

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКИЙ КОЛЕГІУМ»
імені Т. Г. ШЕВЧЕНКА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт
з курсу “Технології харчових виробництв. Розділ: Технологія жирів та
жирозамінників”
для студентів спеціальності 181 Харчові технології**



Чернігів 2023

УДК 665

Укладачі: кандидат технічних наук, доцент Савченко Олеся Миколаївна,
доктор технічних наук, професор Сиза Ольга Іллівна
кандидат технічних наук, доцент Лапицька Надія Василівна

Савченко О.М., Сиза О.І., Лапицька Н.В.

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу “Технології харчових виробництв. Розділ: Технологія жирів та жирозамінників” для студентів спеціальності 181 Харчові технології / уклад. О.М. Савченко, О.І. Сиза, Н.В. Лапицька. Чернігів: НУЧК імені Т.Г. Шевченка, 2023. 36 с.

Рецензенти:

Городиська О.В. – доцент кафедри хімії, технологій та фармації
Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка,
кандидат біологічних наук
Демченко Н.Р. – доцент кафедри біології
Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка,
кандидат біологічних наук

Затверджено на засіданні кафедри хімії, технологій та фармації:
протокол № 4 від 16 листопада 2023 року

Затверджено на вченій раді природничо-математичного факультету:
протокол № 4 від 28 листопада 2023 року

Дисципліна «Технології харчових виробництв: технологія жирів і жирозамінників; технологія мяса, м'ясопродуктів та риби» є нормативною навчальною дисципліною циклу професійної підготовки.

Запропоновані методичні вказівки містять описи лабораторних робіт, вказівки до проведення математичної обробки результатів експерименту, контрольні питання. Для більш глибокого розуміння матеріалу курсу перед описом кожної роботи наведено короткі теоретичні відомості. Надано перелік рекомендованої літератури.

Перед виконанням лабораторної роботи з практикуму студенти вивчають запропонований теоретичний матеріал, опрацьовують методичні вказівки до роботи та отримують у викладача дозвіл на її виконання. Після обробки результатів студенти готують звіт.

© О.М.Савченко, 2023

© О.І. Сиза, 2023

© Н.В. Лапицька, 2023

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ В ЛАБОРАТОРІЇ

Загальні правила

Під час роботи в лабораторії студенти мають дотримуватись вимог з охорони праці, техніки безпеки та протипожежної профілактики. У разі їх недотримання студенти несуть дисциплінарну відповідальність.

Перед початком лабораторних занять студенти проходять інструктаж з техніки безпеки, який оформлюється у спеціальному журналі. Крім того, під час кожної роботи вони одержують усний інструктаж від викладача.

Працювати в лабораторії студенти повинні на постійному робочому місці тільки в халатах, застібнутих на всі гудзики. Волосся має бути підібране.

Проведення дослідів у брудному лабораторному посуді забороняється. Мити посуд потрібно відразу після виконання дослідів.

Кожен студент повинен пам'ятати, що більшість хімічних речовин та реактивів отруйні, і невиконання правил роботи з ними наносить шкоду здоров'ю. Тому під час роботи з хімічними реактивами необхідно дотримуватись обережності, уникати потрапляння цих речовин на руки, не торкатися ними обличчя та очей, після роботи руки слід ретельно мити. Хімічні реактиви не можна пробувати на смак. Реактиви для дослідів слід брати лише в тих кількостях, які зазначені в методиці.

Усі речовини слід нюхати дуже обережно, не нахиляючись над посудиною та не вдихаючи на повні груди, а спрямовуючи до себе пари чи газу рухом руки. Не слід нахилитися над посудом, в якому щось кипить чи в котрий наливається рідина, оскільки бризки можуть потрапити в очі. Під час нагрівання розчинів у пробірці слід користуватися дерев'яним тримачем, уважно стежити за тим, щоб отвір пробірки чи колби був спрямований у бік від усіх працюючих, оскільки існує загроза викиду рідини з посудини внаслідок перегріву та потрапляння її на обличчя та руки.

Коли необхідно перенести посуд з гарячою рідиною треба користуватися рушником, посудину тримати обома руками: однією – за дно, другою – за горловину. Великі хімічні стакани з рідиною потрібно піднімати лише двома руками так, щоб відігнуті краї склянки опиралися на вказівні пальці.

Категорично забороняється нагрівати або охолоджувати будь-які розчини у герметично закритих місткостях, а також закривати колби з гарячою рідиною.

Роботу з леткими речовинами (ефіром, бензином та ацетоном), концентрованими лугами та кислотами проводити акуратно і під витяжною шафою, не зливати їх в каналізацію без попереднього розведення.

Роботу з легкозаймистими рідинами вести під витяжною шафою та подалі від нагрівальних приладів. У разі загорання спирту, ефіру та інших легкозаймистих рідин не гасити полум'я водою, а скористатися піском.

У дослідях з використанням електроприладів необхідно переконатися в їх справності, правильності підключення до електромережі та контуру

заземлення. Під час виконання роботи не можна переносити увімкнуті електроприлади та залишати їх без нагляду. У разі перерви в подачі електроенергії всі пристрої мають бути негайно вимкнуті.

У разі використання скляного лабораторного посуду, що легко б'ється, треба бути дуже обережним. Рештки побитого лабораторного скляного посуду слід ретельно змістити у спеціальний збірник. Сировину чи напівфабрикати, у які могли потрапити скляні уламки, необхідно викинути у спеціальний збірник.

Після закінчення роботи в лабораторії необхідно вимкнути всі електроприлади, якими користувалися, витягну шафу, воду, прибрати свої робочі місця та здати їх черговому, а черговий – лаборантові або завідувачу лабораторії. Обов'язково ретельно вимити руки

Протипожежні заходи

Кожний, хто працює в лабораторії, повинен знати, де розміщені засоби пожежотушіння, і уміти ними користуватися. Необхідно знати, де знаходяться кошма-ковдра, сухий пісок, вогнегасники і пожежний водяний стояк.

При виникненні спалаху у витяжній шафі, необхідно відключити тягу, на магістралі і вимкнути рубильник, а потім приступити до ліквідації осередку (вогнища) спалаху. Якщо спалахнув одяг, необхідно негайно накрити потерпілого кошмою і облити його водою.

Електричні плитки, газові пальники і інші нагрівні прилади необхідно розміщувати на керамічних плитках або інших ізоляційних матеріалах.

Перша допомога при опіках і порізах

У випадку попадання в очі бризок розчинів слід негайно промити їх великою кількістю води і звернутися до лікаря.

При попаданні на тіло безпосередньо або через одяг кислот або лугів, потрібно негайно зняти одяг і промити струменем води місто опіку.

При порізах склом перш за все слід переконатися, що у рані немає залишків скла. Невеликий поріз кисті руки слід змастити йодною настоякою, при великих порізах змащуються йодною настоякою краї порізів, а кровотечу зупиняють застосуванням 3 %-ним розчином пероксиду водню. Для перев'язування порізу застосовуються стерилізовані перев'язочні матеріали (бинт, марля, вата).

Примітка: Кожний, хто працює в лабораторії, повинен знати, де знаходиться аптечка і уміти застосовувати потрібні засоби для надання першої допомоги потерпілому. В усіх випадках після надання першої допомоги потерпілого необхідно направити до медпункту.

При опіках водяною парою, від зіткнення з гарячими предметами, бризками гарячої води чи розчинників змащують уражене місце 5-10%-ним розчином калію перманганату і накладають стерильну пов'язку.

При попаданні на шкіру кислот або лугів негайно обмивають уражене місце великою кількістю води, потім 3%-ним розчином NaHCO_3 (у випадку кислоти) та 3%-ним розчином CH_3COOH чи присипають борною кислотою (у випадку лугу).

Лабораторна робота № 1

Фізико-хімічні властивості ліпідів

1.1 Мета: дослідити фізичні та хімічні властивості ліпідів, оволодіти методиками визначення хімічних показників жирів

1.2 Короткі теоретичні відомості

Ліпіди – група різноманітних за складом нерозчинних у воді органічних речовин, які відрізняються розчинністю в органічних розчинниках.

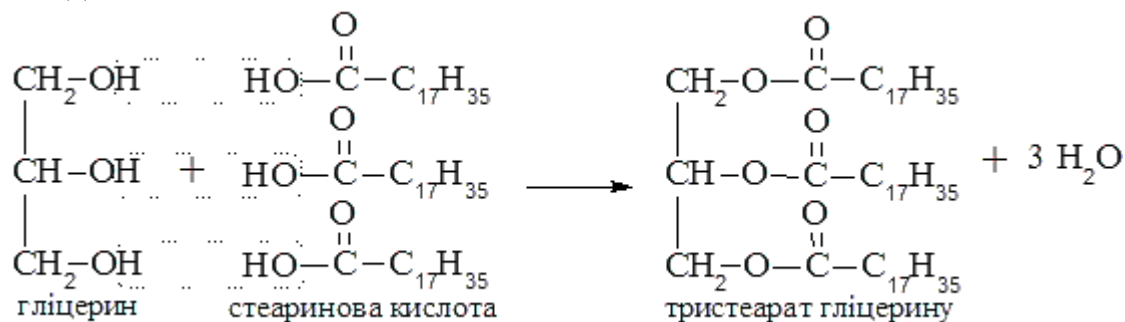
Ліпіди – це біологічно важливі органічні сполуки рослинного або тваринного походження різноманітної хімічної структури, нерозчинні у воді і розчинні в малополярних органічних розчинниках (ефірі, спирту, хлороформі, ацетоні та ін.). Вони є похідними вищих жирних кислот та спиртів і широко представлені у тканинах людини, тварин, рослин і мікроорганізмів і відіграють важливу роль в життєвих процесах.

У живих організмах ліпіди виконують функцію структурних компонентів клітинних мембран. Вони є формою, в якій депонуються запаси метаболічного «палива» і здійснюється його транспорт; виконують захисну роль, обволікаючи органи, судини, нерви і запобігаючи їх механічним ушкодженням. Саме неполярність, гідрофобність ліпідів дозволяє біологічним мембранам виконувати їх функції.

Ліпіди або їх похідні можуть виконувати функції біологічно активних речовин, таких як гормони, вітаміни, простагландини. Оскільки ліпіди поряд з білками відіграють важливу роль у структурній організації клітинних мембран, з ними пов'язано багато ефектів лікарської терапії.

Ліпіди поділяють на прості і складні: прості ліпіди — це сполуки, у молекулі яких містяться залишки тільки жирних кислот і спиртів; у молекулах складних ліпідів є ще й залишки фосфатної кислоти, моно- або олігосахаридів, нітрогеновмісних сполук та ін.

Жири відносяться до класу простих ліпідів. Жири – це естери (складні ефіри) гліцерину та вищих насичених і ненасичених карбонових кислот. Всі жири можуть бути утворені різними карбоновими кислотами, але тільки одним спиртом – гліцерином. Через це, їх ще називають *гліцерідами*. Наприклад:



Загальна назва таких сполук – «ацилгліцероли» або «ацилгліцерини», найчастіше триацилгліцерини, у яких в якості ацилів виступають вищі жирні кислоти (головним чином насичені пальмітинова, стеаринова та ненасичені олеїнова, лінолева, ліноленова). Природними жирами є не індивідуальна речовина, а суміш різних ацилгліцеринів.

Основним компонентом харчових жирів є тригліцериди. Вони не мають смаку і запаху, безбарвні. До складу молекули тригліцеридів харчових жирів входять: гліцерин (близько 10%) і жирні кислоти з різною довжиною вуглецевого ланцюга та різним ступенем насиченості атомів вуглецю (насичені й ненасичені жирні кислоти). Жирні кислоти, які входять до складу ліпідів, містять, переважно, парну кількість атомів карбону, найчастіше – 16 або 18.

До складу природних жирів входить суміш гліцеридів різних кислот, найчастіше таких як – пальмітинова ($C_{15}H_{31}COOH$), стеаринова ($C_{17}H_{35}COOH$), олеїнова ($C_{17}H_{33}COOH$) тощо. Гліцериди, як містять однакові кислотні залишки, називаються *простими*, а які містять залишки різних кислот – *змішаними*. Гліцериди насичених кислот є твердими сполуками (*тваринні жири* – свинячий, коров'ячий, баранячий тощо), а гліцериди, які містять залишки ненасичених кислот – рідкої консистенції. Рідкі жири називаються *оліями* (рослинні гліцериди) – лляна, соняшникова, горіхова, конопляна, бавовняна тощо.

Харчові жири – це продукти харчування, які одержують з жирових тканин рослинних та тваринних організмів. Жири відносять до найважливіших складових харчування. Жирові та жировмісні продукти є постійною складовою раціону людини.

Зі всіх головних харчових компонентів жири є самими енергетично насиченими. Вони мають найбільший запас енергії. При окисненні в організмі 1 г жиру виділяється 39,4 кДж енергії, в той час як із 1 г білків – 16,8 кДж, а із 1 г вуглеводнів (цукрів) – 17,6 кДж енергії.

Крім того харчові жири є незамінним джерелом поліненасичених жирних кислот та жиророзчинних вітамінів А, Д, Е, К). Згідно з сучасними науково обґрунтованими рекомендаціями науковців, фахівців-дієтологів жири повинні забезпечувати близько 30 % енергетичної добової потреби людини.

1.3 Експериментальна частина

1.3.1 Визначення вмісту вологи

Визначити масову частку вологи методом висушування, як фізико-хімічного показника якості харчового продукту.

Вміст вологи і летких речовин в топлених жирах визначають шляхом висушування наважки жиру. Підвищений вміст вологи знижує харчову цінність жиру, її стійкість при зберіганні, сприяє розвитку гідролітичних процесів. Підвищена кількість води свідчить про порушення технологічного процесу виробництва жиру.

Вміст води для яловичого, баранячого жиру вищого сорту становить 0,20%; I сорту - 0,30%; свинячого, кінського, кісткового вищого сорту 0,25%, I сорту - 0,30%; кістковий збірний 0,50%.

Прилади, обладнання, матеріали: Вага лабораторна точністю 0,005г, тиглі для зважування, ексикатор, шафа лабораторна сушильна.

Тиглі для зважування висушують протягом 30 хв при температурі $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$, охолоджують в ексикаторі і зважують.

У зважені тиглі вносять 2-3 г досліджуваного жиру, зважують і висушують при температурі $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$ до постійної маси.

Перше зважування проводять через 1 год, наступні - через 30 хв. Постійна маса вважається досягнутою, коли різниця двох останніх зважувань не перевищує 0,002 г. Якщо після одного з наступних зважувань спостерігається збільшення маси, то для розрахунку приймають якнайменшу масу тигля з речовиною.

Для жирів, що знаходяться на зберіганні, перше зважування проводять через 30 хв, наступні - через 15 хв.

Масову частку води і летких речовин (X) у відсотках обчислюють за формулою і заповнюють таблицю 1.1:

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m_3}$$

де m_1 - маса тигля з жиром до висушування, г;

m_2 - маса тигля з жиром після висушування, г;

m_3 - маса наважки досліджуваного жиру, г.

Таблиця 1.1
Визначення масової частки води жиру методом висушування

Номер зразка	Номер тигля	Маса тигля, г			Маса наважки, г		Масова частка води, %	
		Порожнього висушено ви до постійної маси	З наважкою до висушування	З наважкою Після висушування	До висушування	Після висушування	Досліджуваній зразок	Норма за стандартом

За кінцевий результат дослідження беруть середнє арифметичне значення результатів (X) двох паралельних визначень, допустима розбіжність між якими не повинна перевищувати при $P=0,95$ 23 % по відношенню до середнього арифметичного. Обчислення проводять до третього десяткового знаку і округлюють до другого. Допустима розбіжність між результатами досліджень, виконаних в двох різних лабораторіях, не повинна перевищувати 30% по відношенню до середнього арифметичного значення при $P=0,95$.

На основі отриманих результатів роблять висновок про відповідність масової частки вологи у продукті вимогам стандарту і про придатність продукту до зберігання.

1.3.2 Розчинність жирів

Характерною властивістю жирів є їх гарна розчинність в багатьох органічних розчинниках (ацетон, хлороформ, діетиловий етер та інші) та нерозчинність у воді.

В 4 пробірки вміщують по 0,3 мл рослинної олії в кожну, потім в першу додають 3 мл води, в другу- 3 мл спирту, в третю - 3 мл ефіру, в четверту- 3 мл хлороформу. Вміст всіх пробірок енергійно струшують і відзначають зміни, які відбулися в кожній пробірці, заповнюють таблицю 1.2.

Таблиця 1.2

Розчинність жирів

Номер зразка	Розчинники				
	Ацетон	Хлороформ	Тетрахлор метан	Діетиловий етер	Етанол

1.3.3 Емульгування жирів

При змішуванні жирів з водою утворюються емульсії, стійкість яких залежить від середовища, в якому вони утворюються. Емульгуванням називають розподіл однієї нерозчинної рідини в іншій у вигляді краплин. Таке поділення на краплини звичайно відбувається при енергійному перемішуванні двох рідин. Щоб емульсія не розшаровувалася, використовують спеціальні речовини – емульгатори або стабілізатори (мила, жовчні кислоти, карбонати). Утворення емульсії обумовлено тим, що у

поверхневий водний шар, який оточує жирові краплини, надходять поверхнево-активні частки жовчних кислот, мила, карбонатів, які обволікають краплинки жиру та запобігають їх злиттю.

Стійкість одержаної емульсії значною мірою залежить від природи емульгатора. Наприклад, молочно-жирова емульсія маргарину має високу стійкість і не розшаровується при механічній і термічній дії. У вітчизняному маргариновому виробництві як емульгатори використовують суміші моно- і дигліцеридів, фосфатиди, сухе молоко. При виготовленні майонезів з цією метою використовують яєчний 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 кишечнику.

У чотири пробірки наливають по 5 мл дистильованої води. До другої пробірки вносять на кінчику ножа лецитин, до третьої – 1 мл 1% розчину Na_2CO_3 , до четвертої – 1 мл 1% розчину NaHCO_3 . Потім до всіх пробірок додають по 0,2 мл олії. Пробірки енергійно струшують і залишають на 5 хвилин. У першій пробірці емульсія швидко розшаровується на воду і олію. У інших пробірках завдяки наявності мила, лецитину і соди утворюються стійкі емульсії.

Вміст пробірок фільтрують через паперові фільтри в інші пробірки. У першій пробірці через фільтр проходить прозорий розчин, а олія залишається на фільтрі. В інших пробірках фільтрується каламутна рідина (емульсія). Отже, стабілізатори сприяють емульгуванню жирів і значно полегшують їх проходження через мембрани. Спостереження записують у процесі виконання роботи у таблицю 1.3.

Таблиця 1.3

Емульгування жирів

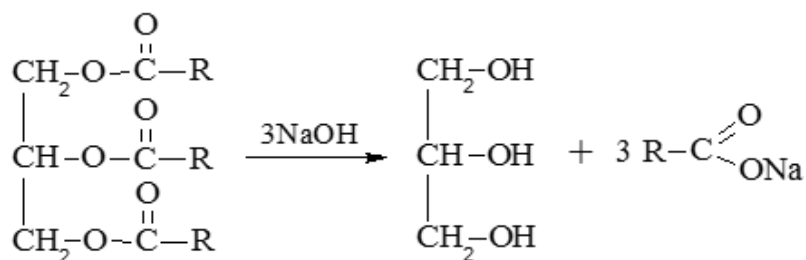
Номер зразка	Розчинники				
	Дистильована вода	Лецитин	1% розчин Na_2CO_3	1% розчину NaHCO_3	Розчин мила

1.3.4 Виявлення ненасиченості ліпідів

В одну пробірку вносять 1 мл розчину рослинної олії в хлороформі, в другу- 1 мл вершкового масла в хлороформі. В кожну пробірку вливають по краплям бромну воду до припинення знебарвлення. Фіксують кількість бромної води, яку додали в кожну пробірку.

1.3.5 Омилення жирів

Найважливішою хімічною властивістю жирів є їхня здатність омилюватися. Омилення жирів відбувається під впливом кислот, лугів або ферментів: Жири під дією лугів гідролізуються з утворенням мила та гліцерола (глицерину):



Під час омилення лугом утворюються гліцерин і солі вищих жирних кислот – *мила* (звідси і назва реакції). Розчинні у воді мила утворюють колоїдні розчини. Натрієві солі вищих карбонових є твердими речовинами, а калієві солі – рідкі мила. Кальцієві та магнієві солі у воді не розчиняються, тому у твердій воді, яка містить багато іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} , мило втрачає миючу здатність внаслідок утворення нерозчинних осадів – солей кальцію та магнію і вищих карбонових кислот.

Миюча дія мила – це його здатність видаляти із забрудненої поверхні часточки бруду і переводити їх в завислий стан у вигляді емульсії або суспензії. При розчиненні мила у воді його молекули дисоціюють

Вуглеводневий радикал – гідрофобна неполярна частинка молекули мила, яка не змочується водою, а карбоксильна група – гідрофільна полярна частинка молекули, яка змочується водою. Тому молекули мила, адсорбовані на забрудненні, розміщуються на поверхні розділу водної фази і забруднення так, що вуглеводневий радикал (гідрофобний кінець молекули) повернутий в бік забруднення, наприклад, в бік якої-небудь жирної плями, а карбоксильна група (гідрофільний кінець молекули) – в бік води:



В колбу з 1 мл рослинної олії додають 20 мл 50% розчину КОН (NaOH). Вміст колби перемішують і кип'яють 60 хв. Після омилення розчин доводять до об'єму 20 мл дистильованою водою, таким чином отримують розчин калієвого мила. Напишіть рівняння гідролізу жиру.

1.3.6 Утворення вільних жирних кислот

При додаванні до мила $\text{HCl}_{\text{конц.}}$ утворюються вільні жирні кислоти.

В пробірку з 2 мл розчину калієвого мила додають 0,5 мл концентрованої хлоридної кислоти. Жирні кислоти, що утворилися, нерозчинні у воді та будуть знаходитись у верхній частині вмісту пробірки.

1.3.7 Акролейнова реакція

За допомогою проби на акролеїн визначають присутність гліцерина в жирах. Гліцерин окиснюється до акролеїну (ненасиченого альдегіду), який має різкий подразнюючий запах (пригорілого сала).

В суху пробірку вносять декілька крапель рослинної олії або шматок твердого жиру і додають небагато порошку KHSO_3 (NaHSO_3) або H_3BO_3 та обережно нагрівають. Написати рівняння реакції. Зробити висновки з дослідів.

1.3.8 Реакція на альдегіди з реактивом Шиффа

Однією з найбільш специфічних є реакція з фуксинсульфатною кислотою (реактивом Шиффа). Безбарвний розчин фуксинсульфатної кислоти під

дією альдегідів набуває червоно-фіолетового або синьо-фіолетового забарвлення.

У пробірку наливають 1 мл олії, додають 0,5 мл реактива Шиффа і перемішують. Якщо в рідині є альдегіди, то з'являється червоно-фіолетове або синьо-фіолетове забарвлення. Якщо забарвлення не з'явилося через 20 хвилин після початку дослідження, то це свідчить про відсутність альдегідів в олії.

1.3.9 Реакція Вітбі на наявність стеринів в олії

У суху пробірку наливають 1 мл хлороформу, додають 2-3 краплі олії і легко перемішують до розчинення олії і додають по стінці пробірки 1 мл концентрованої сульфатної кислоти. Вміст пробірок обережно перемішують. Верхній хлороформний шар набуває вишнево-червоного забарвлення, нижній, кислотний - у червоно-коричневий із зеленою флюоресценцією.

1.4 Висновки

1.5 Питання для самоконтролю (домашнє завдання)

1. Який процес називають емульгуванням?
2. Як визначити наявність альдегідів у олії?
3. Реакція Вітбі на наявність стеринів в олії.
4. Метод виявлення ненасиченості ліпідів.

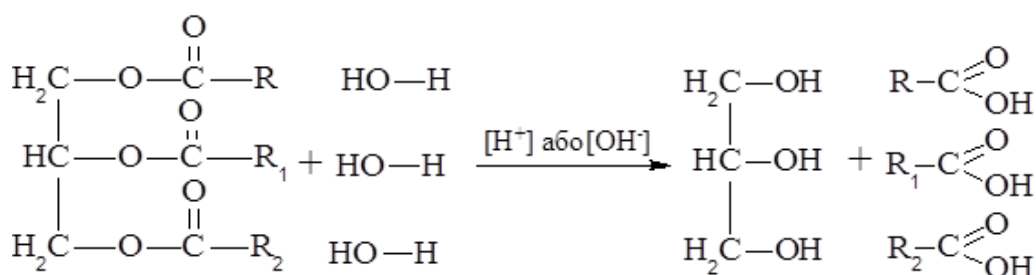
Лабораторна робота № 2 Визначення хімічних показників жирів.

2.1 Мета: оволодіти методиками визначення кислотного числа жиру, омилення та ефірного.

2.2 Короткі теоретичні відомості

Якими сприятливими не були б умови зберігання олій та жирів, споживчі властивості їх при цьому знижуються, а якісні показники

погіршуються. При цьому можна визначити три головні процеси, що призводять до псування жирів: гідролітичні процеси, окиснення жирів та мікробіологічне (або біохімічне) псування жирів. Навіть за оптимального ведення технології в результаті хімічних і біохімічних процесів у жирах відбувається процеси гідролізу і окиснення ліпідів та жирних кислот, що входять до їх складу. Гідроліз – це процес розщеплення молекул триацилгліцеринів на їх складові – жирні кислоти, неповні ефіри гліцерину та гліцерин при взаємодії з водою:



Перш за все гідроліз проходить у вологих жирах, які містять такі каталізатори, як ліпаза, фосфоліпаза, сильні органічні і неорганічні кислоти, а також в результаті діяльності мікроорганізмів. Органолептичні властивості олій при гідролізі не змінюються і наявність псування гідролітичної природи може бути встановлено лише хімічним шляхом на підставі визначення кислотного числа. Якщо у склад жиру (молочний, кокосова і пальмоядрова олії) входять низькомолекулярні кислоти (масляна, валеріанова, капронова), то в результаті гідролізу і накопиченням кислот з'являються неприємні специфічні смак і запах.

До фізико-хімічних показників якості жирів відносяться наступні: масова частка води та летких речовин, кислотне число, пероксидне число, йодне число, кількість антиоксидантів, температура застигання.

Процеси, що відбуваються в ліпідах під час їх зберігання та переробки, характеризуються так званими константами, або хімічними та фізичними числами жиру (мається на увазі витрата певних реагентів на реакції з жиром). Визначення цих констант дає змогу контролювати не тільки якість жирів та олій, але й в певній мірі їх натуральність, регулювати технологічні режими отримання продуктів.

Кислотне число – показник, що характеризує кількість вільних жирних кислот, які містяться в жирі. *Кислотне число* – це кількість гідроксиду калію (в мг), витраченого на нейтралізацію вільних жирних кислот, що містяться в 1 г жиру або олії.

Йодне число – показник, що характеризує ненасиченість жирних кислот, що входять до складу жиру. *Йодне число* – це маса йоду (у г), що приєднується до 100 г жиру. Існує декілька методів його визначення, що відрізняються, в основному, галогеновмісним реагентом.

Число омилення – показник, що характеризує загальну кількість вільних та зв'язаних жирних кислот (у складі естерів), що входять до складу

досліджуваного жиру. *Число омилення* – це кількість міліграм 0, 1n розчину гідроксиду калію, необхідного для омилення гліцеридів і нейтралізацію кислот, що містяться в 1г жиру або олії. Омилення – це гідроліз жирів лугами, внаслідок чого утворюються гліцерин та солі жирних кислот – мила. Число омилення дорівнює сумі кислотного і естерного чисел.

Естерне число – показник, що характеризує вміст естерів у жирі. *Естерне число* – це кількість міліграмів гідроксиду калію, яка необхідна для омилення всіх естерів, що містяться в 1 г жиру. Естерне число дорівнює різниці між числом омилення і кислотним числом.

Пероксидне число – це кількість грамів йоду, яка виділилася з йодиду калію пероксидними сполуками, що містяться в 100 г жиру. Ця константа вказує на вміст пероксидних сполук у жирі, дозволяє виявити окислювальні процеси та наявність продуктів псування значно раніше, ніж це може бути встановлено органолептично.

Величини розглянутих констант для окремих жирів і олій, що не піддалися руйнуванню, коливаються в незначних межах і характеризують вид жиру і його якість наведено в таблиці 2.1.:

Таблиця 2.1.

Константи для окремих жирів і олій

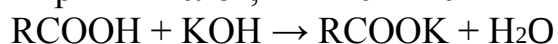
Жири та олії	Вміст і склад жирних кислот			Характеристика		
	Насич.	Ненасич.	Основних	Темпер. застигання	Число омилення	Йодне число
Олії						
Соєва	14...20	75...86	C_{18}^2 46...65	-18	191...193	120...140
Бавовняне	22...30	75...76	C_{18}^2 45...56	2...4	191...198	101...116
Соняшникова	10...12	до 90	C_{18}^2 46...70	16...18	186...194	119...136
Рапсове	2...6	94...98	C_{18}^1 6...44	0...10	167...181	94...103
Оливкова	9...18	82...91	C_{18}^1 70...82	0...6	185...200	72...89
Кокосова	до 90	10	C_{12}^0 44...52 C_{14}^0 13...18	16...25	251...264	7...12
Пальмова	44...57	43...56	C_{16}^0 39...47 C_{18}^2 45...50	31...41	196...210	52...58
Пальмоядерна	79...83	17...21	C_{16}^0 10...19	19...24	240...257	15...20
Льняне	6...9	91...94	C_{18}^1 41...60	18...27	191...195	175...190
Тваринні жири						
Яловичий	45...60	43...52	C_{18}^1 24...29	30...38	190...200	32...47
Баранячий	52...62	38...48	C_{18}^0 25...31 C_{18}^1 36...42	32...45	192...198	31...46
Свинячий	33...49	48...64	C_{18}^1 25...32	22...32	193...200	46...66

Жири характеризуються рядом хімічних показників. Основні з них: кислотне число, ефірне, йодне, пероксидне, число омилення.

2.3 Експериментальна частина

2.3.1 Визначення кислотного числа жиру

Кислотним числом називається кількість мг КОН, яка необхідна для нейтралізації вільних жирних кислот, які містяться в 1 г жиру.



Кількість вільних жирних кислот в жирі є непостійною та залежить від кількості жирової сировини, способу отримання жирів, тривалості та умов зберігання, інших факторів. Їх накопичення зумовлено гідролітичним розщепленням гліцеридів на дигліцериди, моногліцериди, гліцерин та жирні кислоти. Частково вільні жирні кислоти утворюються і внаслідок окиснювальних перетворень жиру на більш пізніх стадіях його окиснення.

Гранично допустимі норми кислотного числа окремих олій та жирів (мг/г жиру) наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2.

Кислотні числа окремих олій та жирів (мг/г жиру)

Вид харчового жиру		Кислотне число, мг/г жиру
Соняшникова олія	рафінована	0,4
	нерафінована вищого сорту	1,5
	нерафінована I сорту	2,25
Соева олія	рафінована	0,3
	гідратована I сорту	1,0
Кукурудзяна олія	рафінована	0,4
	нерафінована	5,0
Топлений харчовий жир (баранячий, яловичий,	вищого сорту	1,2
	I сорту	2,2
Збірні жири (без показника сорту)		3,5

Жири містять у своєму складі незначну кількість вільних жирних кислот, яка збільшується при тривалому зберіганні жиру. Кислотне число характеризує межі збільшення цих вільних кислот і виражається в міліграмах їдкою калію, необхідного для нейтралізації вільних кислот, що входять до складу 1 г досліджуваної речовини.

Кислотним числом називають кількість міліграмів гідроокису калію, необхідної для нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться в 1 г жиру.

Кислотне число є важливим показником якості харчових жирів і нормується усіма стандартами та технічними умовами. Значення кислотного числа характеризує товарний сорт та доброякісність. При недотриманні

режимів та термінів зберігання кислотне число збільшується, що зумовлено переважно, гідролізом ацилгліцеринів. Кислотне число може підвищуватись у результаті біологічного окиснення ненасичених жирних кислот гліцеридів під дією ліпоксигеназ.

Метод базується на титруванні проби жиру розчином гідроксиду калію у присутності фенолфталеїну. У якості розчинника використовують нейтральну суміш етанолу з діетиловим ефіром.

Методи визначення кислотного числа олії (ДСТУ 4350:2004)

Кислотне число (КЧ) – кількість міліграмів гідроксиду калію КОН, необхідна для нейтралізації вільних жирних кислот, які містяться в 1 г олії або жиру. Цей важливий показник якості жиру нормується ДСТУ та технічними умовами, оскільки може легко збільшуватися при зберіганні як жиру, так і багатих на жир харчових продуктів. Значення КЧ характеризує товарний ґатунок і якість олій та жирів.

Кількість вільних жирних кислот в оліях і жирах залежить від якості сировини, способу отримання олії або жиру, умов їх зберігання. При недотриманні умов та термінів зберігання жирів КЧ збільшується, що обумовлено в основному гідролізом ацилгліцеринів. Враховуючи, що зберігання харчових продуктів завжди супроводжується гідролізом, то за величиною КЧ можна визначити якість жирів. У заводській практиці КЧ використовують для розрахунку лугу необхідного для рафінування жирів та олій.

Визначення кислотного числа світлих олій

Принцип методу заснований на титруванні (нейтралізації) вільних жирних кислот лугом у присутності індикатора.

Прилади, обладнання, матеріали: технічні ваги, конічна колба місткістю 150...200 см³, бюретка місткістю 50 см³, водяна баня.

Реактиви: 0,1 N спиртовий розчин гідроксиду калію або натрію; 1%-ний спиртовий розчин фенолфталеїну; нейтралізована суміш 96%-ного етилового спирту з етиловим ефіром (1:2).

Хід виконання роботи. В колбу на терезах 4-го класу зважують 4 - 5 г олії із записом результату до другого десяткового знака і підливають 50 мл суміші етилового спирту з етиловим ефіром, додають 3 - 5 крапель розчину фенолфталеїну. Отриманий розчин при постійному перемішуванні титрують з бюретки розчином гідроксиду калію або натрію до отримання слабо-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 30 с.

Визначення кислотного числа твердих жирів

Розчин індикатора додають до спиртово-ефірної суміші з розрахунку, щоб у 250 мл спиртово-ефірної суміші містилося:

1 мл розчину фенолфталеїну при дослідженні харчових і світлих технічних жирів; 5 мл розчину тимолфталеїну при дослідженні технічних жирів, що мають темне забарвлення.

В конічну колбу, місткістю 150...200 см³ відважують 4...5 г досліджуваного жиру (для технічного жиру 1,0-1,5 г), розплавляють на

водяній бані, доливають 50 мл нейтралізованої спиртово-ефірної суміші і збовтують.

Одержаний розчин при постійному помішуванні швидко титрують розчином КОН або NaOH до чіткої зміни забарвлення, зумовленого присутністю індикатора (фенолфталеїн - рожеве, тимолфталеїн - синє).

Якщо при титруванні рідина мутніє, то в колбу додають 1,5-10 мл спиртово-ефірної суміші і збовтують до зникнення мутнуватості; при необхідності колбу з вмістом можна злегка нагріти на водяній бані, охолодити до кімнатної температури і потім закінчити титрування.

Кислотне число (X_2) в мг КОН обчислюють за формулою:

$$\text{К. ч.} = \frac{5,611 \cdot K \cdot V}{m},$$

де 5,611 – титр 0,1 N розчину калію гідроксиду, мг/мл;

V – об'єм 0,1 N розчину лугу NaOH або КОН, витрачений на титрування, см³;

K – поправка до титру;

m – маса взятої для аналізу наважки, г.

Дані спостережень та розрахунків записують у процесі виконання роботи в таблиці 2.3 і роблять висновок про якість олій.

Таблиця 2.3

Визначення кислотного числа світлих олій

Назва параметру	1	2
Маса порожньої колби, m_1 , г		
Маса жиру з колбою, m_2 , г		
Маса наважки жиру, m, г		
Об'єм 0,1 М розчину лугу, що витрачається на нейтралізацію вільних жирних кислот в харчовому жирі, V, см ³		
Коефіцієнт поправки до 0,1 н розчину лугу, K		
Титр 0,1 М розчину NaOH або КОН, мг/см ³	5,611	5,611
Кислотне число, X, мг/г жиру		

Визначення кислотного числа темних олій

При визначенні кислотного числа темнозабарвлених олій, описаним вище способом через темне забарвлення розчину важко встановити момент зміни забарвлення індикатора. Тому для темних олій визначення кислотного числа ведуть сольовим методом або методом потенціометричного титрування.

Сольовий метод. Це візуальний метод, при якому кінець титрування

визначається по зміні забарвлення сольового розчину.

Принцип методу. Метод заснований на нейтралізації вільних жирних кислот лугом, але органічні розчинники для олії не застосовують, реакцію нейтралізації ведуть в насиченому нейтральному розчині хлориду натрію. Після нейтралізації всіх вільних жирних кислот надмірна кількість лугу переходить в розчин кухарської солі і забарвлює його у присутності фенолфталеїну в світло-рожевий колір.

Реактиви: насичений нейтралізований розчин хлориду натрію, 1%-й спиртовий розчин фенолфталеїну, 0,1 н. водний розчин гідроксиду калію. Прилади, хімічний посуд: терези лабораторні 4-го класу, бюретка з штативом, колби конічні плоскодонні з пришліфованими пробками місткістю 250 мл.

Хід виконання роботи. В конічну колбу місткістю 250 мл з пришліфованою пробкою на терезах 4-го класу зважують наважку приблизно 10 г олії із записом результату до другого десяткового знака, додають 50 - 60 мл насиченого нейтралізованого розчину NaCl і 0,5 мл 1%-го спиртового розчину фенолфталеїну. Колбу закривають пробкою, струшують і вміст титрують 0,1 н. водним розчином КОН (при високому кислотному числі можна застосовувати 0,25 н. розчин КОН). При титруванні струшування повторюють кожний раз після додавання 4-5 крапель лугу до тих пір, поки не зникне забарвлення нижнього шару рідини. Якщо після чергового струшування забарвлення почне поволі зникати, колбу струшують після додавання 1 - 2 крапель розчину лугу. Титрування ведуть до появи стійкого рожевого забарвлення нижнього шару рідини.

