш дефіцитних амінокислот (триптофан, лізин, метіонін) за формулою (8.2):

$$\text{амінокислотне число (АКЧ)} = \frac{\text{мг АК в 1г досліджуваного білка}}{\text{мг АК в 1г стандартного білка}} \quad (8.2)$$

При визначенні АКЧ користуються стандартною амінокислотною шкалою, запропонованої ФАО/ВООЗ (Food and Agricultural Organization/ Всесвітня Організація Охорони Здоров'я) для гіпотетичного «ідеального білка» (білок курячого яйця та жіночого молока)

1 г «ідеального або стандартного білка» містить (мг):

лейцину	– 70
ароматичних сполук фенілаланін + тирозин	– 60
<u>лізину</u>	<u>– 55</u>
валіну	– 50
ізолейцину	– 40
треоніну	– 40
<u>метіонін</u> + цистин	– 35/2= <u>17,5</u>
<u>трипрофану</u>	– <u>10</u>

Визначаємо **лімітуючу есенціальну амінокислоту**. Ця амінокислота обмежує біологічну цінність білка аналізуемого харчового виробу. Нею вважається та незамінна амінокислота – СКОР (%) якої має найменше значення.

Г) Аналіз харчової цінності продукту:

Знаходимо співвідношення у продукті (у нас 100 г ковбаси молочної) основних речовин – **білки:жири:вуглеводи** та порівнюємо його з оптимальним співвідношенням, яке становить:

Білки:жири:вуглеводи=1:(1,2)1,4:4

Робимо висновок щодо надлішку та недоліку цих основних речовин.

Д) Встановити % задоволення добової потреби організму середньостатистичної людини в харчових речовинах і енергії при споживанні даної кількості готового до вживання продукту (ковбаси молочної (100 г)) згідно зі табл. 8.5;

Таблиця 8.5. – Рекомендовані норми споживання

Компоненти їжі	Потреба (рекомендована норма споживання)	Фактичне споживання – Ковбаса молочна (100 г)	% Задоволення

Білки, г	88		
Жири, г	107		
Засвоювані вуглеводи, г	422		
Органічні кислоти, г	2		
Енергетична цінність (теоретична), ккал	3000		
Практична (фактична)	-		

Е) Зробити висновок щодо % задоволення (аналізуючи табл. 8.5)

Контрольні питання

1. Дайте визначення поняттю «енергетична цінність»
2. Дайте визначення поняттю «біологічна цінність»
3. Дайте визначення поняттю «харчова цінність»
4. Скільки енергії (ккал) виділяється при розщепленні 1 г жирів?
5. Скільки енергії (ккал) виділяється при розщепленні 1 г органічних кислот?

ЛІТЕРАТУРА

1. Сімахіна Г.О., Стеценко Н.О., Науменко Н.В. Біологічно активні речовини в харчових технологіях: підруч. Київ: НУХТ, 2016. 455 с.
2. Тележенко, Л.М. Біологічно активні речовини фруктів та овочів та їх збереження при переробці [Текст]/Л.М. Тележенко, О.Т. Безусів. – Одеса: Optimum, 2004. – 268 с.
3. Павлоцька Л.Ф., Дуденко Н.В., Цихановська І.В., Александров О.В., Лазарева Т.А., Коваленко В.О., Скуріхіна Л.А., Євлаш В.В. Нутриціологія: навчальний посібник. – Харків: Світ Книг. – 2013.– 560 с.
4. Павлоцька Л.Ф., Дуденко Н.В., Цихановська І.В., Александров О.В., Скуріхіна Л.А., Євлаш В.В., Аксьонова О.Ф. Нутриціологія: підручник. – Харків: Світ Книг. – 2020.– 527 с.; іл.
5. Сімахіна Г. О., Українець А. І. Інноваційні технології та продукти. Оздоровче харчування. Київ: НУХТ, 2010. 296 с.
6. Капсельянц, Л. В. Лікувально-профілактичні властивості харчових продуктів та основи дієтології [Текст] : підручник / Капсельянц Л. В., Петросьянц А. П. – Одеса : Друк, 2011. – 269 с.
7. Мікроелементи та здоров'я. / Методичний посібник для роботи в лабораторії / [укл. О. О. Коновалова, Г. П. Андрейко]. – Х. – ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. – 40 с.
8. Конспект лекцій з курсу «Біологічно активні сполуки» [Електронний ресурс]: для студентів спец. 181 «Харчові технології» (освітня програма «Технологічна експертиза та безпека харчової продукції») ден. та заоч. форми навчання / Уклад. Л. С. Гураль. – Одеса: ОНАХТ, 2020. – Електрон. текст. дані: 176 с.

9. Капрельянц Л.В. Функціональні продукти / Л.В. Капрельянц, К.Г. Іоргачова. – Одеса: Друк, 2013. – 312 с.
10. Воробець М.М., Кобаса І.М., Сачко А.В. Методи контролю якості харчових продуктів. Ч. 1. : метод. рекомендації до лаб. робіт. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2019.– 32 с.
11. Домарецький О.І., Златев А.Я. Екологія харчових продуктів. – К.: “Здоров’я”, 2016. – 180 с.
12. Скоробагатий Я.П. Фізико-хімічні методи аналізу. – Львів: Каменярь, 2013. – 164 с.

Електронне навчальне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

Цихановська Ірина Василівна
Александров Олександр Валентинович
Кудін Дмитро Костянтинович

БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ СПОЛУКИ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Методичні вказівки
до практичних занять для здобувачів вищої освіти другого (магістерського)
рівня денної форми здобуття освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта
(Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції
та харчові технології)»

В авторській редакції

Підписано до розміщення 28.03.2025. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 1,9. Обсяг 2,087 Мб. Зам. № 152/25.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009
Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна