

**Міністерство освіти і науки України  
Дніпровський національний університет  
ім. Олеся Гончара**

**ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ ІЗ ДИСЦИПЛІНИ  
«ХАРЧОВА ХІМІЯ»  
Частина 2**

2021

Уміщено настанови до виконання лабораторного практикуму з дисципліни «Харчова хімія». Методичні вказівки складено згідно з робочою програмою. Наведено завдання для самостійного виконання, а також приклади розв'язання типових задач, список рекомендованої літератури.

Для студентів ДНУ спеціальності 102 «Хімія» та 181 «Харчові технології» першого (бакалаврського) рівня підготовки.

**Лабораторний практикум  
із дисципліни  
«Харчова хімія»  
Частина 2**

Укладачі: канд. хім. наук, доц. О.В. Саєвич  
канд. хім. наук, доц. О.О. Чернушенко

Рекомендовано до друку  
Вченою Радою хімічного факультету  
протокол № 13 від 25.05.2021

---

Підписано до друку. 21. Формат 60x84/16. Папір друкарський.  
Друк плоский. Ум. друк. арк. 3,3. Ум. фарбовідб. 3,3. Обл.- вид. арк. 4,2.  
Тираж 30 пр. Зам. №

---

РВВ ДНУ, просп. Гагаріна, 72, м. Дніпро, 49010.  
ПП «Ліра», вул. Наукова, 5, м. Дніпро, 49107.  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
серія ДК № 6042 від 26.02.2021 р.

## ВСТУП

Харчова хімія – це наука, що вивчає склад і будову хімічних сполук, які входять до харчових систем; загальні закономірності хімічних процесів у харчових продуктах у результаті впливу різних чинників; методи виділення, ідентифікації та дослідження властивостей харчових речовин. У межах підготовки студентів спеціальності 102 «Хімія» і 181 «Харчові технології» курс «Харчова хімія» систематизує одержані знання і навички з фундаментальних хімічних дисциплін.

Мета викладання дисципліни «Харчова хімія» – сформувати у студентів сучасні уявлення про хімічний склад харчової сировини й готових продуктів, а також загальні закономірності хімічних процесів, що відбуваються під час переробки і зберігання харчових продуктів.

Вивчення дисципліни передбачає засвоєння лекційного матеріалу, виконання лабораторних робіт, самостійне опрацювання інформаційних джерел, виконання індивідуальних завдань.

## Тема 1. ЛІПІДИ ТА ЛІПОЇДИ

### Лабораторна робота 1

#### Фізико-хімічні властивості харчових жирів

*Мета виконання роботи:* ознайомитися з фізичними та хімічними властивостями харчових жирів.

#### **Дослід 1. Розчинність жирів**

*Матеріали й реактиви:* рослинна олія, дистильована вода, етиловий спирт, хлороформ, тетрахлорометан, пробірки, лійка, скляна паличка.

#### **Хід роботи**

У пробірки наливають по 0,5 см<sup>3</sup> олії. Окремо в кожную з пробірок додають по 2 см<sup>3</sup> води, етилового спирту, хлороформу, тетрахлорометану відповідно. Вміст пробірок збовтують і роблять висновки про розчинність олії в різних розчинниках. Записують результат.

#### **Дослід 2. Дослідження здатності жирів до утворення емульсій**

*Матеріали й реактиви:* рослинна олія; дистильована вода, 5% розчин натрію гідроксиду, 5% розчин калію гідроксиду, розчин білку, розчин мила, пробірки з корками, штатив, секундомір.

#### **Хід роботи**

В п'ять пробірок наливають по 2 – 3 краплі олії потім додають в першу пробірку 3 см<sup>3</sup> води, в другу – 3 см<sup>3</sup> 5%-го розчину натрію гідроксиду, в третю – 3 см<sup>3</sup> 5%-го розчину калію гідроксиду, в четверту – 3 см<sup>3</sup> розчину мила, в п'яту – 3 см<sup>3</sup> розчину білку. Вміст всіх пробірок енергійно струшують, відбувається утворення емульсій. Пробірки ставлять у штатив на 3 – 5 хв, після чого відмічають, в яких пробірках утворюється стійка емульсія і в яких – нестійка

(відбулося розшарування, що приводить до появи олії на поверхні рідини). Записують результат спостережень.

### **Дослід 3. Порівняння ненасиченості жирів**

*Матеріали й реактиви:* рослинна олія, маргарин, хлороформ, 10 % розчин крохмалю, спиртовий розчин йоду, пробірки, лійка.

#### **Хід роботи**

В одну пробірку вносять 0,5 г маргарину, в іншу – 0,5 г рослинної олії. В обидві пробірки додають по 1 см<sup>3</sup> хлороформу. Вміст пробірок енергійно перемішують до повного розчинення жирів. Потім до пробірок вносять по 2 краплі водного розчину крохмалю та по краплям спиртовий розчин йоду. В пробірках утворюється сине кільце на поверхні суміші. Далі обидві пробірки енергійно струшують. Спостерігають за зміною забарвлення у пробірках. *В пробірці з рослинною олією забарвлення зникає.*

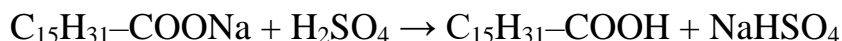
### **Дослід 4. Добування вільних вищих жирних кислот**

*Матеріали й реактиви:* мило, дистильована вода, 5% розчин сульфатної кислоти, пробірки.

#### **Хід роботи**

Близько 1 г мила розчиняють в 8–10 см<sup>3</sup> дистильованої води при нагріванні й додають 3–4 см<sup>3</sup> 5%-го розчину сульфатної кислоти. Випадає білий маслоподібний осад нерозчинних у воді вищих кислот.

Рівняння реакції наведене для солі однієї кислоти:

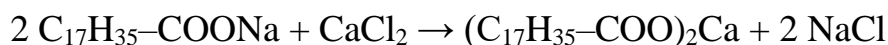


### **Дослід 5. Утворення нерозчинних солей вищих жирних кислот**

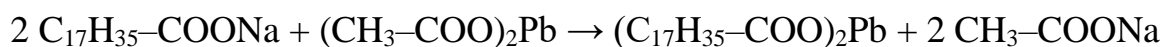
*Матеріали й реактиви:* 0,5%-го розчину мила, 10% розчин кальцію хлориду, 5% розчин плюмбум ацетату, штатив із пробірками, піпетки.

#### **Хід роботи**

У першу пробірку до 3 см<sup>3</sup> 0,5%-го розчину мила додають кілька крапель 10%-го розчину кальцію хлориду. Випадає осад нерозчинних кальцієвих солей вищих жирних карбонових кислот:



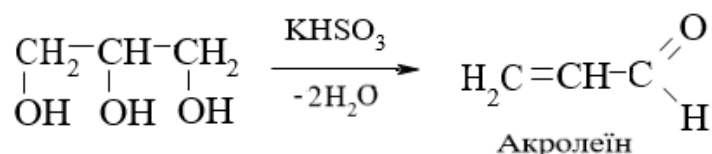
У другу пробірку до 3 см<sup>3</sup> 0,5%-го розчину мила додають 0,5 – 1 см<sup>3</sup> 5%-го розчину плюмбум ацетату. Утворюється нерозчинна у воді сіль плюмбум та вищих жирних кислот:



### **Дослід 6. Акролеїнова реакція на гліцерин**

За допомогою проби на акролеїн визначають присутність гліцерину в жирах. Гліцерин при нагріванні з гідросульфідом калію дегідратується до

акролеїну (ненасиченого альдегіду), який має різкий подразнюючий запах (пригорілого сала). Реакція перебігає за схемою:



*Матеріали й реактиви:* рослинна олія або твердий жир, віск, розчином фуксинсірчистої кислоти, пробірки, скляна паличка, фільтрувальний папір, пічка.

### Хід роботи

В суху пробірку вносять декілька крапель рослинної олії або шматок твердого жиру і додають небагато порошку  $\text{KHSO}_3$  ( $\text{NaHSO}_3$ ) або  $\text{H}_3\text{BO}_3$ . В пробірку вміщують смужку фільтрувального паперу, змоченого розчином фуксинсірчистої кислоти та обережно нагрівають. Від парів акролеїну фільтрувальний папір стане рожевим. Утворення акролеїну можна виявити за різким запахом. Повторити реакцію з воском. Зробити висновки з дослідів.

### Оформлення результатів роботи

Результати роботи оформити у вигляді таблиці (табл. 1). У висновках вказати, на чому ґрунтуються фізико-хімічні властивості харчових жирів.

Таблиця 1

### Фізико-хімічні властивості харчових жирів

№	Об'єкт дослідження	Реактиви й умови	Спостереження	Властивість жирів

## Лабораторна робота 2

### Дослідження ліпідів та ліпоїдів

*Мета виконання роботи:* вивчити властивості простих та складних ліпідів.

#### Дослід 1. Реакції стеринів із сульфатною кислотою

Водовіднімаючі речовини перетворюють стерини на ненасичені вуглеводи, які утворюють забарвлені комплекси із сульфатною кислотою.

*Матеріали й реактиви:* 0,3 % розчини холестерину в хлороформі, лецитину у хлороформі та соняшникової олії у хлороформі, штатив з пробірками, піпетки, концентрована сульфатна кислота.

### Хід роботи

У сухі пробірки наливають по 1 см<sup>3</sup> хлороформних розчинів, які будуть досліджувати, і в кожену додають по стінці пробірки по 1 см<sup>3</sup> концентрованої сульфатної кислоти. Вміст пробірок обережно перемішують. За наявності стеринів верхній шар рідини забарвлюється у темно-червоний колір, нижній - у жовто-червоний із зеленою флуоресценцією.

Результати всіх трьох дослідів оформлюють у вигляді таблиці, позначаючи характер реакції знаками „+“, „-“ (табл. 2).

Таблиця 2

### Наявність стеринів у різних видах ліпідів

Реактиви	Характер реакцій з різними видами ліпідів		
	Соняшникова олія	Лецитин	Холестерин

### Дослід 2. Емульгування жирів

*Емульгуванням* називають розподіл однієї нерозчинної рідини в іншій у вигляді краплин. Цей процес зазвичай відбувається в ході енергійного перемішування двох рідин. Щоб емульсія не розшарувалася, використовують спеціальні речовини — *емульгатори*, або *стабілізатори*. Емульгатор розподіляється по поверхні краплинок диспергованої рідини у вигляді тонкої плівки й перешкоджає їх злиттю. Стійкість одержаної емульсії значною мірою залежить від природи емульгатора. Наприклад, молочно-жирова емульсія маргарину має високу стійкість і не розшаровується в разі механічної і термічної дії. У вітчизняному маргариновому виробництві як емульгатори використовують суміш моно- й дигліцеридів, фосфатиди, сухе молоко. Під час виготовлення майонезу з цією метою використовують яечний і гірчичний порошки.