Кислотне число розраховують за тією ж формулою, що і при визначенні кислотного числа світлих олій. Дані спостережень та розрахунків записують у процесі виконання роботи в таблиці 2.4 і роблять висновок про якість олії.

Таблиця 2.4

Визначення кислотного числа темних олій

Назва параметру	1	2
Маса порожньої колби, m_1 , г		
Маса жиру з колбою, m_2 , г		
Маса наважки жиру, m , г		
Об'єм 0,1 М розчину лугу, що витрачається на нейтралізацію вільних жирних кислот в харчовому жирі, V , см^3		
Коефіцієнт поправки до 0,1 н розчину лугу, K		
Титр 0,1 М розчину NaOH або КОН, мг/см^3	5,611	5,611
Кислотне число, X , мг/г жиру		

За кінцевий результат дослідження приймають середнє арифметичне результатів (X) двох паралельних визначень, допустима розбіжність між якими не повинна перевищувати при $P=0,95$ 6% відносно середнього арифметичного. Кінцевий результат заокруглюють до другого десяткового знаку.

Допустима розбіжність між результатами досліджень, проведених в двох різних лабораторіях, при $P=0,95$ не повинна перевищувати 12% відносно середнього арифметичного.

2.3.2 Визначення числа омилення

Числом омилення називається кількість мг КОН, яка необхідна для нейтралізації всіх як вільних жирних кислот так і тих, що входять до складу триацилгліцеролів, які містяться в 1 г жиру.

В одну колбу (дослідна проба) вміщують 0,5 г жиру, в другу (контрольна проба) – 0,5 мл води. В обидві колби доливають по 15 мл 0,5 М спиртового розчину КОН, який попередньо приготовлений. Колби кип'ятять із зворотнім холодильником на водяній бані 40-50 хв. до повного омилення гліцеридів та нейтралізації вільних жирних кислот, періодично струшуючи. В обидві колби доливають по 10 крапель 0,1% розчину фенолфталеїну та титрують теплий розчин 0,5 М розчином НСІ до зникнення рожевого забарвлення (до нейтральної реакції).

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

$$ЧО = (B-A) \cdot Q / a$$

де $B-A$ – різниця результатів титрування контрольного та дослідного зразків розчином хлоридної кислоти (мл);

a – наважка жиру (г);

Q – кількість КОН (28,05 мг), яка еквівалентна 1 мл 0,5 М розчину КОН.

2.3.3 Визначення ефірного числа жиру

Ефірним числом називається кількість мг КОН, яка необхідна для нейтралізації жирних кислот, які утворюються при омиленні триацилгліцеролів, які містяться в 1 г жиру. Це число визначають як різницю між числом омилення жиру та його кислотним числом.

$$ЕЧ = ЧО - КЧ$$

2.4 Висновки

2.5 Питання для самоконтролю (домашнє завдання)

1. Яка методика визначення кислотного числа жиру?
2. Що таке ефірне число?
3. Як визначити число омилення?
4. Як визначити ефірне число?

Лабораторна робота № 3 Визначення хімічних показників жирів. Йодне число

3.1 Мета: дослідити фізичні та хімічні властивості ліпідів, оволодіти методиками визначення йодного числа жирів.

3.2 Короткі теоретичні відомості

Йодне число – це показник, що характеризує ненасиченість жирних кислот, які входять до складу жиру. Визначення йодного числа ґрунтується на здатності ненасичених жирних кислот приєднувати молекули галогену (хлор, бром, йод) в умовах, за яких ця реакція не супроводжується заміщенням водню на галоген. На кожен подвійний зв'язок витрачається одна молекула галогену. Таким чином йодне число залежить від кількості етиленових (подвійних) зв'язків в жирних кислотах: з їх збільшенням йодне число зростає.

Крім того, чим більше у жирі міститься ненасичених жирних кислот, тим також вищим є його йодне число. Рослинні олії внаслідок більшого вмісту ненасичених жирних кислот порівняно з тваринними жирами мають більш високі значення йодних чисел.

Під *йодним числом* розуміють кількість грамів йоду, що приєднується до 100 г жиру. Йодне число використовують для визначення виду харчового жиру, його здатності до висихання, розрахунку потрібної кількості водню для його гідрогенізації. За величиною йодного числа жирів та олій роблять висновок про їх здатність до різноманітних хімічних перетворень, оскільки ненасичені жирні кислоти можуть приєднувати кисень по місцю розриву подвійних зв'язків, що обумовлює процеси згіркнення та висихання жирів. У процесі окиснення жирів кількість ненасичених жирних кислот знижується і як наслідок зменшується йодне число. Зменшення йодного числа є показником псування жиру.

Йодне число для деяких жирів та олій наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Йодне число для деяких рослинних олій і тваринних жирів

Вид харчового жиру		Йодне число, % I ₂
Олія:	соняшникова	125-145
	соева	120-140
	гірчична	102-108
	бавовняна	102-117
	оливкова	75-85
	кукурудзяна	111-133
Тваринний жир	яловичий	32-47
	баранячий	35-40
Вершкове масло		30-50

Для визначення йодного числа олій та жирів використовують декілька методів, що відрізняються в основному галогеновмісним реагентом, та умовами проведення дослідів.

ДСТУ 4569:2006 «Жири тваринні і рослинні та олії. Методи визначення йодного числа» встановлює такі методи визначення в них йодного числа:

метод Кауфмана – визначення йодного числа розчином бромистого натрію та брому в метиловому спирті;

метод Гюбля – визначення йодного числа йодно-ртутним розчином;

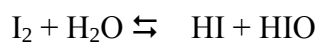
метод Війса – визначення йодного числа розчином хлорного йоду в крижаній оцтовій кислоті.

Застосування того чи іншого методу встановлюється в стандартах або технічних умовах на кожний вид жиру.

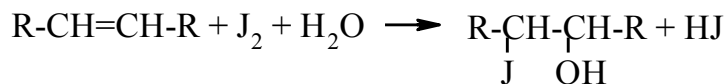
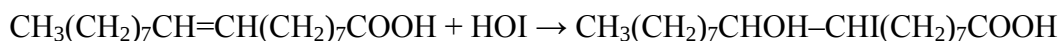
Також відомий прискорений метод Маргошеса, який дозволяє швидко отримати готовий результат, проте він поступається точністю і повторюваністю перед іншими методами.

Визначення йодного числа методом Маргошеса

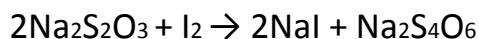
За точністю отриманих результатів цей метод поступається стандартним методам. Він ґрунтується на реакції ненасиченої кислоти жиру з йоднуватою кислотою, що утворюється під час взаємодії йоду з великою кількістю води за рівнянням:



Реакція жиру з йоднуватою кислотою відбувається за наступною схемою:



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



3.3 Експериментальна частина

Реактиви, посуд та устаткування: етиловий спирт з масовою часткою спирту 96 %; спиртовий розчин йоду з масовою часткою йоду 2,5 % (розчин Маргошеса); водний розчин натрію тіосульфату концентрацією 0,1 моль/дм³, розчин крохмалю масовою часткою 1 %; дистильована вода; колби місткістю 500 см³ зі шліфами; повітряні холодильники; водяна баня; секундомір.

У дві сухі колби зважують від 0,1 до 0,15 г рослинної олії, додають 10 см³ етилового спирту, приєднують повітряний холодильник і нагрівають протягом 15...20 хв на водяній бані температурою 50...60 °С. Після цього колбу охолоджують. В охолоджену колбу додають точно 25 см³ спиртового розчину йоду, 200 см³ дистильованої води і секундоміром вимірюють час. Через 5 хв суміш титрують якомога швидше розчином тіосульфату натрію.

Спочатку розчин додають до одержання світло-жовтого кольору, потім, додавши кілька крапель крохмалю, суміш титрують до знебарвлення. В аналогічних умовах готують контрольний дослід без наважки жиру.

Йодне число розраховують за формулою:

$$\text{Й. ч.} = \frac{(V - V_1) \cdot K \cdot 0,01269}{m} \times 100\%,$$

де V – об'єм 0,1 н розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, витраченого на титрування в контрольному досліді см³, V_1 – об'єм 0,1 н розчину тіосульфату, що витрачається на титрування основного досліді, см³; 0,01269 – кількість йоду, що відповідає 1 см³ 0,1 н тіосульфату, г; K – поправковий коефіцієнт до 0,1 н розчину тіосульфату; m – маса наважки жиру, г.

Розраховують середнє значення та похибку вимірювань. Розбіжності між паралельними визначеннями не повинні бути більшими, ніж 1,5 % від значення йодного числа.

Дані спостережень та розрахунків записують у процесі виконання роботи в таблиці 3.2 і роблять висновок про якість жиру за йодним числом.

Таблиця 3.2

Визначення йодного числа методом Маргошеса

Назва параметру	Значення
Маса порожньої колби, m_1 , г	
Маса жиру з колбою, m_2 , г	
Маса наважки жиру, m , г	
Кількість 0,1 н розчину тіосульфату $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, що витрачається на титрування під час проведення контрольного досліду (без жиру), V , см^3	
Кількість 0,1 н розчину тіосульфату $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, що витрачається на титрування надлишку йоду після приєднання його до жиру, V_1 , см^3	
Поправковий коефіцієнт до 0,1 н розчину тіосульфату $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, K	
Йодне число, Й.ч., % I_2	

3.4 Висновки**3.5 Питання для самоконтролю
(домашнє завдання)**

1. Яка методика визначення йодного числа жиру?
2. Що характеризує йодне число?
3. Для визначення яких показників використовують йодне число?

