

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В.Н. КАРАЗІНА
Біологічний факультет
кафедра молекулярної біології та біотехнології

**РОЗРОБКА СПОСОБУ ОТРИМАННЯ МІЮЧИХ КОМПОНЕНТІВ
НА ОСНОВІ ЛПІДІВ КОРОВ'ЯЧОГО МОЛОЗИВА**

Допущено до захисту
«__»_____2025 р.
Завідуючий
кафедрою _____

Оцінка «_____»
Голова ЕК

«__»_____2025 р.

Кваліфікаційна робота бакалавра
студента кафедри молекулярної
біології та біотехнології
Медведюка Данііла Ігоровича

Науковий керівник:
доктор біологічних наук, професор
Божков А.І.
Науковий консультант:
аспірант
Ганін В.Ю.

АННОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему: «Розробка способу отримання миючих компонентів на основі ліпідів коров'ячого молозива».

Робота включає 55 сторінок, містить 3 таблиці, 14 рисунків. Список джерел літератури містить 46 джерел, з них 2 – україномовні.

У дипломній роботі представлено розробку способу отримання миючих компонентів на основі ліпідів коров'ячого молозива з метою створення екологічно безпечних засобів очищення. Проведено детальний аналіз літературних джерел щодо хімічного складу, фізико-хімічних та біологічних властивостей ліпідів молозива, що мають потенціал для використання як природні поверхнево-активні речовини. Вивчено сучасні методи екстракції ліпідів з урахуванням збереження їхньої функціональності, зокрема методи холодного пресування, ультразвукової екстракції та використання суперфлюїдних технологій.

У межах експериментальної частини дослідження отримано миючі компоненти з ліпідної фракції молозива, визначено їхні миючі, емульгувальні та антимікробні властивості. Результати свідчать про високу ефективність отриманих речовин порівняно з синтетичними аналогами, а також їхню біорозкладність і безпечність для здоров'я людини. Розроблено практичні рекомендації щодо впровадження способу отримання миючих компонентів у виробництво побутових та спеціалізованих засобів очищення.

Ключові слова: молозиво, ліпіди, миючі компоненти, біотехнологія, екологічна безпека, поверхнево-активні речовини, мило.

ANNOTATION

Qualification work on the topic: “Development of a method for obtaining detergent components based on cow colostrum lipids”.

The paper consists of 55 pages, 3 tables, 14 figures. The list of references includes 46 sources, 2 of which are in Ukrainian.

The thesis presents the development of a method for obtaining detergent components based on cow colostrum lipids in order to create environmentally friendly cleaning products. A detailed analysis of the literature on the chemical composition, physicochemical and biological properties of colostrum lipids that have the potential to be used as natural surfactants was carried out. The modern methods of lipid extraction were studied, taking into account the preservation of their functionality, in particular, cold pressing, ultrasonic extraction and the use of superfluidic technologies.

As part of the experimental part of the study, detergent components were obtained from the lipid fraction of colostrum, and their detergent, emulsifying, and antimicrobial properties were determined. The results indicate the high efficiency of the obtained substances in comparison with synthetic analogues, as well as their biodegradability and safety for human health. Practical recommendations for the implementation of the method of obtaining detergent components in the production of household and specialized cleaning products have been developed.

Keywords: colostrum, lipids, detergent components, biotechnology, environmental safety, surfactants, soap.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Роль миючих засобів для дотримання гігієни та профілактики	7
1.2. Шкірні захворювання	9
1.2.1 Основні патологічні зміни в шкірі	9
1.2.2. Псоріаз	11
1.2.3. Кропивниця	14
1.2.4. Дерматити.....	15
1.3. Еталонне мило	17
1.4.1.Актуальність використання ліпідів молозива в біотехнологіях.....	18
1.4.2. Фізико-хімічний склад ліпідів молозива	19
1.4.3 Біологічна активність ліпідів молозива.....	21
1.4.4. Методи отримання ліпідів із молозива.....	23
1.4.5. Миючі властивості ліпідів молозива	26
1.4.6. Екологічна безпечність використання ліпідів молозива	27
1.4.7. Перспективи використання ліпідів молозива у миючих засобах....	28
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ.....	31
2.1. Матеріали	31
2.2. Методи	32
2.2.1. Метод отримання ліпідів молозива.....	32
2.2.2. Метод отримання мила з ліпідів молозива.....	33
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ.....	41
3.1. Результати виділення ліпідів молозива.....	41
3.2. Результати омилення жирів	42
3.3. Результати аналізу отриманого продукту	44
ВИСНОВОКИ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ....	Ошибка! Закладка не определена.

ВСТУП

У сучасному світі зростає попит на екологічно чисті та біологічно сумісні миючі засоби. Традиційні синтетичні поверхнево-активні речовини, що є основою багатьох миючих засобів, часто є похідними нафтохімічної промисловості та можуть мати негативний вплив на довкілля та здоров'я людини. У цьому контексті особливої актуальності набуває пошук альтернативних джерел миючих компонентів, отриманих з відновлюваної сировини.

Одним із перспективних напрямів є використання ліпідів, зокрема, ліпідів тваринного походження. Коров'яче молозиво, перший секрет молочних залоз після отелення, вирізняється унікальним складом, багатим на біологічно активні речовини, включаючи значну кількість ліпідів. Ліпіди молозива містять різноманітні жирні кислоти, які після відповідної модифікації можуть проявляти поверхнево-активні властивості, необхідні для миючих засобів.

Мета дипломної роботи: Розробка способу отримання миючих компонентів на основі ліпідів коров'ячого молозива з визначенням їхньої фізико-хімічної активності, функціональних властивостей і перспектив використання у виробництві засобів очищення.

Завдання дипломної роботи:

1. Провести аналіз літературних джерел щодо складу ліпідів коров'ячого молозива та їхніх властивостей, які забезпечують потенціал використання у миючих засобах.
2. Аналіз методів виділення ліпідів із коров'ячого молозива з урахуванням умов їх збереження та оптимізації процесу.
3. Аналіз методів виготовлення миючих засобів.

4. Провести експериментальні дослідження по отриманні миючих компонентів, отриманих із ліпідів молозива.
5. Дослідити біологічну активність отриманих миючих речовин.
6. Розробити рекомендації щодо впровадження способу отримання миючих компонентів на основі ліпідів молозива у виробництві екологічних засобів очищення.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Роль миючих засобів для дотримання гігієни та профілактики

Дотримання належних гігієнічних практик, зокрема гігієни рук, відіграє важливу роль у профілактиці та боротьбі з інфекційними захворюваннями. Серед різних гігієнічних заходів миття рук незмінно визнається одним із найефективніших і найдоступніших втручань для зменшення передачі респіраторних інфекцій. Численні дослідження визначили руки як основний канал поширення патогенних мікроорганізмів, підкресливши важливість переривання цього шляху передачі шляхом регулярного і ретельного миття рук. Проблема імунітету до інфекційних захворювань стосується не лише загальної патології, але й має дуже важливе значення для всіх галузей практичної медицини, таких як гігієна, хірургія та ветеринарне мистецтво [1].

У контексті цих досліджень особливої уваги заслуговує зростаюче розуміння зв'язку між особистою гігієною та загальним рівнем здоров'я населення. Сучасні наукові дані підтверджують, що розвиток суспільства, процеси глобалізації та активна популяризація гігієнічної культури серед населення напряду впливають на зниження захворюваності та, як наслідок, сприяють збільшенню тривалості життя. Особиста гігієна відіграє фундаментальну роль у зменшенні впливу інфекційних агентів. Такі практики, як регулярне миття рук, купання та догляд за порожниною рота, значно знижують ризик таких захворювань, як діарея, респіраторні інфекції та системні запальні захворювання. Історично ці хвороби були основними причинами смерті, особливо серед дітей. З широким розповсюдженням простих правил гігієни передчасна смертність від інфекцій різко знизилася. Крім того, належний догляд за собою запобігає шкірним і паразитарним інфекціям, які, якщо їх не лікувати, можуть призвести до небезпечних для життя ускладнень [2]. Особливо важливою особиста гігієна стала під час

пандемії COVID-19, коли регулярне миття рук, носіння захисних масок і уникнення дотику до обличчя були ключовими засобами запобігання передачі вірусу. Саме дотримання гігієнічних заходів у повсякденному житті значно зменшило поширення інфекції та стало основою ефективної стратегії боротьби з пандемією на глобальному рівні [3]. Гігієна харчування також зробила значний внесок у збільшення тривалості життя. Завдяки практикам, які забезпечують безпеку харчових продуктів, таким як правильне приготування їжі, чисте поводження з харчовими продуктами та розділення сирих і приготованих продуктів, вдалося запобігти мільйонам смертей від хвороб, що передаються через харчові продукти. Гігієна харчування не лише запобігає гострим інфекціям, але й зменшує довготривалий вплив токсинів і забруднювачів, які можуть викликати хронічні захворювання, такі як рак, печінкова недостатність і нейродегенерація [2]. У більш широкому сенсі, гігієна в громадах, включаючи доступ до чистої води, санітарну інфраструктуру та боротьбу з переносниками інфекцій, трансформувала результати громадського здоров'я. Сучасні системи водопостачання та видалення відходів запобігають фекально-оральній передачі смертельних патогенів. Заходи боротьби з переносниками зменшили тягар таких хвороб, як малярія і лихоманка денге, які раніше винищували цілі народи. Ці заходи на рівні громад мали особливий вплив на зниження рівня дитячої та маляркової смертності, тим самим збільшивши середню тривалість життя в постраждалих регіонах [2]. Медична гігієна зробила революцію в безпеці та ефективності охорони здоров'я. Стерилізація інструментів, протоколи гігієни рук та асептичні методи запобігають інфекціям, пов'язаним з наданням медичної допомоги, які колись були поширеними і часто призводили до летальних наслідків. Ці практики уможливають сучасні медичні процедури, захищають людей з ослабленим імунітетом і сприяють відновленню після хвороби чи

операції, що в сукупності подовжує життя пацієнтів і покращує якість медичної допомоги [2].

Ураховуючи вагомий внесок гігієни в збереження здоров'я населення та збільшення тривалості життя, постає необхідність у чіткому правовому регулюванні гігієнічних норм і стандартів на державному та міжнародному рівнях. Законодавча база у сфері гігієни створює нормативну основу для впровадження ефективних санітарно-гігієнічних заходів у закладах охорони здоров'я, освіти, харчової промисловості, водопостачання, а також у громадських місцях. Забезпечення дотримання гігієнічних норм регламентується низкою законів і підзаконних актів в Україні а також міжнародними нормативними документами [3].

1.2. Шкірні захворювання

1.2.1 Основні патологічні зміни в шкірі

Більшість дерматологічних захворювань мають запальний характер. У клінічній практиці запалення умовно поділяється на гостре та хронічне. Основною патоморфологічною ознакою переходу до хронічної форми є проліферація сполучної тканини у вогнищі запалення, яка зазвичай розвивається приблизно через два місяці після його початку. Запалення є рефлекторною відповіддю організму на дію патогенних чинників. Воно здебільшого проявляється локалізовано, але є частиною загальної захисної реакції, що супроводжується ушкодженням тканин, порушенням кровообігу та обміну речовин. Усі ці процеси тісно пов'язані між собою та відображають рівень реактивності організму, сформований у процесі еволюції. Особлива увага приділяється участі нервової системи в патогенезі запалення. Подразнення нервових закінчень у зоні ураження викликає не лише місцеві, а й системні зміни в організмі, а також певні психоемоційні реакції. Наприклад, подразнення зі сторони шлунково-кишкового тракту може спричинити дратівливість, а зі сторони серцево-судинної системи — почуття страху або

тривоги. Також значущу роль відіграє алергія, яка змінює реактивність організму. Під час первинного контакту з антигеном виникає нормергічна реакція, однак при повторному потраплянні того самого антигену, за умови сенсibilізації, виникає гіперергічна відповідь. У випадку анафілактичного стану спостерігається ослаблена реакція. Також існують явища позитивної анергії, як прояв відносного імунітету, та негативної анергії — стану крайнього виснаження захисних механізмів організму [4].

З морфологічної точки зору запалення супроводжується трьома класичними процесами: альтерацією, тобто дегенеративними змінами і некрозом тканин; ексудацією, яка полягає у судинній реакції з виходом рідини і клітин у тканини; та проліферацією, що включає клітинне розмноження і формування нової тканини [4].

Будова епідермісу зумовлює особливості серозного запалення, яке може проявлятися внутрішньоклітинним набряком (гідропічною дистрофією), при якому в цитоплазмі клітин шипуватого шару накопичуються вакуолі, що спричиняють деформацію та дегенерацію ядра; міжклітинним набряком (*status spongiosus*), коли через наявність ексудату розширюються міжклітинні простори, що може призводити до утворення міхурців; а також балонуючою дегенерацією, що проявляється вираженими некробіотичними змінами, руйнуванням міжклітинних зв'язків і появою округлих клітин у міжклітинному просторі. У практиці дерматозів часто спостерігається поєднання внутрішньо- та міжклітинного набряку [4].