Основними емульгаторами в шлунково-кишковому тракті є солі жовчних кислот, білки, фосфатиди, мила, гідрокарбонати лужних металів. Емульгування жирів сприяє кращому їх розщепленню та всмоктуванню в кишківнику.

*Матеріали й реактиви:* олія, жовч, лецитин, дистильована вода, 1%-розчин натрій гідрокарбонату, штатив із пробірками, піпетки, лійки, фільтри паперові.

### Хід роботи

У чотири пробірки наливають по 5 см<sup>3</sup> дистильованої води. До другої пробірки додають на кінчику ножа лецитин, до третьої – 1 см<sup>3</sup> жовчі, до четвертої – 1 см<sup>3</sup> розчину натрій гідрокарбонату. Потім до всіх пробірок додають по 0,2 см<sup>3</sup> олії. Пробірки енергійно струшують і залишають на 5 хв. У першій пробірці емульсія швидко розшаровується на воду і олію. У інших завдяки жовчі, лецитину й соді утворюються стиглі емульсії.

Вміст пробірок фільтрують через паперові фільтри в другі пробірки. У першій пробірці через фільтр проходить прозорий розчин, а олія залишається на фільтрі, у інших фільтрується мутна рідина (емульсія). Отже, стабілізатори сприяють емульгуванню жирів і значно полегшують їх проходження через мембрани.

### Дослід 3. Визначення ступеня рафінування жиру.

У випадку рафінування рідких жирів у них змінюється кількість спряжених подвійних зв'язків: з'являються ізольовані подвійні зв'язки, а кількість

спряжених зв'язків зменшується, з'являються трієнові і навіть тетраєнові зв'язки. У процесі старіння число дієнових зв'язків збільшується.

*Матеріали й реактиви:* рафінована та нерафінована рослинна олія, дистильована вода, спектрофотометр, кварцові кювети, фільтрувальний папір.

#### **Хід роботи**

Пробу олії обережно помістити у кварцові кювети на 1 см. Провести визначення спектрів поглинання у УФ ділянці спектру в інтервалі довжини хвилі 210 – 360 нм. Визначити ступінь рафінації жиру за співставленням спектрів поглинання нерафінованого та рафінованого жиру. Ізольовані подвійні зв'язки поглинають при  $\lambda=210$  нм, спряжені дієнові – при  $\lambda=230 - 240$  нм, спряжені трієнові у трьох зонах –  $\lambda = 258, 268, 279$  нм, спряжені тетраєнові – в області  $\lambda = 300 - 316$  нм.

#### **Дослід 4. Виявлення продуктів термічного окиснення жиру.**

Окиснені речовини у неодноразово використовуваному фритюрному жирі взаємодіють з метиленовим синім з утворенням забарвленого продукту.

*Матеріали й реактиви:* рослинна олія, твердий жир, дистильована вода, 2% спиртовий розчин КОН, 0,01% водний розчин метиленового синього, штатив з пробірками, колби об'ємом 50 – 100 см<sup>3</sup>, лійки, піпетки, фільтрувальний папір.

#### **Хід роботи**

Для дослідження у пробірку вносять 3 см<sup>3</sup> рідкого або розплавленого жиру, додають 7 см<sup>3</sup> 2% спиртового розчину КОН, закривають корковим корком та струшують 30 с. Після розділення спиртово-лужний шар фільтрують через паперовий фільтр у колбу. Відбирають 1 см<sup>3</sup> фільтрату у пробірку, додають 5 крапель 0,01% водного розчину метиленового синього та струшують 5 хв. Якщо жир містить 1% окиснених речовин, то розчин стає рожевим, якщо більше за 1 % (перевищено МДР), то колір стає жовто-коричневим.

### **Лабораторна робота 3 Омилення тригліцеридів**

*Мета виконання роботи:* вивчити властивості омилення жирів

#### **Дослід 1. Дослідження процесу омилення жирів**

Оскільки жири є складними ефірами, вони мають властивість омилюватися. У разі омилення жиру в лужному середовищі утворюються гліцерин і мила (солі вищих жирних кислот). Реакція відбувається повільно. У результаті додавання спирту омилення різко прискорюється, тому що підвищується розчинність жиру, і суміш стає однорідною. Гліцерин і спирт також розчинні у розчині натрію хлориду, мило не розчиняється і виділяється з розчину у вигляді твердої маси (висолювання). З рідких жирів утворюються більш м'які мила.

*Матеріали й реактиви:* набір тваринних і рослинних жирів (яловичий, сало, олія), етанол, 40% розчин NaOH або КОН, насичений розчин NaCl, штатив з пробірками, піпетки, водяна баня.

#### **Хід роботи**

Дослід проводити одночасно з різними жирами. У пробірку вміщують приблизно 3 г жиру, додають 3 см<sup>3</sup> етилового спирту і 3 см<sup>3</sup> концентрованого розчину натрію або калію гідроксиду. Вміст пробірки старанно збовтують і нагрівають на водяній бані до початку кипіння. Суміш стає однорідною і через 5-7 хв омилення закінчується. До одержаної густої маси додають, перемішуючи, гарячий насичений розчин натрій хлориду. Після того як суміш настоїться спостерігають за виділенням шару мила, який спливає на поверхню. Роблять висновок про умови утворення мила в процесі омилення жирів.

### **Дослід 2. Визначення числа омилення**

Число омилення – кількість міліграмів КОН, яке необхідне для нейтралізації всіх жирних кислот, що містяться у 1 г жиру – як вільних, так і тих, що входять до складу триглицеридів.

*Матеріали й реактиви:* набір тваринних і рослинних жирів (яловичий, сало, олія), етанол, спиртовий розчин КОН, фенолфталеїн, 0,5 н розчин хлоридної кислоти, дистильована вода, бюретка, колба об'ємом 100 см<sup>3</sup>, піпетки, водяна баня.

### **Хід роботи**

У колбу поміщають 1 г жиру, додають 20 см<sup>3</sup> спиртового розчину КОН, приєднують зворотній холодильник та поміщають на водяну баню на 40-50 хв. Колбу від'єднують від холодильника. Охолоджують та додають 2 краплі розчину фенолфталеїну, 10 см<sup>3</sup> дистильованої води, ретельно перемішують та титрують 0,5 Н розчином НСІ до зникнення забарвлення. Аналогічний дослід проводять з контрольною пробою, де жир замінено 1 мл дистильованої води. Розраховують число омилення за формулою:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \cdot 28}{m}$$

де:  $V_1$  – кількість мілілітрів 0,5 Н розчину НСІ, що витрачено на титрування контрольної проби;

$V_2$  – кількість мілілітрів 0,5 Н розчину НСІ, що витрачено на титрування проби жиру;

$m$  – наважка жиру, г;

28 – кількість міліграмів КОН, що міститься у 1 см<sup>3</sup> 0,5 Н розчину.

### **Дослід 3. Визначення числа омилення жиру**

Число омилення – це число міліграмів калій гідроксиду (КОН), затраченого на нейтралізацію жирних кислот при омиленні 1 г жиру. Чим нижче число омилення, тим більша молекулярна маса жирних кислот, які входять до складу цього жиру, і навпаки, чим вище число омилення, тим менша молекулярна маса кислот, які входять до складу жиру.

*Матеріали й реактиви:* рослинна олія, дистильована вода, 0,5М спиртовий розчин КОН, 0,1% розчин фенолфталеїну, круглодонні колби на 50 – 100 см<sup>3</sup>, зворотній холодильник, 0,5М розчин НСІ, штатив із пробірками, бюретка, терези, піпетки на 10 см<sup>3</sup>, масляна баня.



### Хід роботи

В одну круглодонну колбу місткістю 50 – 100 см<sup>3</sup> вміщують 0,5 г жиру (дослідна проба), в другу – 0,5 см<sup>3</sup> води (контрольна проба). В обидві колби доливають по 15 см<sup>3</sup> 0,5М спиртового розчину КОН.

Колби кип'ятять із зворотнім холодильником на масляній бані при періодичному струшуванні протягом 40 – 50 хв до повного омилення тригліцеридів та нейтралізації вільних жирних кислот. Для визначення кінця реакції декілька крапель гідролізату виливають в 2 – 3 см<sup>3</sup> гарячої дистильованої води. Якщо гідролізат розчиняється повністю, без виділення крапель жиру, тоді реакцію можна вважати закінченою. В обидві колби доливають по 10 крапель 0,1%-го розчину фенолфталеїну та титрують теплим розчин 0,5М розчином НСІ до зникнення рожевого забарвлення (до нейтральної реакції).

Кількість КОН (мг) або число омилення (ЧО), яка пішла на нейтралізацію жирних кислот в 1 мг жиру, дорівнює:

$$\text{ЧО} = \frac{(B-A) \cdot f \cdot Q}{m}$$

де (B – A) – різниця результатів титрування контрольного та дослідного зразків розчином хлоридної кислоти (см<sup>3</sup>);

m – наважка жиру (г);

f – коефіцієнт поправки на титр 0,5М розчину НСІ;

Q – кількість КОН (28,05 мг), яка еквівалентна 1 см<sup>3</sup> 0,5М розчину КОН.

## Лабораторна робота 4

### Дослідження якості харчових жирів

*Мета виконання роботи:* визначити аналітичні характеристики різних жирів.

При зберіганні або тепловій обробці жирів відбуваються різні хімічні перетворення (гідроліз, окиснення жирних кислот), що зумовлюють зміни фізико-хімічних і органолептичних характеристик жирів. Накопичення в продукті вільних жирних кислот, пероксидів, альдегідів і кетонів призводить до погіршення харчових властивостей жирів. На практиці при оцінюванні якості жирів використовуються такі хімічні показники, як кислотне і йодне числа.

Щоб одержати позитивні результати необхідно акуратно проводити титрування: об'єм розчинів у бюретці відраховувати від нуля, розчини додавати краплями, постійно перемішуючи суміш у колбі. Зупиняти титрування у разі появи забарвлення, яке не зникає після струшування протягом 30 сек.

#### Дослід 1. Визначення кислотного числа жиру

Кислотне число – показник, який характеризує кількість вільних жирних кислот в жирі. Кислотне число виражається в міліграмах калій гідроксиду,

витраченого на нейтралізацію вільних жирних кислот, які містяться в 1 г жиру. Величина кислотного числа визначає якість жиру.

*Матеріали й реактиви:* рослинна олія, спирт етиловий 96 %, спиртовий розчин фенолфталеїну, 0,1М розчин гідроксиду калію, штатив із пробірками, бюретка, терези, піпетки на 10 см<sup>3</sup>

#### Хід роботи

У конічну колбу місткістю 50 мл приливають 1 г олії і додають 5 см<sup>3</sup> етилового спирту і 2 краплі спиртового розчину фенолфталеїну. Ретельно перемішують для максимального розчинення вільних жирних кислот. До цього розчину краплями при струшуванні додають із бюретки 0,1 М розчин гідроксиду калію до появи блідо-рожевого забарвлення, що не зникає після збовтування 30 сек.

Кількість КОН (мг) або кислотне число (КЧ), яка пішла на нейтралізацію вільних жирних кислот в 1 г жиру, дорівнює:

$$\text{КЧ} = \frac{5.61 \cdot V \cdot f}{m}$$

де V – об'єм розчину КОН, який витрачений на титрування дослідної проби, см<sup>3</sup>;  
m – наважка жиру (г);

f – коефіцієнт поправки на титр 0,1М розчину КОН;

5,61 мг – кількість КОН, яка еквівалентна 1 см<sup>3</sup> 0,1М розчину КОН.

#### Дослід 2. Визначення кислотного числа жиру

*Матеріали й реактиви:* олія, розчин натрій хлориду, фенолфталеїн, 0,1 М розчин калію гідроксиду, штатив із пробірками, бюретка, колби об'ємом 100 см<sup>3</sup>, терези, піпетки на 10 см<sup>3</sup>.

#### Хід роботи

В колбу зважують на технічних вагах приблизно 10 г олії, додають 50 – 60 см<sup>3</sup> нейтрального розчину хлористого натрію і 0,5 см<sup>3</sup> розчину фенолфталеїну. Колбу закривають пробкою, ретельно струшують і титрують 0,1М розчином калію гідроксиду. Під час титрування струшування повторюють щоразу після додавання 4 – 5 крапель лугу до тих пір, поки не зникне забарвлення нижнього шару рідини. Якщо після струшування забарвлення починає зникати повільно, колбу струшують після додавання 1 – 2 крапель лугу. Титрування здійснюють до появи стійкого (що не зникає протягом 30 секунд) рожевого забарвлення нижнього шару рідини.

Визначення проводять не менше, ніж двічі.

Кислотне число (КЧ), яка пішла на нейтралізацію вільних жирних кислот в 1 г жиру, дорівнює:

$$\text{КЧ} = \frac{V \cdot f \cdot 5.61}{m}$$

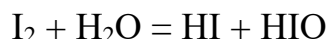
де V – об'єм розчину КОН, який витрачений на титрування дослідної проби, см<sup>3</sup>;  
m – наважка жиру (г);

$f$  – коефіцієнт поправки на титр 0,1М розчину КОН, приймаємо рівним 1;  
5,61 – кількість КОН мг, яка еквівалентна 1 см<sup>3</sup> 0,1М розчину КОН.

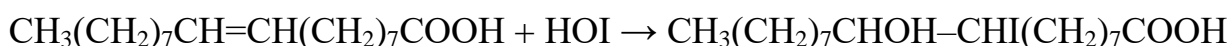
### Дослід 3. Визначення йодного числа жиру

Йодне число – кількість йоду, який приєднується до ненасичених жирів, з розрахунку на 100,0 г жиру.

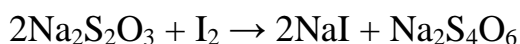
За точністю отриманих результатів цей метод поступається стандартним методам. Він ґрунтується на реакції ненасиченої кислоти жиру з йоднуватою кислотою, що утворюється під час взаємодії йоду з великою кількістю води за рівнянням:



Реакція жиру з йоднуватою кислотою відбувається за наступною схемою:



Надлишок йоду, що не приєднався, титрують тіосульфатом натрію за присутності індикатора крохмалю:



Щоб дізнатися про кількість йоду, яка приєдналася до ненасичених жирних кислот досліджуваної олії, слід провести в аналогічних умовах контрольний дослід (без наважки жиру). Різниця між кількістю 0,1 н розчину тіосульфату, використаного на титрування контрольної та дослідної проб, є показником кількості йоду, зв'язаного наважкою жиру

*Матеріали й реактиви:* олія, 0,2 н спиртовий розчин йоду, спирт етиловий, 0,1 Н розчин натрію тіосульфатом, вода дистильована, штатив із пробірками, бюретка, терези, піпетки на 10 см<sup>3</sup>, водяна баня, колби конічні об'ємом 100 см<sup>3</sup>.

### Хід роботи

Наважку олії не більше 0,10 – 0,15 г переносять у колбу з пришліфованою коркою та розчиняють у 15 см<sup>3</sup> 95 %-ого спирту на водяній бані за температури 50-60°C. Після розчинення колбу охолоджують до кімнатної температури, додають 20 см<sup>3</sup> 0,2 Н спиртового розчину йоду і 200 см<sup>3</sup> дистильованої води (температура води 30°C). Колбу закривають коркою, енергійно перемішують та залишити на 5 хв. Надлишок йоду відтитрувати 0,1 Н розчином натрію тіосульфатом. Йодне число (X) розраховують за формулою:

$$X (\%) = \frac{(V_1 - V_2) \cdot k \cdot 0,01269 \cdot 100}{m}$$

де,  $V_1$  – кількість 0,1 Н розчину натрію тіосульфату, що витрачено на титрування контрольної проби, см<sup>3</sup>;

$V_2$  – кількість 0,1 Н розчину натрію тіосульфату, що витрачено на титрування проби олії, см<sup>3</sup>;

$k$  – коефіцієнт перерахунку на точно 0,1 н натрію тіосульфату, приймаємо рівним 1;

0,01269 – кількість г йоду, що відповідає 1 см<sup>3</sup> 0,1 Н розчину натрію тіосульфату;

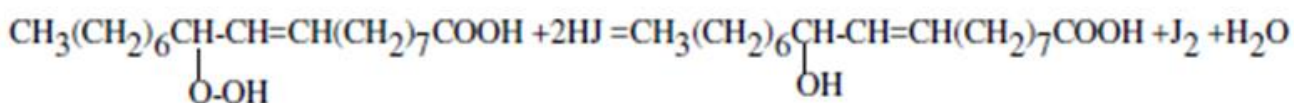
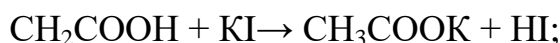
$m$  – маса наважки олії, г.

#### Дослід 4. Визначення пероксидного числа

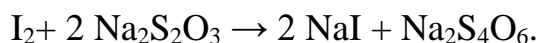
Пероксидне число характеризує вміст в жирі первинних продуктів окиснення. Визначають пероксидне число як кількість грамів йоду, виділеного при взаємодії пероксиді, що містяться у 100 г жиру з калій йодидом. Пероксидне число свіжого жиру не повинно перебільшувати 0,03 % йоду, прогірклого жиру – більше 0,1 % йоду.

Метод визначення базується на окисненні калію йодистого пероксидами та гідропероксидами жиру в розчині оцтової кислоти та хлороформу. Йод, що виділяється відтитрують розчином натрію тіосульфату.

Хімізм метода представлено схемою:



Виділений йод титрують розчином тіосульфату з крохмалем як індикатором.



*Матеріали й реактиви:* олія, 10 % розчин йодистого калія, хлороформ, 1% розчин крохмалю, крижана оцтова кислота, 0,01 Н розчин натрію тіосульфату, вода дистильована, штатив із пробірками, бюретка, терези, піпетки на 10 см<sup>3</sup>, водяна баня, колби конічні об'ємом 100 см<sup>3</sup>.

#### Хід роботи

1 г проби жиру вносять у конічну колбу, додати 10 см<sup>3</sup> хлороформу. Після розчинення жиру додають 10 см<sup>3</sup> крижаної оцтової кислоти та 1 см<sup>3</sup> 10 % розчину колію йодистого. Колбу закривають крокою, ретельно перемішують протягом 1 хв та залишають у спокої в темному місті на 15 хв. Потім додають 75 см<sup>3</sup> дистильованої води, перемішують і вносять 5 крапель 1 % розчину крохмалю. Відтитрують йод, що виділився 0,01 Н розчином натрію тіосульфату. Паралельно готують контрольну пробу, замінив жир на 1 см<sup>3</sup> дистильованої води. Пероксидне число (%) розраховують за формулою:

$$\text{ПЧ} = \frac{(V_1 - V_2) \cdot k \cdot 0.002169 \cdot 100}{m}$$

де:  $V_1, V_2$  – кількість 0,01 Н розчину  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , що витрачено на титрування проби жиру та контрольну пробу,  $\text{см}^3$ ;  
 $k$  – поправка до титру 0,01 Н розчину  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ;  
 0,002169 – кількість йоду, що відповідає 1  $\text{см}^3$  0,01Н розчину  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , г.

### **Лабораторна робота 5**

#### **Рефрактометричний метод визначення масової частки жиру в кондитерських виробках**

*Мета виконання роботи:* визначити масову частку жиру в печиві рефрактометричним методом.

Метод ґрунтується на визначенні коефіцієнту заломлення розчину жиру в розчиннику, коефіцієнт заломлення якого відомий і значно відрізняється від коефіцієнту заломлення жиру. Таким розчинником є  $\alpha$ -бромнафтален.

*Матеріали й реактиви:* продукт, який містить жир,  $\alpha$ -бромнафтален, піпетка, фарфорова чашка, ваги, хімічний стакан, рефрактометр.

#### **Хід роботи**

Наважку добре подрібненого продукту (шоколад, печиво тощо) 1 г зважують з точністю до 0,01 г. Потім піпеткою відміряють точний об'єм розчинника 2 мл і вносять у фарфорову чашку. Наважку з розчинником розтирають протягом 3 хв., після чого фільтрують у маленький хімічний стакан. Дві-три краплі фільтрату наносять на призму рефрактометра і за температури 20 °С визначають коефіцієнт заломлення.