Лабораторна робота № 4
Визначення пероксидного числа жирів

4.1 Мета: дослідити фізичні та хімічні властивості ліпідів, оволодіти методиками визначення пероксидного числа жирів

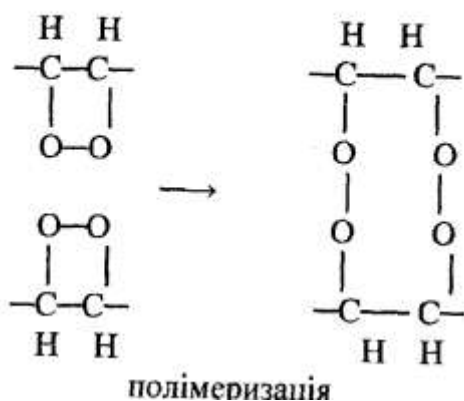
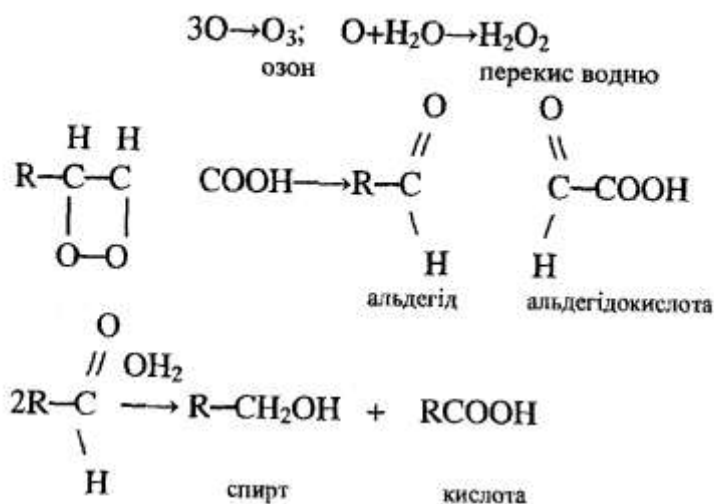
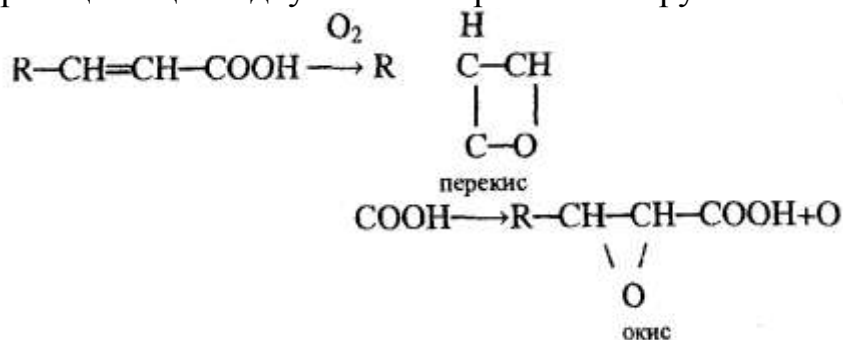
4.2 Короткі теоретичні відомості

Із припиненням життєдіяльності організму тканинні ліпази починають діяти тільки в напрямі гідролізу жиру, внаслідок чого нагромаджуються вільні жирні кислоти. При підвищенні температури в присутності вологи відбувається розклад жиру.

Утворюється багато вільних жирних кислот, особливо низькомолекулярних - капронової, масляної, які різко знижують смакову

якість продукту. В присутності вільних жирних кислот знижується температура димоутворення. Такий жир непридатний для кулінарних цілей.

Крім цього, гідролізований жир, а саме ненасичені жирні кислоти підлягають окисленню киснем, який завжди присутній і легко приєднується до подвійних зв'язків. Внаслідок цього утворюються різноманітні шкідливі продукти - перекиси, альдегіди, кетони, альдегідокислоти, продукти полімеризації ющо. Відбувається згіркнення жиру:



Відомо також кетонне ("пахуче") згіркнення жиру, яке може відбуватись шляхом хімічного або ферментативного окиснення. Внаслідок цього з жирних кислот утворюються відповідні кетони, які надають продукту своєрідного запаху псування.

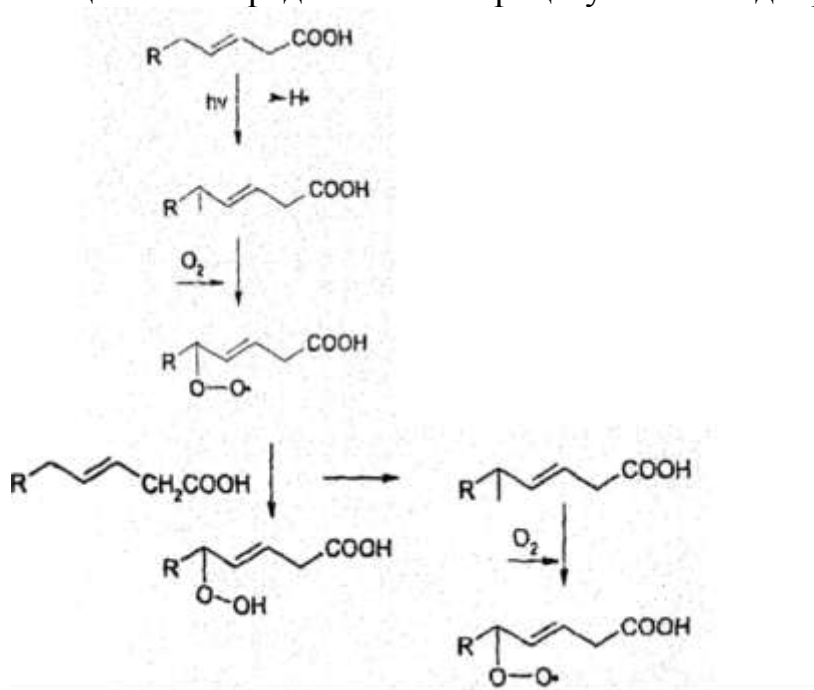
Існує теорія академіка М.М. Семенова, згідно з якою в присутності світла (під впливом енергії світлових квантів) з участю кисню в жирі розгортаються ланцюгові вільнорадикальні процеси, внаслідок яких

нагромаджуються продукти окиснення жирів. Проміжними продуктами вільнорадикальних процесів є пероксиди, гідропероксиди, які перетворюються на вторинні продукти - альдегіди, кетони, кислоти тощо.

Процес окиснення починається з атаки киснем метиленової групи в α -положенні до подвійного зв'язку й проходить за вільнорадикальним механізмом. Причиною утворення вільних радикалів можуть бути самі молекули кисню; процес ініціюється іонами металів, дією тепла, сонячної енергії тощо.

Радикал R приєднує до себе молекулу кисню і перетворюється в перекисний радикал RO_2 . Перекисний радикал взаємодіє з новою молекулою вихідної речовини з утворенням гідроперекису $ROOH$ та радикала R, який продовжує ланцюг перетворень. Гідроперекиси $ROOH$ також розпадаються на вільні радикали $ROOH \rightarrow RO\cdot + HO\cdot$. Це приводить до швидкого збільшення активних радикалів у системі та самоприскорення реакції окиснення. Початкова стадія окиснення (індукційний період), яка проходить досить повільно, закінчується, починається швидкий період окиснення, типовий для автоокиснення. Первинними продуктами окиснення є перекиси, гідроперекиси і діалкілперекиси жирних кислот. У ході подальших перетворень утворюються вторинні продукти окиснення – альдегіди, кетони, карбонові кислоти, гідроксикислоти, спирти та інші сполуки. Більшість із цих речовин надають зіпсованим жирам характерного запаху і смаку, їх окиснювальна дія призводить до знебарвлення каротиноїдів в олії, розпаду ненасичених жирних кислот та інших ліпідів.

Ланцюг вільнорадикального процесу можна відобразити таким чином:



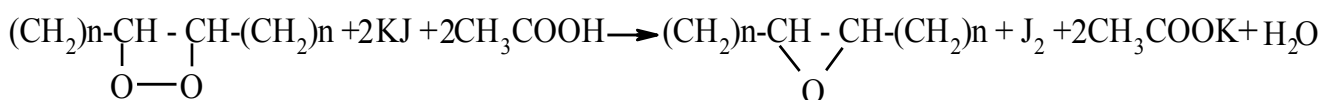
Кількість первинних продуктів окиснення жирів визначають за допомогою пероксидного числа.

Пероксидне число (peroxide value) – відношення кількості речовин у пробі, у перерахунку на активний кисень, які за стандартних умов окислюють йодид калію, до маси дослідної проби. Характеризує кількість первинних

продуктів окислення жирів – пероксидних сполук (гідроперексидів, перексидів, діалкілперексидів), які здатні виділяти з водного розчину КJ йод. Виражається у мілімолях активного кисню на кілограм проби. Пероксидне число є показником ступеня свіжості олій та жирів.

Пероксидним числом називається кількість мл розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, яка необхідна для титрування вільного йоду, який виділяється при окисненні КJ пероксидним угрупованням 1 г жиру.

Метод базується на здатності пероксидних угруповань жиру реагувати з КJ в кислому середовищі:



4.3 Експериментальна частина

4.3.1 Метод визначення пероксидного числа жирів та олій (ДСТУ 4570:2006)

Принцип методу ґрунтується на реакції взаємодії продуктів окиснення олій та жирів (пероксидів та гідропероксидів) із йодистим калієм у розчині оцтової кислоти і хлороформу та подальшому кількісному визначенні йоду, що виділився, розчином тіосульфату натрію титриметричним методом.