Серед інших змін епідермісу описуються акантоз — гіперплазія клітин шипуватого шару; акантоліз — руйнування міжклітинних містків, типове для пухирчатки; гіалінова дистрофія — утворення гомогенної щільної речовини в цитоплазмі; гіперкератоз — потовщення рогового шару; гранульоз — потовщення зернистого шару; паракератоз — збереження ядер у клітинах

рогового шару за відсутності зернистого; атрофія епідермісу — зменшення товщини й кількості клітинних шарів, іноді з повною втратою гребінцевої структури. У дермі при патології змінюються волокнисті елементи: з'являється колаген — патологічно змінений колаген, що дає базофільну реакцію; елацин — еластичні волокна, які починають сприймати основні барвники, зокрема при старінні; а також спостерігаються порушення аргентофільних волокон, які включають їх розпад, колагенізацію і регенерацію. Нервові волокна також зазнають змін: порушується їх забарвлення, з'являються здуття, фрагментація, вакуолізація і деструкція як волокон, так і їх оболонки і закінчень [4].

1.2.2. Псоріаз

Псоріаз - це аутоімунне захворювання, яке викликає запалення шкіри. Симптоми псоріазу включають товсті ділянки знебарвленої шкіри, вкриті лусочками. Ці товсті лускаті ділянки називаються бляшками [5].

Псоріаз виникає через надмірну реакцію імунної системи, яка викликає запалення у шкірі. Зазвичай, імунна система повинна знищувати чужорідних загарбників, таких як бактерії, щоб зберегти ваше здоров'я і не дати вам захворіти. Натомість, імунна система може прийняти здорові клітини за чужорідні. В результаті імунна система створює запалення або набряк, які ви бачите на поверхні шкіри у вигляді шкірних бляшок. Щоб нові клітини шкіри вирости і замінили старі зачасу потрібно до 30 днів. Надмірна реакція імунної системи призводить до того, що терміни розвитку нових клітин шкіри скорочуються до трьох-чотирьох днів. Швидкість, з якою нові клітини замінюють старі, призводить до появи лусочок і частого лущення шкіри поверх шкірних бляшок [5].

Псоріаз проявляється різноманітними симптомами, які можуть суттєво відрізнятися у різних людей. Загальні симптоми включають плямистий висип, який може варіюватися від невеликих плям, що нагадують лупу, до великих, поширених висипань. Зовнішній вигляд висипу залежить від відтінку

шкіри - на коричневій або чорній шкірі він часто буває фіолетовим із сірими лусочками, а на білій - рожевим або червоним зі сріблястими лусочками. Додаткові симптоми включають невеликі лускаті плями, особливо у дітей, суху і потріскану шкіру, яка може кровоточити, а також відчуття свербіжу, печіння або болю. Псоріаз зазвичай розвивається циклічно, з висипаннями, які спалахують протягом декількох тижнів або місяців, а потім зникають [6].

У людей з генетичною схильністю псоріаз може протікати безсимптомно, доки його не активують певні фактори навколишнього середовища або внутрішні тригери. Ці фактори провокують загострення, під час яких з'являються або погіршуються характерні симптоми захворювання. Одним з найпоширеніших тригерів є інфекція, зокрема стрептококова інфекція горла або шкірні інфекції, які можуть стимулювати імунну відповідь і призводити до розвитку уражень. Шкірні ушкодження, такі як порізи, подряпини, хірургічні рани, укуси комах або сильні сонячні опіки, також можуть спровокувати загострення - явище, відоме як реакція Кебнера. Погодні умови також відіграють важливу роль: холодний, сухий клімат або різкі перепади температури тіла часто призводять до загострень. Емоційний стрес є ще одним важливим тригером, оскільки він може порушити імунну функцію і підвищити ймовірність спалаху. Фактори способу життя, такі як куріння та пасивне куріння, а також зловживання алкоголем, пов'язані зі збільшенням тяжкості та частоти загострень. Певні ліки також можуть спровокувати або загострити псоріаз. До них відносяться літій, який зазвичай використовується при біполярному розладі; бета-блокатори та інші ліки від високого кров'яного тиску; протималарійні препарати; і, особливо, швидка відміна пероральних або ін'єкційних кортикостероїдів, що може призвести до тяжких симптомів відновлення. Оскільки тригери варіюються від людини до людини, виявлення та уникнення індивідуальних факторів має важливе значення для ефективного