Якщо показник заломлення визначали не при 20 °С, то значення показника при 20 °С ( $n_{\text{ж}}^{20}$ ) розраховують за формулою:

$$n_{\text{ж}}^{20} = n_{\text{ж}}^1 + (t - 20) \cdot 0,00035$$

де,  $n_{\text{ж}}^1$  – показник заломлення жиру при температурі випробування;  
 $t$  – температура, при якій проводилось випробування  
 0,00035 – зміна показника заломлення при зміні температури на 1 °С.

Масову частку жиру  $W$  розраховують за формулою:

$$W = \frac{V_p \cdot d_{\text{ж}} \cdot n_p - n_{\text{рж}} \cdot 100}{g \cdot n_{\text{рж}} - n_{\text{ж}}} \%$$

де  $V_p$  – взятий об'єм розчинника,  $\text{см}^3$ ;

$d_{\text{ж}}$  – густина жиру за температури 20 °С;

$g$  – наважка продукту, г;

$n_p$  – коефіцієнт заломлення розчинника за температури 20 °С;

$n_{\text{рж}}$  – коефіцієнт заломлення розчину жиру в розчиннику за температури 20 °С;

$n_{\text{ж}}$  – коефіцієнт заломлення жиру за температури 20 °С (табл.3)

Для невідомих жирів та сумішей жирів густину приймають – 930 г/л за температури 20 °С та коефіцієнт заломлення за тієї самої температури –1,4642.

Таблиця 3

### Фізичні константи речовин

Найменування речовини	Коефіцієнт заломлення	Густина
Соняшникова олія	1,4736	0,924
Коров'яче масло	1,4605	0,920
Маргарин	1,4690	0,920
Гірчична олія	1,4769	0,918
$\alpha$ -бромнафтален	1,6582	1,48

## Тема 2.

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВІТАМІНІВ

#### Лабораторна робота 6

#### Дослідження водорозчинних вітамінів

*Мета виконання роботи:* визначити наявність водорозчинних вітамінів у овочах та фруктах

#### Дослід 1. Якісна реакція на аскорбінову кислоту

Аскорбінова кислота «Вітамін С» – дуже поширена в рослинних продуктах. Особливо багаті на вміст цього вітаміну свіжі овочі та ягоди, цитрусові, чорна смородина, гілки хвої, болгарський перець та ін.

Нестача вітаміну С в організмі людини призводить до тяжкого захворювання – цинги, або скорбуту.

Виявлення аскорбінової кислоти відбувається за допомогою розчину 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію синього кольору (фарби Тільманса). Ця сполука є слабким окислювачем, який швидко реагує із сильними відновниками, до яких належить вітамін С. У кислому середовищі колір фарби стає червоним, у разі відновлення – втрачає забарвлення.

*Матеріали й реактиви:* сік картоплі, моркви або капусти, 3% розчин  $H_2O_2$ , 10 % розчин  $HCl$ , 0,001 Н розчин дихлорфеноліндофеноляту натрію (фарба Тільманса), штатив із пробірками, крапельниця, піпетки, колби мірні, вогнетривкі, нагрівальний прилад.

#### Хід роботи

Виявляють вітамін С у соках, зроблених з картоплі, моркви або капусти. Щоб одержати сік, матеріал, який досліджують, пропускають через тертушку і отриману масу віджимають через полотно. Потім сік повторно фільтрують крізь марлю. У дві пробірки наливають по 2 см<sup>3</sup> розчину, який досліджують. До однієї з них додають кілька крапель 3 %-го розчину гідроген пероксиду, вміст пробірки нагрівають. За цих умов вітамін С руйнується.

Далі в обидві пробірки додають по 2 краплі 10%-го розчину  $HCl$  та по одній краплі натрієвої солі 2,6-дихлорфеноліндофеноляту. У кислому середовищі

фарба набуває рожевого кольору, але в присутності аскорбінової кислоти розчин знебарвлюється внаслідок відновлення фарби. У тій пробірці, де вітамін С був зруйнований, рожеве забарвлення зберігається.

#### **Дослід 2. Якісна реакція на ретинол (вітамін А)**

Метод базується на здатності концентрованої сірчаної кислоти віднімати воду від ретинолу з утворенням забарвлених речовин.

*Матеріали й реактиви:* вітамін А (0,05 % масляний розчин), концентрована сірчана кислота, штатив із пробірками, крапельниця.

#### **Хід роботи**

У суху пробірку вносять 2 краплини розчину вітаміну А, додають 1-2 краплини сірчаної кислоти. Спостерігають зміну синього забарвлення, яке через фіолетове переходить у червоно-буре.

#### **Дослід 3. Відкриття токоферолу (вітаміну Е)**

При взаємодії токоферолу з концентрованою нітратною кислотою утворюється хіноїдна сполука жовто-червоного або червоного кольору.

*Матеріали й реактиви:* токоферол (вітамін Е), концентрована нітратна кислота, штатив із пробірками, крапельниця, водяна баня.

#### **Хід роботи**

У суху пробірку вносять 2 краплини розчину токоферолу, додають 10 краплин нітратної кислоти. Пробірку обережно струшують та спостерігають появу червоного забарвлення. Для прискорення реакції пробірку можна помістити на 3 хв до водяної бані.

#### **Дослід 4. Виявлення наявності вітаміну Р**

Наявність речовин з вітаміном Р визначають за реакціями цих речовин з хлорним залізом. При цьому утворюється комплексна сполука, із зеленим забарвленням

*Матеріали й реактиви:* чай чорний та зелений, етиловий спирт; 10 % розчин ферум (III) хлориду, штатив із пробірками.

#### **Хід роботи**

У першу пробірку насипають 1г зеленого чаю, у другу – 1 г чорного чаю. В обидві додають по 10 мл етилового спирту, енергійно перемішують. Через 13 хв суміш фільтрують. Від фільтратів відбирають у дві пробірки по 10 крапель розчину, в кожну додають по 2 – 3 мл ферум (III) хлориду. Спостерігають за появою зеленого забарвлення в пробірці із зеленим чаєм.

#### **Дослід 5. Якісна реакція на вміст вітаміну В<sub>1</sub>**

Вітамін В<sub>1</sub> виявляють за утворенням у Лужному середовищі червоної речовини з діазореамдаом.

*Матеріали й реактиви:* тіамін (вітамін В<sub>1</sub>), 10 % розчин сульфанилової кислоти; 10 % розчин натрій нітрату; 30 % розчин натрій гідроксиду; 30 % розчин Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, штатив із пробірками, флюорометр.

#### **Хід роботи**

У пробірку наливають 3 см<sup>3</sup> сульфанилової кислоти і 3 см<sup>3</sup> натрій нітрату, у результаті чого утворюється діазореактив. Потім додають по 3 см<sup>3</sup> тіаміну, NaOH і Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Спостерігають за появою оранжевого забарвлення.

У процесі окиснення тіаміну, його зберігання, може утворюватися тібхром, який дає синю флюоресценцію в ультрафіолетовому промені. Тобто, якщо помістити ампулу з тіаміном у флюорометр, то можна спостерігати флюоресценцію.

#### **Дослід 6. Якісна реакція на вітамін В<sub>6</sub>.**

Наявність вітаміну В<sub>6</sub> можна виявити за утворенням комплексної сполуки червоного кольору з ферум (III) хлоридом.

*Матеріали й реактиви:* піридоксин (вітамін В<sub>6</sub>), 10% розчин ферум (III) хлориду, штатив із пробірками.

#### **Хід роботи**

У пробірку наливають 1 – 2 см<sup>3</sup> піридоксину і 1 краплю ферум (III) хлориду. Перемішують і спостерігають за появою червоного забарвлення.

#### **Дослід 7. Проба з міддю на вітамін РР (нікотинову кислоту)**

*Матеріали й реактиви:* нікотинова кислота (вітамін РР), 10 % розчин ацетатної кислоти, насичений розчин купрум ацетату, штатив із пробірками, нагрівальний прилад, піпетки.

#### **Хід роботи**

5 – 10 г нікотинової кислоти розчиняють при нагріванні в 5 см<sup>3</sup> 10 %-го розчину ацетатної кислоти, До киплячого розчину додають рівний об'єм купрум ацетату. Рідина забарвлюється в голубий колір і випадає в осад сіль нікотинової кислоти.

Результати роботи оформити у вигляді таблиці (табл. 4). У висновках вказати, на чому ґрунтуються якісні реакції на водорозчинні вітаміни.

**Таблиця 4**

#### **Властивості водорозчинних вітамінів**

№	Об'єкт дослідження	Реактиви й умови	Спостереження	Властивість вітамінів

### **Лабораторна робота 7**

#### **Вплив чинників на властивості вітаміну С.**

#### **Дослід 1. Аналіз окиснення вітаміну С**

*Матеріали й реактиви:* аскорбінова кислота, 1 % розчин глюкози, 10 % розчин НСl, 5 % розчин CuSO<sub>4</sub>, 10 % розчин NaOH, реактив Тільманса, штатив із пробірками, піпетки.

#### **Хід роботи**

У першу пробірку вливають 5 крапель реактив Тільманса та 5 крапель хлоридної кислоти, а в другу – 10 крапель NaOH та 5 крапель CuSO<sub>4</sub>. Потім додають по 5 крапель аскорбінової кислоти. У третю й четверту пробірки вливають ті ж самі реактиви, але замість аскорбінової кислоти додають глюкозу. Спостерігають за зміною забарвлення.

#### **Дослід 2. Дослідження впливу температури на вітамін С.**



При технологічній обробці на харчову сировину, напівфабрикати чи готову продукцію діють чинники різної природи, що може призводити до руйнування вітаміну С. У досліджуваних зразках визначають наявність вітаміну С до та після обробки.

*Матеріали й реактиви:* плодово-ягідні соки (або розчин аскорбінової кислоти), що містять вітамін С, штатив із пробірками, водяна баня, секундомір, піпетки.

#### **Хід роботи**

У 2 пробірки вливають по 1 см<sup>3</sup> розчину аскорбінової кислоти (або фруктового соку, що містить вітамін С). Пробірки поміщають на 5 хв до водяної бані з температурою 100 °С. Через 5 хв пробірки охолоджують під проточною водою та проводять якісну реакцію на аскорбінову кислоту.