Реактиви: вода дистильована, льодяна оцтова кислота х.ч., хлороформ, водний розчин йодиду калію х.ч. із масовою часткою 50 - 55 % свіжоприготований, розчин крохмалю з масовою часткою 0,5 %, водний розчин натрію тіосульфату пентагідрату ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) молярних концентрацій 0,01 моль/дм³ (0,01 н.) або 0,002 моль/дм³ (0,002 н.), стандарт-титри тіосульфату натрію з масою речовини в ампулі, що дорівнює 0,1 г-екв – 0,1 г-моль.

Хімічний посуд і прилади: ваги лабораторні 2-го та 3-го класу точності, конічні колби місткістю 250 см³ з притертими скляними пробками, циліндри на 25 та 100 см³, годинник піщаний на 1 хв. та 5 хв., піпетки, бюретки, секундомір.

Розчин йодиду калію зберігають у темній посудині. Перед застосуванням перевіряють придатність розчину, додаючи дві краплі розчину крохмалю до 0,5 см³ розчину йодиду калію в 30 см³ суміші оцтової кислоти і хлороформу у співвідношенні 3:2. Якщо для знебарвлення блакитного забарвлення, що з'явилося, витрачають більше однієї краплі 0,01 моль/дм³ розчину тіосульфату натрію – розчин йодистого калію не придатний і необхідно приготувати свіжий.

Розчин крохмалю готують так: змішують 5 г розчинного крохмалю з 30 см³ холодної дистильованої води та при перемішуванні вливають цю суміш у 1000 см³ киплячої води і кип'ятять протягом 3 хвилин.

Розчин натрію сіркуватистокислого (натрію тіосульфату) молярної концентрації c ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) = 0,1 моль/дм³ (0,1 н.) готують двома способами:

- з натрію сіркуватистокиислого – реактиву згідно з ГОСТ 25794.2, п. 2.11;
- зі стандарт-титрів (фіксаналів) натрію сіркуватистокиислого.

Розчин придатний до застосування через 10 - 14 діб. Розчин зберігають у склянці з темного скла. Термін зберігання отриманого зі стандарт-титрів розчину молярної концентрації $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,1$ моль/дм³ без додаткового контролю концентрації – 1 місяць. Після закінчення терміну зберігання необхідно визначити поправку до номінальної концентрації розчину тіосульфату натрію згідно з ГОСТ 25794.2, п. 2.11.3. Якщо під час зберігання з'являються пластівці або осад, розчин не треба застосовувати. Для отримання розчину тіосульфату натрію необхідних молярних концентрацій $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,002$ моль/дм³ або $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,01$ моль/дм³ приготовлений розчин натрію сіркуватистокиислого (натрію тіосульфату) молярної концентрації $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,1$ моль/дм³ розбавляють відповідно в 50 та 10 разів. Розбавляють безпосередньо перед використанням.

Оскільки можливо утворення йоду при окисненні КJ киснем повітря, необхідно проводити контрольні проби.

Порядок виконання роботи. Якщо олія прозора, пробу олії, яка призначена для аналізування, добре перемішують. За наявності в олії каламутності або осаду пробу фільтрують за температури $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Пробу олії можна зберігати у холодильнику в місткості з темного скла із притертою пробкою не більше ніж 5 днів. Масу проби, необхідну для дослідження, в залежності від передбачуваних пероксидних чисел визначають згідно з таблицею 4.1.

Таблиця 4.1

Залежність величини дослідної проби від передбачуваного пероксидного числа

Передбачувані значення пероксидних чисел, ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг	Маса досліджуваної проби, г
Від 0 до 6,0	5,000 – 2,000
6,0 до 10,0	2,000 – 1,200
10,0 до 15,0	1,200 – 0,600
15,0 до 25,0	0,600 – 0,500
25,0 до 40,0	0,500 – 0,300

Пробу олії або жиру зважують у конічну колбу. У колбу додають 10 см³ хлороформу, швидко розчиняють дослідну пробу, приливають 15 см³ льодяної оцтової кислоти та 1 см³ розчину йодиду калію, після чого колбу відразу закривають пробкою. Вміст колби перемішують протягом 1 хв. і залишають на 5 хв. у темному місці за температури від 15 °С до 25°С. Потім додають 75 см³ дистильованої води, ретельно перемішують і додають розчин крохмалю до появи слабкого однорідного фіолетово-синього забарвлення. Йод, що виділився, титрують розчином тіосульфату натрію до зникнення

фіолетово-синього забарвлення і появи молочно-білої забарвленості, стійкої протягом 5 с.

Концентрацію розчину тіосульфату натрію обирають залежно від передбачуваного значення пероксидного числа: більше ніж 6,0 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг використовують розчин тіосульфату натрію молярної концентрації c ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) = 0,01 моль/дм³, менше 6,0 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг титрують розчином тіосульфату натрію молярної концентрації c ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) = 0,002 моль/дм³. Якщо на титрування витрачається менше 0,5 см³ розчину тіосульфату натрію концентрацією 0,01 моль/дм³, повторюють титрування розчином тіосульфату натрію концентрацією 0,002 моль/дм³ з енергійним перемішуванням. Якщо очікуване пероксидне число менше ніж 1,0 ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг, то для титрування рекомендовано використання мікробюретки об'ємом 5 см³.

Паралельно роблять контрольний дослід без дослідної проби олії чи жиру.

Якщо у контрольному досліді на титрування витрачено понад 0,1 см³ 0,01 моль/дм³ розчину тіосульфату натрію, то перевіряють відповідність реактивів вимогам стандартів і повторюють випробування.

Пероксидне число (ПЧ) в $\frac{1}{2}$ О ммоль/кг обчислюють за формулою:

$$\text{ПЧ} = 1000 \cdot (V - V_0) \cdot C / m,$$

де V , V_0 – об'єм розчину тіосульфату натрію відповідно в основному і контрольному досліді, см³; C – концентрація розчину тіосульфату натрію, моль/дм³; m – маса дослідної проби, г; 1000 – коефіцієнт, що враховує перерахунок результату вимірювання в ммоль/кг.

Пероксидне число виражають у $\frac{1}{2}$ О мілімолях на кілограм, що відповідає кількості кисню, використаного в даній окиснювано-відновній реакції, в міліеквівалентах на кілограм. У деяких міжнародних стандартах пероксидне число виражають у мілімолях активного кисню на кілограм, тоді одержане за цією методикою числове значення пероксидного числа зменшується вдвічі.

Обчислюють із точністю до другого десяткового знаку з подальшим округленням до першого десяткового знаку. Відносне розходження допустиме між результатами двох паралельних визначень складає 5 % при значеннях пероксидного числа від 3,0 $\frac{1}{2}$ О ммоль/кг і більше та 10 % при значеннях менше 3,0 $\frac{1}{2}$ О ммоль/кг.

Для того, щоб виразити пероксидне число в мілімолях активного кисню на кілограм жиру, мікрограмах активного кисню на грам жиру або у відсотках йоду необхідно помножити результат одержаний згідно даної методики на коефіцієнти перераховування, які наведено у таблиці 4.2. Дані спостережень та розрахунків записують у процесі виконання роботи в таблиці 4.3 і роблять висновок про якість жиру.

Таблиця 4.2

Коефіцієнти перерахунку пероксидного числа

Спосіб вираження	Коефіцієнт перерахунку
мекв/кг	1
ммоль/кг	0,5
мкг/г	8
г йоду/100 г	1/78

Таблиця 4.3

Визначення пероксидного числа жирів та олій (ДСТУ 4570:2006)

Назва параметру		
Об'єм розчину тіосульфату натрію відповідно в основному досліді		
Об'єм розчину тіосульфату натрію відповідно в контрольному досліді		
Концентрація розчину тіосульфату натрію, моль/дм ³		
Маса дослідної проби, г		
Пероксидне число (ПЧ) в $\frac{1}{2}$ О ммоль/кг		

4.3.2 Реакція на альдегіди з реактивом Шиффа

Однією з найбільш специфічних є реакція з фуксинсульфатною кислотою (реактивом Шиффа). Безбарвний розчин фуксинсульфатної кислоти під дією альдегідів набуває червоно-фіолетового або синьо-фіолетового забарвлення.

У пробірку наливають 1 мл олії, додають 0,5 мл реактива Шиффа і перемішують. Якщо в рідині є альдегіди, то з'являється червоно-фіолетове або синьо-фіолетове забарвлення. Якщо забарвлення не з'явилося через 20 хвилин після початку дослідження, то це свідчить про відсутність альдегідів в олії.

4.3.3 Якісні реакції на альдегіди за Крейсом та Відманом

Метод базується на здатності альдегідів у кислому середовищі вступати в реакцію конденсації з багатоатомними фенолами (флороглюцином, резорцином та ін.), утворюючи забарвлені сполуки.

Реакція з флороглюцином у ефірі (за Крейсом). У пробірку розміщують 3-5 г жиру, розплавляють його на водяній бані, додають такі ж об'єми концентрованої хлоридної кислоти і розчину флороглюцину в ефірі масовою часткою 1%. Пробірку закривають гумовим корком і енергійно струшують. За наявності альдегідів нижній шар у пробірці забарвлюється в червоний колір.

Реакція із флороглюцином в ацетоні (за Відманом). У пробірці розплавляють 3-5 г жиру, додають до нього такий же об'єм розчину флороглюцину в ацетоні масовою часткою 1% і 2-3 краплі концентрованої сірчаної кислоти, закривають гумовими корками і струшують. За наявності альдегідів нижній шар вмісту в пробірці забарвлюється в червоний колір.