довготривалого лікування псоріазу. Псоріаз проявляється різноманітними симптомами, які можуть суттєво відрізнятися у різних людей. Загальні симптоми включають плямистий висип, який може варіюватися від невеликих плям, що нагадують лупу, до великих, поширених висипань. Зовнішній вигляд висипу залежить від відтінку шкіри - на коричневій або чорній шкірі він часто буває фіолетовим із сірими лусочками, а на білій - рожевим або червоним зі сріблястими лусочками. Додаткові симптоми включають невеликі лускаті плями, особливо у дітей, суху і потріскану шкіру, яка може кровоточити, а також відчуття свербіжу, печіння або болю. Псоріаз зазвичай розвивається циклічно, з висипаннями, які спалахують протягом декількох тижнів або місяців, а потім зникають [5,6].

Лікування псоріазу зосереджене на полегшенні симптомів і контролі загострень, причому варіанти лікування залежать від тяжкості, типу і ступеня захворювання, а також від віку і загального стану здоров'я пацієнта. У легких випадках, особливо коли висип вражає лише невеликі ділянки шкіри, лікування зазвичай починається з місцевої терапії. Це стероїдні креми, мазі з вітаміном D3 або вітаміном А (ретиноїди), лікувальні шампуні або лосьйони, зволожуючі креми для боротьби з сухістю, а також препарати, такі як антралін, які уповільнюють швидке вироблення клітин шкіри. Ці місцеві засоби можуть бути ефективними при локальних ураженнях і часто є першим кроком у плані лікування. Якщо стан більш поширений або присутній біль у суглобах - можлива ознака псоріатичного артриту - зазвичай потрібне сильніше втручання. У таких випадках лікування може перейти до фототерапії, коли шкіра піддається впливу певних видів ультрафіолетового світла під наглядом лікаря, або до системної терапії, яка включає пероральні або ін'єкційні препарати, що діють на весь організм, регулюючи імунну функцію та зменшуючи запалення. Оскільки псоріаз є хронічним захворюванням,

симптоми якого можуть змінюватися з часом, план лікування часто потребує регулярної переоцінки. Зазвичай різні види лікування застосовуються в комбінації, щоб максимізувати ефективність і мінімізувати побічні ефекти [5,7].

1.2.3. Кропивниця

Кропивниця є алергічним захворюванням негайного типу, що виникає внаслідок підвищеної проникності судинної стінки та розвитку місцевого набряку. Її причинами можуть бути як зовнішні, так і внутрішні чинники. До зовнішніх належать фізичні впливи (температура, механічне подразнення), хімічні речовини, лікарські препарати, харчові продукти та ультрафіолетове випромінювання (у випадку сонячної форми). Внутрішні чинники включають хронічні захворювання шлунково-кишкового тракту, печінки, нирок, інфекційні вогнища (тонзиліт, аднексит), а також порушення функцій нервової системи. У патогенезі ключову роль відіграє вивільнення гістаміну та інших медіаторів, які викликають розширення капілярів, набряк сосочкового шару дерми та появу пухирів. Особливу форму становить холінергічна кропивниця, спричинена подразненням парасимпатичної нервової системи й вивільненням ацетилхоліну [8].

Клінічно захворювання проявляється раптовою появою пухирів рожевого кольору, різної форми й розмірів, що піднімаються над шкірою, іноді супроводжуються свербіжем, печінням, головним болем, підвищенням температури, нудотою чи артралгіями. Пухирі зникають безслідно через декілька хвилин або годин. Відомі форми кропивниці включають гостру, хронічну рецидивну, сонячну та набряк Квінке. Гостра кропивниця виникає через харчові продукти, медикаменти або ін'єкції. Набряк Квінке характеризується локальним щільним безболісним набряком губ, повік, гортані або статевих органів, що може призвести до асфіксії. Хронічна форма часто пов'язана з хронічною інфекцією або розладами травлення і перебігає з

періодами ремісій. Сонячна форма виникає у людей з патологією печінки та підвищеною чутливістю до ультрафіолету [8].

Лікування залежить від форми захворювання. При гострій кропивниці призначають антигістамінні засоби, проносні, гіпосенсибілізуючі препарати, глюконат кальцію, у тяжких випадках — адреналін і кортикостероїди. Зовнішньо застосовують розчини ментолу, саліцилової кислоти, календули. У хронічній формі важливо виявити причину, провести санацію інфекційних вогнищ, лікувати супутні хвороби ШКТ та нервової системи, призначати седативну терапію та спеціальну дієту. Ефективними є фізіотерапевтичні процедури — іоногальванізація з кальцієм, субаквальні ванни. У випадку сонячної кропивниці використовують фотодесенсибілізуючі препарати. Профілактика передбачає уникнення повторного контакту з алергенами, лікування супутніх захворювань та підтримання загального стану організму, оскільки гостра кропивниця і набряк Квінке можуть бути провісниками анафілактичного шоку [8].