В інші 2 пробірки вливають по 1 см<sup>3</sup> розчину аскорбінової кислоти (або фруктового соку, що містить вітамін С). Пробірки поміщають на 30 хв до водяної бані з температурою 55-65 °С. Через 30 хв пробірки охолоджують під проточною водою та проводять якісну реакцію на аскорбінову кислоту.

#### **Дослід 3. Дослідження аерації на вітамін С.**

*Матеріали й реактиви:* соки чи плодово-ягідне пюре, що містить вітамін С, конічні колби з корками, піпетки, струшувач.

#### **Хід роботи**

У 2 колби вливають по 10 см<sup>3</sup> розчину аскорбінової кислоти (або фруктового соку, що містить вітамін С). Колби поміщають на 15 хв до струшувача. Через 15 хв з кожної колби відбирають у пробірки по 2 см<sup>3</sup> розчинів та проводять якісну реакцію на аскорбінову кислоту.

Результати роботи оформити у вигляді таблиці (табл. 4). У висновках вказати, на чому ґрунтуються якісні реакції на водорозчинні вітаміни.

**Таблиця 5**

#### **Вплив чинників на властивості вітаміну С**

<b>№</b>	<b>Об'єкт дослідження</b>	<b>Реактиви й умови</b>	<b>Спостереження</b>	<b>Властивість вітаміну С</b>

### **Лабораторна робота 8**

#### **Дослідження жиророзчинних вітамінів**

*Мета виконання роботи:* навчитись визначати наявність жиророзчинних вітамінів у зелених частинах овочів.

#### **Дослід 1. Якісна реакція на вітамін А**

*Матеріали й реактиви:* ретинол (вітамін А), хлороформ, концентрована сульфатна кислота, штатив із пробірками, піпетки або крапельниці.

### Хід роботи

У пробірку наливають 1 см<sup>3</sup> вітаміну А і 1 см<sup>3</sup> хлороформу. Перемішують і додають 1 см<sup>3</sup> концентрованої сульфатної кислоти. Спостерігають за появою синього забарвлення.

### Дослід 2. Якісна реакція на вітамін Е

*Матеріали й реактиви:* токоферол (вітамін Е), концентрована нітратна кислота, штатив із пробірками, піпетки або крапельниці.

### Хід роботи

У пробірку наливають 2 краплі розчину вітаміну Е, додають 4 краплі нітратної кислоти. Залишають на 30 хв. Спостерігають за появою забарвлення, яке свідчить про наявність вітаміну Е.

### Дослід 3. Якісна реакція на вітамін D

*Матеріали й реактиви:* кальциферол (вітамін D), хлороформ, аніліновий реактив, штатив із пробірками, піпетки або крапельниці.

### Хід роботи

У пробірку наливають 1 – 2 краплі розчину вітаміну Й, додають 5 крапель хлороформу і перемішують. Потім додають 1 краплю анілінового реактиву. Спостерігають за появою забарвлення.

### Дослід 4. Якісна реакція на вітамін К

*Матеріали й реактиви:* філохінон (вітамін К) або вікасол (водорозчинний аналог вітаміну К), аніліновий реактив, штатив із пробірками, піпетки або крапельниці.

### Хід роботи

У пробірку наливають 1 мл розчину філохінону або вікасолу. Додають 2 краплі анілінового реактиву і перемішують. Спостерігають за появою забарвлення.

Результати роботи оформити у вигляді таблиці (табл. 6). У висновках вказати, на чому ґрунтуються якісні реакції на жиророзчинні вітаміни.

**Таблиця 6**

**Властивості жиророзчинних вітамінів**

№	Об'єкт дослідження	Реактиви й умови	Спостереження	Властивість вітамінів

## Лабораторна робота 9

### Вилучення аскорбінової кислоти з рослинної сировини та її якісне визначення

*Мета виконання роботи:* встановити наявність аскорбінової кислоти в екстракті з лікарської рослинної сировини за допомогою якісних реакцій.

### Дослід 1. Приготування водної витяжки з плодів шипшини

*Матеріали й реактиви:* плоди шипшини, дистильована вода, фарфорова ступка, хімічна склянка, фільтрувальний папір.

### Хід роботи

Відважують 2 г рослинної сировини (плодів шипшини), подрібнюють у фарфоровій ступці, переносять у хімічну склянку і додають 20 см<sup>3</sup> дистильованої води. Одержану суміш витримують протягом 20 хвилин, періодично перемішуючи, потім фільтрують через складчастий фільтр.

Проводять якісні реакції на наявність аскорбінової кислоти у фільтраті.

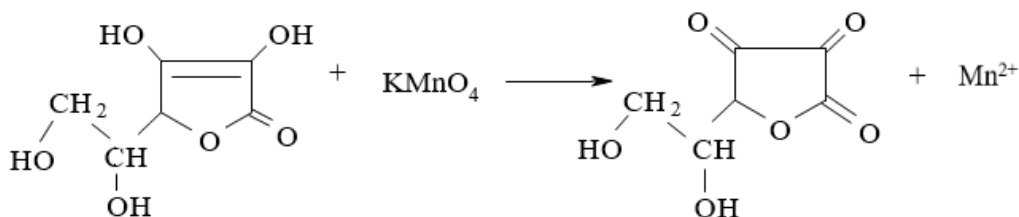
Якісне визначення аскорбінової кислоти ґрунтується на її високій відновлювальній здатності.

### Дослід 2. Реакція з калій перманганатом

*Матеріали й реактиви:* водної витяжки з плодів шипшини, дистильована вода, розчин калій перманганату, хімічна склянка.

### Хід роботи

До 1 см<sup>3</sup> фільтрату по краплям додають розчин калій перманганату. Спостерігають знебарвлення розчину внаслідок відновлення Mn<sup>7+</sup> до Mn<sup>2+</sup>:

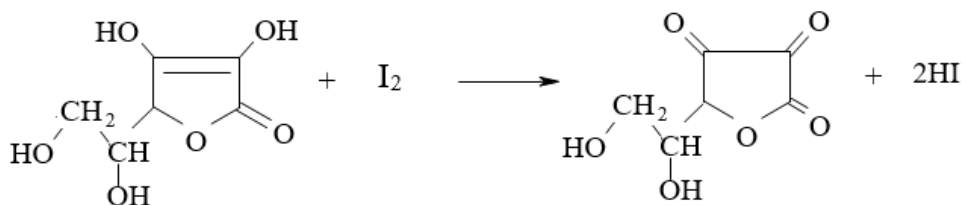


### Дослід 3. Реакція з розчином йоду

*Матеріали й реактиви:* водної витяжки з плодів шипшини, дистильована вода, розчин йоду, хімічна склянка.

### Хід роботи

До 1 см<sup>3</sup> фільтрату по краплям додають розчин реактиву I<sub>2</sub>. Спостерігають знебарвлення розчину.

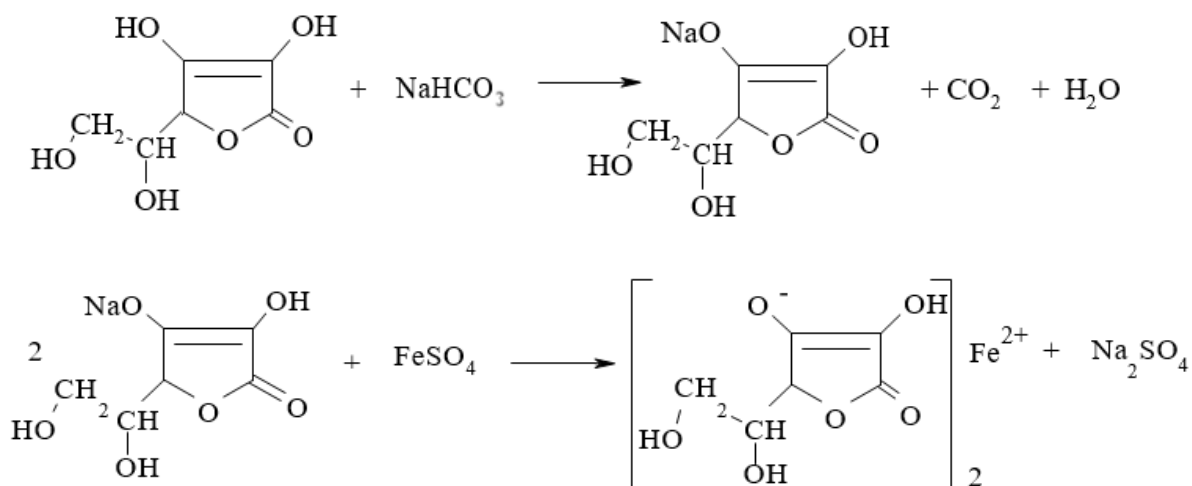


### Дослід 4. Реакція з розчином Fe<sup>2+</sup>

*Матеріали й реактиви:* водної витяжки з плодів шипшини, дистильована вода, розчин йоду, хімічна склянка.

### Хід роботи

До 1 см<sup>3</sup> фільтрату додають розчин гідрокарбонату натрію, 1 мл розчину феруму(II) сульфату. Спостерігають утворення забарвленого феруму аскорбінату:



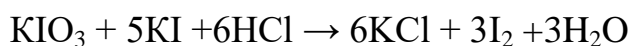
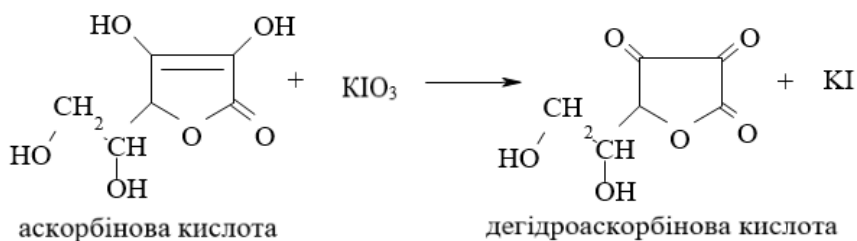
### Лабораторна робота 10

#### Кількісне визначення аскорбінової кислоти

*Мета виконання роботи:* встановити кількість аскорбінової кислоти в харчових продуктах або рослинній сировині йодатометричним методом та йодометричним методом зворотного титрування.