Реакція з резорцином в бензолі (за Відманом). До 3-5 г розтопленого в пробірці жиру додають такі ж об'єми концентрованої соляної кислоти і насиченого розчину резорцину в бензолі. Пробірку закривають гумовим корком і струшують. При наявності альдегідів з'являється червоно-фіолетове забарвлення.

4.4 Висновки

Питання для самоконтролю (домашнє завдання)

1. Перерахуйте хімічні показники жирів?
2. Яка різниця між числом омилення та кислотним числом?
3. Що таке ефірне та пероксидне число?
4. Як визначити йодне число жиру?
5. Як визначити наявність альдегідів у олії?
6. Реакція Вітбі на наявність стеринів в олії.
7. Метод виявлення ненасиченості ліпідів.

Лабораторна робота № 5

Дослідження фосфоліпідів

5.1 Мета: виділити лецитин з яєчного жовтка та дослідити його склад і властивості

5.2 Короткі теоретичні відомості

Речовини, супутні гліцеридам

Ліпоїдні речовини у складі жирів. Кількість і вміст речовин, супутніх гліцеридам (ліпоїдних речовин) є непостійними і залежать від якості жиркової сировини, технології отримання та ступеню рафінації жирів.

У рослинних оліях на частку ліпоїдних речовин припадає 3...4% маси, в тваринних – у декілька разів менше. Виняток – жири морських тварин та риб, в яких вміст ліпоїдних речовин сягає десятків відсотків. До речовин, супутніх гліцеридам, належать фосфоліпіди, стерини, вільні жирні кислоти, барвникові речовини, вітаміни, воски.

Вільні жирні кислоти в ідеалі не повинні міститись у жирах. Їх наявність свідчить про те, що виготовлення тваринних жирів та їх зберігання відбувалися з порушенням технологічних режимів. Показник, який кількісно характеризує наявність в жирах вільних жирних кислот – кислотне число. Воно нормується стандартами на всі види жирів і від нього залежать сорти тваринних топлених жирів.

Стерини – високомолекулярні спирти, які містяться в тканинах рослин і тварин. За походженням розрізняють:

- зоостерини – стерини тваринного походження (холестерин);
- фітостерини – стерини рослинного походження (ситостерин, стигмастерин);
- мікостерини – стерини грибного походження.

Стерини мають кристалічну будову, причому зоостерини й фітостерини різняться формою кристалів, що дозволяє ідентифікувати природу жиру (встановити його походження).

Воски – це складні ефіри високомолекулярних карбонових кислот та одноосновних високомолекулярних спиртів (цетиловий, міристиловий, карнаубіловий і т.д.). За природою всі воски є хімічно інертними. Розрізняють рослинні та тваринні, тверді та м'які воски. Рослинний віск є складною сумішшю органічних сполук з великою масою, він вкриває листя та стебла рослин, зменшуючи випаровування води. Прикладом рослинного воску є карнаубський віск із восконосної пальми карнауби.

Воски тваринного походження:

- бджолиний;
- овечий: виділяється на шкіру та вовну овець і складає 5...10% від маси вовни, його видаляють розчинниками й отримують технічний ланолін, а очищений використовують як сировину для медичних і косметичних мазей, кремів тощо;

– жир кашалотів (*спермацетовий жир*) на 75% складається з воскоподібної речовини, з нього вилучають віск спермацет, який також є основою для виготовлення окремих видів медичних і косметичних мазей, кремів, а також мила.

Крім восків тваринного і рослинного походження виділяють віск викопного походження (озокерит), який не має жодного відношення до харчової промисловості.

Барвникові речовини містяться здебільшого у рослинних жирах, тваринні жири їх майже не містять. Ці речовини легко руйнуються при окисненні під дією світла. Найбільш відомі барвникові речовини – це каротиноїди, хлорофіл, госсіпол.

Вітаміни жирів представлені групою жиророзчинних вітамінів А, Д, Е, К.

Фосфоліпіди – це група ліпідів, що містять фосфат та (найчастіше) азотисті основи. Фосфоліпіди можна розділити на дві групи: гліцерофосфоліпіди та сфінгофосфоліпіди. Фосфоліпіди крові входять до складу ліпопротеїнів, обумовлюючи нарівні з білками полярні властивості цих комплексів і їх розчинність.

Фосфоліпіди (фосфатиди) відіграють важливу роль в організмі людини. Входячи до складу клітинних мембран, вони справляють суттєвий вплив на проникність мембран і обмін речовин між клітинами. Основними фосфоліпідами є *лецитин* (до складу якого входить вітамінна сполука холін), а також *кефалін*. Лецитин необхідний для формування клітин і тканин організму, запобігає накопиченню холестерину, сприяє його виведенню, запобігає ожирінню печінки. Лецитин і кефалін є природними емульгаторами та антиокисниками.

Нормальний вміст загальних фосфоліпідів у сироватці крові 1,52 – 3,62 г/л, а лецитину – 0,75 – 1,2 г/л. Важливим показником є індекс фосфоліпіди/холестерол, який за фізіологічних умов становить 1 – 1,5. Цей індекс знижується при атеросклерозі, гіпертонічній хворобі, хворобах печінки. Збільшення вмісту фосфоліпідів відзначається при цукровому діабеті, гіпотиреозі, при ураженнях нирок і т. д. Рівень фосфоліпідів знижується при тяжких формах гострого гепатиту, жировому переродженні печінки, тиреотоксикозі.

5.3 Експериментальна частина

5.3.1 Виділення лецитину з яєчного жовтка. Якісні реакції на лецитин

Яєчний жовток у кількості 0,5 – 1 г, що містить лецитин, поміщають у пробірку, додають 3,5 мл киплячого спирту і ретельно перемішують вміст пробірки скляною паличкою протягом 5 – 10 хв. Потім рідину фільтрують у суху пробірку і з фільтратом проводять реакції на лецитин.

5.3.2 Емульгуюча дія лецитину

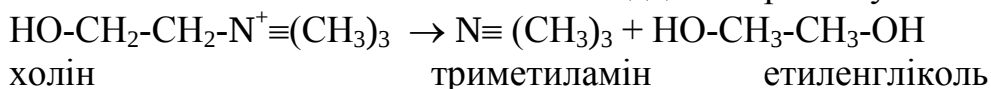
До 5 крапель спиртового розчину лецитину додають 2 мл води та 0,2 мл олії, пробірку струшують. Утворюється стійка емульсія у воді.

5.3.3 Осадження лецитину

У суху пробірку до 5 крапель спиртового розчину лецитину додають 1—2 краплі насиченого спиртового розчину кадмію хлориду. Виникає нерозчинна кадмієва сполука лецитину.

5.3.4 Гідроліз лецитину

У пробірку вносять 5—10 крапель спиртового розчину лецитину і додають подвійний об'єм 10 % розчину натрію гідроксиду і кип'ятять 3—5 хв. У результаті гідролізу лецитин розпадається на гліцерол, жирні кислоти, холін і фосфатну кислоту. Холін при гідролізі перетворюється на триметиламін і виявляється за запахом оселедцевого розсолу:



Фосфатну кислоту можна відкрити при нагріванні з амонію молібдатом.

У дві пробірки вносять по 1 мл гідролізату ДНП та РНП, додають 1 мл розчину амонію молібдату та кип'ятять. Рідина забарвлюється в лимонно-жовтий колір, а внаслідок охолодження випадає кристалічний осад жовтого кольору, який зумовлений фосфорномолібденовокислим амонієм:



5.4 Висновки

Приклад оформлення титульного листа
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКИЙ КОЛЕГІУМ»
імені Т. Г. ШЕВЧЕНКА

ЗВІТ
з виконання лабораторних робіт до курсу
«Технології харчових виробництв: технологія жирів і жирозамінників»
ОПП Харчові технології та інженерія

Виконав:

студент (ка) гр. _____

ПІБ _____

Перевірив:

доцент Савченко О.М.

Чернігів 2023

Рекомендовані джерела інформації

1. Доморецький В. А., Шиян П. Л., Калакура М. М., Романенко Л. Ф., Хомічак Л. М., Василенко О. О., Мельник І. В., Мельник Л. М. Загальні технології харчових виробництв: підруч. К.: Університет «Україна», 2010. 814 с.
2. Осейко М. І. Технологія рослинних олій: підруч. К.: Варта, 2006. 280 с.
3. Тимченко В. К. Технологія м'яких маргаринів: навч. посіб. Харків: НТУ «ХП», 2002. 128 с.
4. Гладкий Ф. Ф., Тимченко В. К., Демідов І. М. Технологія модифікованих жирів: навч. посіб. Харків: підруч. НТУ «ХП», 2012. 210 с.
5. Малежик І. Ф., Циганков П. С., Немирович П. М. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник вузів. К.: НУХТ, 2003. 400 с.
6. Романовська Т. І. Фізико-хімічні аспекти харчових технологій. К.: Наукова думка, 2006. 150 с.
7. Паска М. З., Демідов І. М., Жук О. І. Технологія маргаринів та промислових жирів: навч. посіб. Львів: СПОЛОМ, 2013. 188 с.
8. Пешук Л. В. Біохімія та технологія оліє-жирової сировини: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2011. 296 с.
9. Філінська А. О., Черваков О. В., Ебіч Ю. Р. Виробництво маргаинової продукції. Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2012. 164 с.

Зміст

Лабораторна робота № 1 Фізико-хімічні властивості ліпідів	5
Лабораторна робота № 2 Визначення хімічних показників жирів.....	12
Лабораторна робота № 3 Визначення хімічних показників жирів. Йодне число	19
Лабораторна робота № 4 Визначення пероксидного числа жирів.....	23
Лабораторна робота № 5 Дослідження фосфоліпідів.....	30
Рекомендована література	35