1.2.4. Дерматити

Дерматити являють собою запальні ураження шкіри які виникають унаслідок безпосереднього контакту з фізичними або хімічними чинниками навколишнього середовища Сам термін дерматит застосовується як для позначення класичних контактних запалень шкіри так і для окремих клінічних форм які за природою не завжди є істинними дерматитами. Залежно від характеру впливу зовнішніх чинників дерматити поділяються на токсидермії які викликаються лікарськими речовинами або хімікатами та контактні які виникають при дії фізичних агентів особливу роль у розвитку таких станів відіграє сенсibiлізація організму що є типовим у випадку професійних дерматитів Ці патології часто зустрічаються у працівників хімічної текстильної фармацевтичної нафтопереробної та поліграфічної промисловості [9].

Патогенез дерматитів є багатofакторним і залежить від загального стану організму Його розвиток може бути зумовлений порушенням функцій нервової системи і ендокринних залоз хворобами шлунково кишкового тракту печінки гельмінтозами метаболічними порушеннями зокрема порушенням вуглеводного обміну гіперхолестеринемією та змінами активності ферментів Ураження шкіри частіше виникає на тлі попередньої інфекції як от грип або тонзиліт що послаблює захисні сили організму та змінює його реактивність Не менш важливим чинником є порушення цілісності рогового шару шкіри лужна реакція поверхні епідермісу висока температура і вологість повітря які підвищують проникність шкіри і полегшують дію подразників Спадкова схильність до алергічних реакцій також підвищує ймовірність розвитку дерматиту [9].

Дерматити класифікують за етіологією наприклад на викликані фізичними впливами такими як тертя тиск або ультрафіолетове опромінення та на хімічні які можуть бути спричинені речовинами промислового або рослинного походження Ураження шкіри нерідко виникає під час контакту з рослинами які містять облігатні або факультативні подразники серед яких кропива молочай борщівник інжир примула рододендрон герань У таких випадках можливий розвиток фотофітодерматитів при впливі сонячного світла Професійні дерматити можуть бути як простими так і алергічними і мають здебільшого хронічний перебіг Дія кислот лугів органічних розчинників синтетичних смол цементу барвників лікарських речовин косметичних засобів та інсектофунгіцидів здатна викликати різні форми контактного дерматиту В деяких випадках ураження шкіри є наслідком не прямого контакту а системної дії наприклад при пероральному або ін'єкційному введенні медикаментів що зумовлюють шкірні алергічні реакції як от уртикарні висипання або контактні дерматити у медичного персоналу та працівників фармацевтичної галузі [9].

Лікування контактного дерматиту передбачає першочергове усунення чинника, що викликав ураження шкіри. У легких випадках застосовують місцеву терапію у вигляді охолоджуючих примочок і протизапальних засобів. При наявності пухирців використовують антисептичні розчини, а для мокнучих поверхонь – вологі пов'язки. На етапі загоєння показані препарати, що стимулюють епітелізацію. У хронічному перебігу під час загострень призначають засоби для зменшення запалення, а в період ремісії – пом'якшувальні й кератолітичні засоби. При вираженому набряку або поширених ураженнях шкіри додають системну терапію, що включає антигістамінні препарати, засоби для зменшення судинної проникності, вітаміни, десенсибілізуючу та загальнозміцнювальну терапію [4].

1.3. Еталонне мило

Мило є одним з найдавніших та найпоширеніших засобів особистої гігієни, що відіграє ключову роль у збереженні чистоти шкіри та профілактиці численних дерматологічних захворювань. Регулярне використання мила сприяє ефективному видаленню з поверхні шкіри бруду, надлишків шкірного сала, мікроорганізмів та потенційних алергенів, що суттєво знижує ризик розвитку бактеріальних, грибкових і вірусних інфекцій. Правильна гігієна є фундаментом профілактики таких станів, як дерматити, фолікуліти, мікози та акне, особливо в умовах підвищеної вологості, забруднення середовища чи тісного контакту з іншими людьми.