#### Дослід 1. Кількісне визначення аскорбінової кислоти йодатометричним методом

Метод базується на окисненні молекул вітаміну С йодат-іоном в кислому середовищі. За наявності двох відновників – вітаміну С і калій йодиду, – окиснюється сильніший з них – аскорбінова кислота. Після завершення її окиснення калій йодат (KIO<sub>3</sub>) окиснює калій йодид до молекулярного йоду, який в момент утворення дає з крохмалем синє забарвлення. Поява стійкого синього забарвлення свідчить про досягнення точки еквівалентності в процесі окиснення вітаміну С:



*Матеріали й реактиви:* продукти для дослідження (наприклад фруктовий сік), 0,001н розчин калій йодату, 2% розчин хлоридної кислоти, 1% розчин калій

йодиду, 1% розчин крохмалю, дистильована вода, 0,005М розчин йоду, 1%-ий розчин крохмалю, піпетки на 5 – 10 см<sup>3</sup>, мірні колби на 100 см<sup>3</sup>, бюретка.

### Хід роботи

Залежно від вмісту вітаміну С в продукті беруть від 10 до 30 см<sup>3</sup> соку.

Додають 2% розчин хлоридної кислоти, взятий з розрахунку 3 см<sup>3</sup> на 1 см<sup>3</sup> соку. Вміст колби кількісно переносять в мірну колбу на 100 см<sup>3</sup>, доводять до мітки 2% розчином хлоридної кислоти і настоюють протягом 10 хв., час від часу перемішуючи. Відбирають для аналізу піпеткою по 1 – 5 см<sup>3</sup> досліджуваного розчину і вносять в дві колби для титрування на 50 см<sup>3</sup>, куди попередньо приливають по 0,5 см<sup>3</sup> 1% розчину калій йодиду, 2 см<sup>3</sup> розчину крохмалю і 10 – 15 см<sup>3</sup> дистильованої води. Вміст колб титрують 0,001н розчином калій йодату (KIO<sub>3</sub>) до появи стійкого слабко-синього забарвлення.

Для розрахунку вмісту аскорбінової кислоти використовують формулу:

$$X=(0,088 \cdot V_{\text{KIO}_3} \cdot V_{\text{колби}} \cdot 100) / (V_{\text{піпетки}} \cdot m),$$

де

0,088 – маса аскорбінової кислоти (мг), що реагує з 1 см<sup>3</sup> 0,001н розчину калій йодату;

$V_{\text{KIO}_3}$  – об'єм 0,001н. розчину калій йодату, що витрачається на титрування, см<sup>3</sup>;

$V_{\text{піпетки}}$  – об'єм екстракту, взятого для титрування, см<sup>3</sup>;

$m$  – маса продукту, взятого для аналізу, г;

$V_{\text{колби}}$  – загальний об'єм екстракту, см<sup>3</sup>;

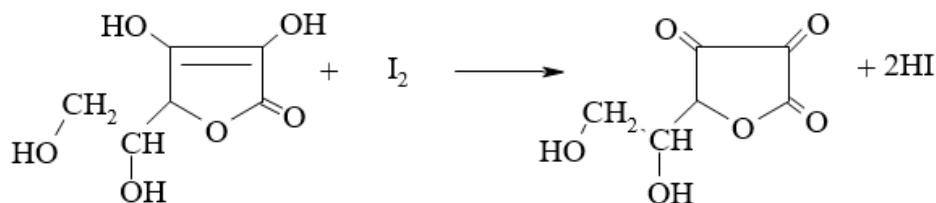
100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г продукту.

### Дослід 2. Йодометричне визначення аскорбінової кислоти

*Матеріали й реактиви:* продукти для дослідження (наприклад фруктовий сік), 0,001н розчин калій йодату, 6М розчин сульфатної кислоти; 0,005М розчин йоду; 0,02М розчин натрію тіосульфату, 1%-ий розчин крохмалю, дистильована вода, 0,005М розчин йоду, 1%-ий розчин крохмалю, піпетки на 5 – 10 см<sup>3</sup>, мірні колби на 100 см<sup>3</sup>, бюретка.

### Хід роботи

У дві колби місткістю 50 см<sup>3</sup> наливають відповідно 20 см<sup>3</sup> дистильованої води і 20 см<sup>3</sup> фруктового соку, додають у кожну колбу по 4 см<sup>3</sup> розчину сульфатної кислоти і 2 см<sup>3</sup> розчину йоду. Через 3 – 5 хв. Обидві проби титрують розчином натрію тіосульфату. Поступово розчин у колбі набуває блідо-жовтого кольору, тоді додають розчин крохмалю і продовжують титрування до зникнення синього забарвлення розчину. За умов проведення досліду інші відновники (наприклад, глюкоза) з йодом не реагують.



Вміст (Q) аскорбінової кислоти (відносна молекулярна маса  $M_r = 176,1$ ) в об'ємі соку, що взятий для дослідження, розраховують за формулою:

$$Q = \frac{(V_1 - V_2) \cdot C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \cdot 0,1761}{2}$$

де

$V_1$  і  $V_2$  – об'єми розчину тiosульфату натрію, витрачені на титрування відповідно контрольної проби і соку;

$C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$  – концентрація розчину натрію тiosульфату, моль/л;

0,1761 – маса 1 ммоль аскорбінової кислоти, г;

S – фактор еквівалентності аскорбінової кислоти.

### Тема 3. ВИЗНАЧЕННЯ ХАРЧОВИХ КИСЛОТ

Харчові кислоти це різноманітна за своїми властивостями група речовин органічної і неорганічної природи. Основні джерела харчових кислот – рослинна сировина і продукти її переробки. Органічні харчові кислоти містяться в більшості рослин – ягодах, фруктах, овочах, в тому числі в коренеплодах, листяній зелені. Разом з вуглеводами і ароматичними сполуками вони формують смак і аромат плодів а, отже, і продуктів їх переробки. Органічні кислоти в продуктах харчування існують у вільному стані, у вигляді солей та інших сполук, як природні або додані в процесі виготовлення і переробки.

#### Лабораторна робота 11

##### Дослід 1. Визначення загальної кислотності в плодах.

*Матеріали й реактиви:* 0,1 Н NaOH; фенолфталеїн або тимолфталеїн; соки, ваги технічні; колби мірні, місткістю 250 см<sup>3</sup>; колби конічні місткістю 100, 250 см<sup>3</sup>; склянки хімічні місткістю 100 см<sup>3</sup>; піпетки градуйовані об'ємом 10 см<sup>3</sup>; піпетки градуйовані об'ємом 20 см<sup>3</sup>; бюретки на 50 см<sup>3</sup>; лійки, скляні палички; фільтрувальний папір; марля; подрібнювач рослинної сировини

##### Хід роботи

Для дослідження зважують 25 г подрібненого продукту на технічних вагах з точністю до 0,01 г. Наважку переносять з хімічної склянки через лійку у мірну колбу місткістю 250 см<sup>3</sup> і доливають гарячою дистильованою водою до половини

колби. Залишають на 30 хвилин, періодично помішуючи. Потім колбу охолоджують до кімнатної температури і доливають дистильованою водою до мітки. Далі вміст колби перемішують і фільтрують через паперовий фільтр або вату. Для візуального титрування відбирають такий об'єм фільтрату, щоб на титрування пішло не менше 6 см<sup>3</sup> титранту (як правило, 10–25 см<sup>3</sup> 0,1Н розчину NaOH). Для цього піпеткою відбирають 10 см<sup>3</sup> досліджуваної рідини, додають дві – три краплі розчину фенолфталеїну (якщо розчин світлий) або тимолфталеїну (якщо розчин темного кольору) і титрують 0,1 Н розчином луку до отримання рожевого забарвлення з фенолфталеїном або синього забарвлення у випадку використання тимолфталеїну. Забарвлення не повинно зникати впродовж 30 сек. Занотовують об'єм луку, який пішов на титрування. При визначенні титрованої кислотності рідких продуктів (соку, маринаду і т.п.) відбирають 25 см<sup>3</sup> рідини в мірну колбу 250 см<sup>3</sup> і доливають дистильованою водою до мітки. Ретельно перемішують вміст колби і відбирають 10 см<sup>3</sup> в конічну колбу для титрування.

Титрування проводять тричі і визначають середнє арифметичне значення об'єму титранту. Вміст органічних кислот, %, розраховують за формулою

$$K = \frac{V_1 \cdot k \cdot V_0}{m \cdot V_2}$$

де:  $V_1$  – кількість 0,1Н розчину NaOH, що пішов на титрування, см<sup>3</sup>;

$k$  – коефіцієнт перерахунку на переважаючу кислоту:

яблучну – 0,0067;

лимонну – 0,0064;

$V_0$  – об'єм, до якого доведена наважка, см<sup>3</sup>;

$m$  – маса наважки, г (см<sup>3</sup>);

$V_2$  – об'єм розчину, взятого на титрування, см<sup>3</sup>.

### **Дослід 2. Визначення загальної кислотності в соках.**

*Матеріали й реактиви:* 0,1 Н NaOH, фенолфталеїн або тимолфталеїн, соки, дистильована вода, ваги технічні, колби мірні місткістю 250 см<sup>3</sup>, колби конічні місткістю 100, бюретки.

#### **Хід роботи**

Відібрати 10 мл фільтрату соку в колбу на ємкістю 50 мл. Вміст колби довести водою до мітки дистильованою водою. Відбирають піпеткою 10 мл розчину в конічну колбу для титрування, додати 3-5 каплі розчину фенолфталеїну і титрувати 0.1Н розчином натрій гідроксиду до появи рожевого забарвлення, що не зникає на протязі 30 с. Титрована кислотність у % яблучної кислотності розраховують за формулою:

$$K = \frac{V_1 \cdot k \cdot 50}{10 \cdot 10}$$

де:  $V_1$  – кількість 0,1Н розчину NaOH, що пішов на титрування, см<sup>3</sup>;

k – коефіцієнт перерахунку на переважаючу кислоту:

яблучну – 0,0067;

лимонну – 0,0064;

50 – об'єм колби, см<sup>3</sup>;

10 – об'єм проби, см<sup>3</sup>;

10 – об'єм розчину, взятого на титрування, см<sup>3</sup>.

### Дослід 3. Визначення активної кислотності в харчових продуктах.

*Матеріали й реактиви:* універсальний індикаторний папір; соки: яблучний, апельсиновий, виноградний, яблуко, апельсин, маринад для маринованих огірків або помідорів

#### Хід роботи

Точність результатів при визначенні активної кислотності у великій мірі залежить від стану електродів. Перед проведенням дослідження електроди необхідно ретельно промити дистильованою водою. Перевірку рН метра проводять, використовуючи стандартні буферні розчини.

Пристаючи до аналізу, з підготовленої проби відбирають у стаканчик місткістю 50см<sup>3</sup> таку кількість продукту, щоб забезпечити занурення електродів. Якщо продукт в'язкої, твердої або густої консистенції, то допускається його розведення дистильованою водою вдвічі. Зміни концентрації водневих іонів при цьому не відбудеться через буферні властивості харчових продуктів. Вимір буферної ємності проводиться за методикою, приведеною нижче. Продукт при дослідженні повинний мати температуру 20±2°С. Електроди опускають у стаканчик із продуктом і після того, як показання приладу стабілізуються, відраховують значення рН по шкалі приладу. Розбіжності між рівнобіжними визначеннями не повинні бути більші 0,1. Проводять відлік результатів з точністю до першого десяткового знака.

Після кожного етапу здійснюють відповідні розрахунки, результати яких записують у зведену таблицю 7:

**Таблиця 7**

#### Показники кислотності

	Показники кислотності		
	Загальної		Активної
	Об'єм титранта, мл	Кислотість, %	рН
Сік яблучний			
Сік лимонний			
Яблуко			
Апельсин			

Яблучний сік кислотністю 0,3 – 1,4% відповідає вимогам

### Дослід 4. Визначення кислотності м'яса або риби.

*Матеріали й реактиви:* фарш м'яса або риби, вода дистильована, колби конічні об'ємом 50 та 100 см<sup>3</sup>, іонометр універсальний, ваги.



### Хід роботи

Готують витяжку з 1 частини фаршу м'яса або риби та 10 частин води. Екстрагують 15 хв для визначення рН риби і 30 хв. Для визначення рН м'яса. Концентрацію водневих іонів визначають потенціометричним методом за допомогою рН-метра, або колориметричним методом за допомогою індикаторів.

Риба і м'ясо, що годні до вживання, мають рН від 6,5 до 6,8; рН продуктів сумнівної свіжості – 6,9 – 7; несвіжих – 7,1 та вище.

### Дослід 5. Визначення кислотності борошна.

*Матеріали й реактиви:* борошно, 0,1 Н розчин натрію гідроксиду, спиртовий розчин фенолфталеїну, вода дистильована, хімічні склянки об'ємом 50 та 100 см<sup>3</sup>, лійки, ваги.

### Хід роботи

Для дослідження зважують 5 г муки на технічних вагах з точністю до 0,01 г. Наважку переносять з хімічної склянки через лійку у мірну колбу місткістю 250 см<sup>3</sup> і доливають 50 см<sup>3</sup> дистильованої води. Збовтати та додати 3 – 5 краплі фенолфталеїну. Титрувати 0,1Н розчином NaOH до появи рожевого забарвлення, що не зникає протягом хвилини. Кислотність борошна визначають за формулою:

$$K = \frac{V \cdot k \cdot 100}{m \cdot 10}$$

де: V – кількість 0,1Н розчину NaOH, що пішов на титрування, см<sup>3</sup>;

m – маса наважки, г (см<sup>3</sup>);

k – поправочний коефіцієнт, приймає рівним 1:

1/10 – коефіцієнт перерахунку 0,1Н розчину NaOH на 1Н;

100 – перерахунок на 100 г продукту.

Кислотність пшеничного борошна вищого ґатунку 2,5 – 3,0<sup>0</sup> відповідає вимогам

### Дослід 6. Визначення кислотності молока

*Матеріали й реактиви:* молоко, 0,1 Н розчин натрію гідроксиду, спиртовий розчин фенолфталеїну, вода дистильована, піпетки, конічні колби об'ємом 100 та 2500 см<sup>3</sup>, лійки, ваги.

### Хід роботи

У конічну колбу на 100-250 см<sup>3</sup> відміряти 10 см<sup>3</sup> добре перемішаного молока. Додати 20 см<sup>3</sup> дистильованої води та 3 краплі фенолфталеїну, добре перемішати. Титрують 0,1Н розчином гідроксиду натрію до рожевого забарвлення, яке не зникає впродовж 1 хв.

Результати дослідження обчислюють за формулою:

$$K = \frac{V \cdot C_N \cdot 100}{0.1 \cdot V_1}$$

де: V – кількість 0,1Н розчину NaOH, що пішов на титрування, см<sup>3</sup>;

C<sub>N</sub> – концентрація лугу, моль · екв / л;

0.1 – коефіцієнт для перерахунку на мл 0,1Н розчину NaOH;

100 – об'єм молока мл, на який потрібно розрахувати градуси кислотності.

Зміна якості молока залежить від кислотності

Таблиця 8

### Характеристика молока за показниками кислотності

Кислотність молока	Характеристика молока по Давидову
Нижче 15	Молоко фальсифіковане чи отримане від хворих корів, або корів у кінці лактації
16-18	Нормальне свіже молоко
20-21	Молоко першого місяці лактації
22	Молоко кислувате, але при кип'ятінні не скипається
26-28	Молоко при кип'ятінні скипається
30	Зсідається при нагріванні до температури 77 <sup>0</sup> С
40	Зсідається при нагріванні до температури 65 <sup>0</sup> С
50	Зсідається при нагріванні до температури 40 <sup>0</sup> С
60	Зсідається самовільно при температурі 22 <sup>0</sup> С
65	Зсідається самовільно при температурі 16 <sup>0</sup> С

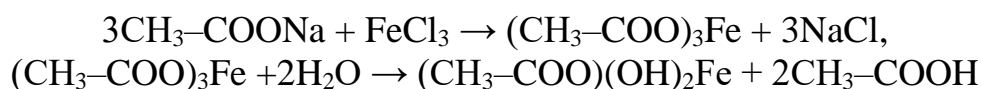
#### Дослід 7. Виявлення оцтової кислоти

Оцтова кислота зустрічається в зеленому листі рослин (шпинаті, щавлі, тощо). Утворюється при оцтовокислому бродінні рідин, які містять спирт під дією грибка *Micodermaacetii*. Також оцтову кислоту отримують синтетично.

*Матеріали й реактиви:* харчові продукти, які містять кислоти, 5% розчин феруму(III) хлориду, 1 М хлоридна кислота, пробірки; піщана баня.

#### Хід роботи

В пробірку з розчином оцтовокислої солі додають декілька крапель свіжоприготованого розчину феруму(III) хлориду. Утворюється червоно-коричневе забарвлення. При кип'ятінні випадає буро-червоний осад основного феруму ацетату і розчин знебарвлюється.



При додаванні хлоридної кислоти червоне забарвлення частково або повністю зникає.

#### Дослід 8. Реакція Фентона.

*Матеріали й реактиви:* вино, 5% розчин феруму(II) сульфат, 1 М пероксиду водню, пробірки.

#### Хід роботи

В пробірку наливають декілька мілілітрів досліджуваного розчину вина додають розчин феруму(II) сульфату, 1 – 2 краплі пероксиду водню, та надлишок розчину натрію гідроксиду. За наявності в розчині винної кислоти з'являється фіолетове забарвлення.

## ВИЗНАЧЕННЯ МІКРО-ТА МАКРОЕЛЕМЕНТІВ

### Лабораторна робота 12

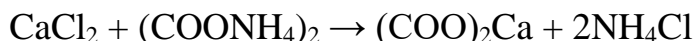
#### Макро- та мікроелементи у харчових продуктах

##### Дослід 1. Визначення кальцію в молоці

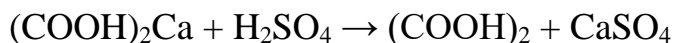
*Матеріали й реактиви:* молоко коров'яче, дистильована вода, 1 Н сірчана кислота, 0,01 Н розчин калію перманганату, розчин щавлевокислого амонію, мірний циліндр на 10 см<sup>3</sup>, центрифуга, водяна баня.

Із загальної кількості мінеральних речовин молока до 20% перепадає на долю кальцію. Кількість кальцію у молоці залежить від видів тварин, характеру харчування, пори року та інших факторів. Нормальний розвиток молодих тварин і, в першу чергу, їх ріст і розвиток кістяка значною мірою зумовлений надходженням кальцію з молоком. У молоці кальцій перебуває в оптимальному співвідношенні з фосфором і тому добре засвоюється організмом.

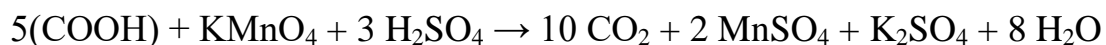
Визначення кальцію в молоці проводять за методом Де-Ваарда. Кальцій осаджують безпосередньо насиченим розчином щавлевокислого амонію. Осад щавлевокислого кальцію, що випадає, ізолюють, промивають і розчиняють у міцній мінеральній кислоті. Вільну щавлеву кислоту титрують перманганатом. Якщо відома кількість витраченого на титрування перманганату, визначають кількість щавлевої кислоти, отже, і зв'язаного з нею кальцію.



Отриманий осад кальцію оксалат не розчинний у лугах але добре розчинний у слабких кислотах. Тому осад промивають 2% розчином аміаку і розчиняють у 1Н розчині сульфатної кислоти.



Утворену щавлеву кислоту титрують 0,01Н розчином перманганату калію



##### Хід роботи

У циліндр на 10 мл наливають 1 мл молока і 9 мл дистильованої води. Вміст ретельно перемішують. 1 мл розведеного молока переносять у центрифужну пробірку. В обидві пробірки додають по 0,5 мл щавлевокислого амонію. Вміст пробірок ретельно перемішують і залишають на 30 хвилин (можна на добу).

Через 30 хвилин (або добу) вміст пробірок центрифугують 10 – 15 хвилин при 2500 – 3000 об/хв. Надосадову рідину (обережно, нескаламуючи осад) виливають; до осаду додають 4 мл 2 % розчину аміаку і вміст пробірки центрифугують знову. Надосадову рідину виливають у тому ж порядку.

Промивання осаду аміаком повторюють ще раз. Остання порція надосадової рідини виливається якомога повніше, а осад використовується в інших реакціях.