Милом називають засіб косметичного призначення, основою якого є солі жирних кислот, отриманих із натуральних або синтетичних жирів. Воно призначене для очищення шкіри та її додатків, тобто волосся і нігтів. Виробництво мила охоплює декілька основних категорій: господарське мило, що застосовується для миття поверхонь і прання; косметичне або туалетне

мило, яке використовують для гігієнічного догляду за тілом; а також спеціалізовані види мила для промислового використання [10].

Туалетне мило виготовляється з нейтральних жирів або жирних кислот, найчастіше непрямим способом, шляхом часткового висолювання мильного клею з подальшим шліфуванням мильної маси. У процесі виробництва до складу додаються компоненти, які покращують його косметичні, санітарно-гігієнічні та експлуатаційні характеристики. У міжнародній практиці еталонним вважається твердий сорт мила, склад якого включає 80–85% очищеного яловичого жиру і 15–20% кокосової олії. Такий склад забезпечує оптимальне співвідношення жирних кислот: приблизно 20–22% стеаринової, 23–25% пальмітинової, 11–15% міристинової та лауринової, а також 35–37% олеїнової кислоти. Це сприяє утворенню щільної, стійкої піни кремоподібної консистенції, а також забезпечує милу твердість і швидке висихання без утворення тріщин [10].

У залежності від типу мила і якості сировини рецептура може змінюватися. До складу іноді додають саломас, тверді й рідкі рослинні олії, синтетичні жирні кислоти або жирозамінники, щоб скоригувати властивості або знизити собівартість продукту. У випадках економії яловичий жир замінюють іншими видами сировини, такими як саломас із морських ссавців, баранячий жир чи мінеральні олії, зберігаючи при цьому придатність мила до використання за призначенням [10].

1.4.1.Актуальність використання ліпідів молозива в біотехнологіях

Ліпіди коров'ячого молозива є унікальними за своїм хімічним складом і мають високий потенціал для використання в різних галузях, зокрема у створенні миючих засобів. У літературі зазначається, що молозиво має високу концентрацію ліпідів, які демонструють не лише живильні, але й поверхнево-

активні властивості. Це відкриває перспективи для їх застосування як природних миючих компонентів. Огляд актуальних досліджень підтверджує інтерес до екологічно чистих альтернатив традиційним хімічним інгредієнтам у побутових засобах очищення.

Актуальність ліпідів молозива у біотехнологічній сфері обумовлена їх різноманітними структурними характеристиками та біологічними властивостями, що робить їх підходящими для багатьох промислових застосувань. Нещодавно проведені ліпідомічні дослідження виявили більше 300 різних ліпідних молекул у коров'ячому молозиві, серед яких фосфоліпіди, сфінголіпіди та різні похідні жирних кислот, які мають функціональні якості, що цінуються у біотехнологічному прогресі [11]. Ці ліпіди доведено грають ключову роль у підтримці стабільності мембран, емульгуванні та молекулярній інкапсуляції - характеристиках, які важливі для таких галузей, як доставка лікарських засобів, нанотехнології та створення біосумісних матеріалів.

Одним з обіцяючих напрямків є використання фосфоліпідів, які добуваються з молозива, для створення ліпосом та наноемульсій, що застосовуються у фармацевтичних і косметичних системах доставки. Їх природне походження та сумісність з людськими тканинами роблять їх ідеальними для транспортування біологічно активних речовин. Додатково, поверхнево-активні характеристики ліпідів молозива дозволяють їм слугувати природними замінниками синтетичних агентів, які нині використовуються у виробництві біологічно розкладних миючих засобів і засобів для чищення. Ці властивості є надзвичайно важливими при розробці стійких і нетоксичних альтернатив поверхнево-активним речовинам, що базуються на нафтохімічних компонентах.[12]

1.4.2. Фізико-хімічний склад ліпідів молозива

У багатьох наукових працях докладно розглянуто склад ліпідів молозива,

який включає тригліцериди, фосфоліпіди, жирні кислоти та стероли. Особливий інтерес становлять фосфоліпіди, які мають високу поверхнево-активну здатність і можуть відігравати роль миючих агентів. Детальний аналіз складу молозива дозволяє визначити основні компоненти, які забезпечують миючий ефект. У літературі також описано вплив способу отримання ліпідів на їхній склад і функціональність.