Осад розчиняють у 1 мл 1Н розчину сірчаної кислоти, потім пробірки ставлять в гарячу водяну баню; через 3 – 5 хвилин гарячий розчин титрують 0,01 Н розчином перманганату при постійному перемішуванні скляною паличкою до появи блідо-рожевого забарвлення, яке не щезає протягом 1 хвилини.

$$X = 0,2 \cdot (V_1 - V_2) \cdot 100\%$$

0,2 – кількість мг Кальцію, що відповідає 1 мл 0,01Н КМnO<sub>4</sub>;

V<sub>1</sub> – об'єм КМnO<sub>4</sub>, витраченого на титрування дослідю;

V<sub>2</sub> – об'єм КМnO<sub>4</sub>, витраченого на титрування контролю;

### **Дослід 2. Визначення натрію хлориду аргентометричним титруванням по методу Мора.**

Метод Мора базується на титруванні хлорид-іонів в середовищі близькому до нейтрального іонами аргентуму в присутності калію хромовокислого.

*Матеріали й реактиви:* ковбасні вироби, м'ясорубка, ніж, 10 % розчин калію хромовокислого, розчин аргентуму нітрату, вода дистильована, скляні палочки, фільтри бумажні, лійки, піпетки, ваги, водяна баня.

#### **Хід роботи**

##### *Підготовка проби.*

З ковбасних виробів знімають оболонку, а з бекону та м'ясних продуктів знімають шкіру. Проби два рази подрібнюють на м'ясорубці з діаметром отворів решітки 3,0 – 4,5 мм і ретельно перемішують. Проби сирокочених ковбас двічі подрібнюють на м'ясорубці з діаметром отворів решітки 3,0 – 4,5 мм, після чого їх рублять ножом так, щоб розмір частинок проби не перевищував 1,0 мм. Одержану пробу ретельно перемішують.

5,0 г подрібненої проби зважують в хімічній склянці з похибкою ± 0,01 г і додають 100,0 см<sup>3</sup> дистильованої води. Через 40 хвилин настоювання (при періодичному перемішуванні скляною паличкою) водну витяжку фільтрують через паперовий фільтр. 5,0 – 10,0 см<sup>3</sup> фільтрату піпеткою переносять в конічну колбу і титрують із бюретки 0,05 моль/дм<sup>3</sup> розчином аргентуму нітрату в присутності 0,5 см<sup>3</sup> розчину калію хромовокислого (10%) до появи оранжевого забарвлення. Наважку напівкопчених, варено-копчених, копчених ковбас, соленого бекону, м'ясних продуктів нагрівають в стакані (з водою) на водяній бані до 20 – 40°C, витримують при цій температурі протягом 45 хвилин (при періодичному перемішуванні скляною паличкою) і фільтрують через паперовий фільтр. Після охолодження аналіз проводять як описано вище:

Масову частку натрій хлориду у відсотках вираховують за формулою:

$$X = \frac{0,00292 \cdot k \cdot V \cdot 100 \cdot 100}{V_1 \cdot m}$$

де:

0,00292 – кількість натрію хлориду, що еквівалентна 1 мл 0,05 М розчину аргентуму нітрату, г;

$k$  – поправка до титру 0,05М розчину аргентуму нітрату;

$V$  – об'єм 0,05М розчину аргентум нітрату, який витрачений на титрування досліджуваного розчину, см<sup>3</sup>;

$V_1$  – об'єм водної витяжки, який взяли для титрування, мл;

$m$  – наважка подрібленої проби, г.

### **Дослід 3. Визначення натрію хлориду за Фольгардом з використанням калію тіоціанату (роданіду)**

Метод Фольгарда базується на звільненні досліджуваного зразка від білкових речовин (осадження реактивом Карреза) і титруванні надлишку доданого розчину аргентуму нітрату розчином калію тіоціанату в присутності ферумамонійних галунів в якості індикатора.

*Матеріали й реактиви:* ковбасні вироби, м'ясорубка, реактив Карреза I, реактив Карреза II, розчин аргентуму нітрату, розчин ферумамонійних галунів, нітробензол, розчин калію тіоціанату, вода дистильована, скляні палочки, фільтри паперові, мірні колби об'ємом 200 см<sup>3</sup>, піпетки, ваги, водяна баня.

#### *Підготовка розчинів*

1. *Реактив Карреза I:* 106 г  $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$  розчиняють в дистильованій воді і доводять об'єм розчину до 1 л. Розчин зберігають 10 діб
2. *Реактив Карреза II:* 238 г  $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$  та 30 мл ледяної ацетатної кислоти розчиняють в дистильованій воді і доводять об'єм розчину до 1 л

#### **Хід роботи**

10,0 г подрібненої середньої проби, яка зважена з точністю  $\pm 0,01$  г, кількісно переносять в мірну колбу на 200,0 см<sup>3</sup> і додають невеликими порціями біля 100 см<sup>3</sup> гарячої дистильованої води.

Колбу витримують на киплячій водяній бані протягом 15 хвилин.

Після охолодження до кімнатної температури, в колбу додають послідовно для осадження білків 10,0 см<sup>3</sup> реактиву Карреза I та 10,0 см<sup>3</sup> реактиву Карреза II, струшуючи колбу після додавання кожного реактиву.

Після цього в колбу доливають дистильовану воду до мітки, вміст ретельно перемішують і фільтрують через паперовий фільтр. 20,0 см<sup>3</sup> фільтрату піпеткою переносять в конічну колбу на 200 – 250 см<sup>3</sup>, додають 5,0 см<sup>3</sup> 4 моль/дм<sup>3</sup> розчину нітратної кислоти, 2,0 см<sup>3</sup> розчину ферумамонійних галунів, 20,0 см<sup>3</sup> 0,1 моль/дм<sup>3</sup> розчину аргентуму нітрату і 3,0 см<sup>3</sup> нітробензолу (для коагуляції осаду).

Вміст колби титрують 0,1 моль/дм<sup>3</sup> розчином калію тіоціанату при енергійному струшуванні до появи червоного забарвлення розчину, яке не зникає протягом 30 секунд.

Масову частку натрій хлориду вираховують за формулою:

$$X = \frac{0,00584 \cdot (20 \cdot k_1 - V \cdot k_2) \cdot 200 \cdot 100}{20 \cdot m}$$

де:  $k_1$  – поправка до титру 0,1 М розчину аргентум нітрату;

$k_2$  – поправка до титру 0,1 М розчину калій тіоціанату;

$V$  – об'єм 0,1М калій тіоціанату, який витрачений на титрування досліджуваного розчину, мл;

$m$  – наважка проби, г;

200 – розбавлення наважки, мл;

20 – об'єм титрованого розчину, мл.

Розбіжність між результатами паралельних визначень не повинна перевищувати 0,1%.

За кінцевий результат приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень.

У відповідності з діючою нормативно-технічною документацією, вміст натрію хлориду в ковбасних і м'ясних виробах коливається в межах:

- варені ковбаси – до 2,5%,
- напівкопчені ковбаси – до 4,5%,
- варено-копчені ковбаси – до 5,0%,
- м'ясні продукти – до 7,5%

#### **Дослід 4. Визначення вмісту хлориду натрію у природних водах підвищеної мінералізації методом рефрактометрії**

Метод базується на практично лінійній залежності показника заломлення водних розчинів ( $n_{20}^D$ ) від вмісту в них хлориду натрію; останній знаходять за допомогою графіка.

*Матеріали й реактиви:* рефрактометр типу УРЛ або РПЛ, водяна баня, градуйовані піпетки місткістю 1 і 5 мл, скляний бюкс, крапельна піпетка, 10 % розчин натрію хлориду, мірні колби об'ємом 25 та 50 см<sup>3</sup>.

#### **Хід роботи**

Призмий блок рефрактометра промити дистильованою водою, висушити.

Приготувати серію водних розчинів хлориду натрію відомої концентрації від 0 до 200 г/л, і по 2 – 3 рази виміряти показник заломлення кожного з них.

Обчислити середнє арифметичне значення  $n$  і за цими даними побудувати графік в координатах: вміст хлориду натрію, г/л розчину – показник заломлення

**Таблиця 9**

**Показники зломлення розчинів натрій хлориду**

C(NaCl), г/л	20	60	100	150	200
1 $n_{20}^D$					
2 $n_{20}^D$					
3 $n_{20}^D$					
$n_{20}^D$ сер					

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гамаюрова, В.С. Пищевая химия [Текст]: лаб. практикум / В.С. Гамаюрова, Л.С. Ржечицкая. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 133 с.
2. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств [Текст]/ А.А. Виноградова [та ін.]. – М.: Агропромиздат, 1991. – 335 с.
3. Нечаев, А.П. Пищевая химия [Текст] / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А.Кочеткова.–СПб.:ГИОРД, 2003.– 640 с.
4. Продовольчі товари (лабораторний практикум) [Текст]: навч. посіб. / Н.В. Притульська [та ін.]. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2007. – 505 с.
5. Рогов, И.А. Химия пици [Текст] / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко.–М.: Колос, 2007. – 835 с.
6. Скурихин, И.М. Все о пице с точки зрения химика [Текст] / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев. – М.: Высш. шк., 1991. – 287 с.
7. Харчова хімія [Текст]: навч. посіб. / В.В. Євлаш [та ін.].–Х.: Світ книг, 2012. – 504 с.

## Зміст

Вступ		3
.....		
Тема	1. Ліпіди та ліпоїди	3
.....		
Лабораторна робота	1. Фізико-хімічні властивості харчових жирів	3
.....		

Лабораторна робота 2. Дослідження ліпідів та ліпоїдів .....	5
Лабораторна робота 3. Омилення тригліцеридів .....	7
Лабораторна робота 4. Дослідження якості харчових жирів .....	9
Лабораторна робота 5. Рефрактометричний метод визначення масової частки жиру в кондитерських виробках .....	13
Тема 2. Дослідження вітамінів .....	14
Лабораторна робота 6. Дослідження водорозчинних вітамінів .....	14
Лабораторна робота 7 Вплив чинників на властивості вітаміну С .....	16
Лабораторна робота 8. Дослідження жиророзчинних вітамінів .....	18
Лабораторна робота 9. Вилучення аскорбінової кислоти з рослинної сировини та її якісне визначення .....	19
Лабораторна робота 10. Кількісне визначення аскорбінової кислоти .....	20
Тема 3. Визначення харчових кислот .....	22
Лабораторна робота 11. Визначення загальної кислотності в плодах .....	22
Тема 4. Визначення макро- та мікроелементів .....	27
Лабораторна робота 12. Макро- та мікроелементи у харчових продуктах .	27
Список рекомендованої літератури .....	31