Тригліцериди складають основну частину ліпідів у молозиві, займаючи близько 95-98% від загального обсягу жирів. Склад жирних кислот у тригліцеридях молозива є різноманітним, і відзначаються суттєві різниці між молозивом і зрілим молоком. Вміст жирів у молозиві варіюється від 2,16 до 3,65 грамів на 100 мл. Найпоширенішими є дві жирні кислоти: пальмітинова і олеїнова. Вони разом становили близько 60% від усіх жирних кислот. Насичені жирні кислоти складали 40,45% від загальної кількості, причому середньо ланцюгові становлять лише 10% від цього. Жирні кислоти коротші за 10 атомів вуглецю практично не виявляються. Лінолева і ліноленова кислоти становили від 8,50 до 13,33% та від 0,48 до 0,97% відповідно в загальному обсязі поліненасичених жирних кислот. Їхні більш довгі відповідники – арахідонова кислота і докозагексаєнова кислота – мали показники від 0,37 до 0,84% та від 0,35 до 1,32% відповідно[13,14].

Стероли, зокрема холестерин, становлять невелику частину ліпідів молозива і допомагають підтримувати структурну цілісність клітинних мембран. Їх кількість складає приблизно 0,3% від загальної кількості ліпідів[15].

П'ять головних видів фосфоліпідів також присутні у складі ліпідів молозива, але їх кількість значно менша ніж в молоці. Серед класів фосфоліпідів сфінгомієлін (СМ) спочатку є найбільш поширеним у коров'ячому молозиві. Його концентрація зменшується з розвитком лактації.

Фосфатидилхолін (ФХ) і фосфатидилетаноламін (ФЕ) також є основними компонентами [16]. Концентрація фосфоліпідів збільшується з третього по сьомий день лактації. Але навіть в такій малій концентрації вони виконують дуже важливі функцію стабілізації і запобіганню коалесценції глобул молочного жиру[15,17].

1.4.3 Біологічна активність ліпідів молозива

У складі молозива переважають насичені жирні кислоти, за ними йдуть мононенасичені та поліненасичені жирні кислоти. У молозиво багате на n-3 та n-6 поліненасичені жирні кислоти, а також пальмітинову та міристинову кислоти, які мають важливу метаболічну роль. Найпоширенішою мононенасиченою жирною кислотою у складі є олеїнова кислота, відома своєю протизапальною дією та сприятливим впливом на серцево-судинну систему. Крім того, до нього входять коротколанцюгові жирні кислоти, фосфоліпіди та гангліозиди, що мають додаткову біологічну активність. Наприклад, ліпідні компоненти мембрани молочних жирових глобул здатні пригнічувати інфекційність ротавірусу *in vitro*, а фосфо- та сфінголіпіди з МЖКГ позитивно впливають на колонізацію слизової кишечника, підвищуючи стійкість до інфекцій *E. coli* [18]. До основних біологічно активних ліпідів, специфічних для молозива, відносяться: фосфатидилетаноламіни, гліцерофосфоліпіди, сфінголіпіди, тригліцериди. Фосфатидилетаноламіни є ключовими мембранними компонентами, і тісно пов'язані з клітинною сигналізацією, апоптозом і розвитком нервової системи. Їх зачасту асоціюють із покращенням когнітивних функцій. Гліцерофосфоліпіди в свою чергу формують мембрани молочних жирових глобул, впливаючи на розмір, площу поверхні та засвоюваність. Сфінголіпіди виконують функції у клітинній диференціації, імунній відповіді та протизапальних реакціях. А, тригліцериди забезпечують енергетичну підтримку для новонароджених, зокрема для терморегуляції [19].

Окрему увагу слід приділити оксиліпінам — ліпідним сигналам, що активуються у відповідь на локальний стрес. До них належить арахідонова кислота, похідна n-6 поліненасичених жирних кислот, яка є ключовим медіатором запальних процесів та клітинної сигналізації. Пальмітинова кислота, хоч і є насиченою, має важливе біологічне значення — входить до складу клітинних мембран, слугує джерелом енергії, а також бере участь у посттрансляційних модифікаціях білків шляхом ацилювання [20].

Ліпіди мембрани молочних жирових глобул (MFGM), зокрема сфінгомієлін, фосфоліпіди та гангліозиди, мають широкий спектр біологічних ефектів. Механістично сфінгомієлін стимулює дозрівання олігодендроцитів та посилює аксональну мієлінізацію, що зумовлює довготривалі когнітивні переваги. Завдяки ролі сфінгомієліну у формуванні мієлінової оболонки у дітей з дуже низькою вагою при народженні фосфоліпіди з MFGM у поєднанні з нутрієнтами сприяють ранній мієлінізації та покращують нейророзвиток. В додаток до цього, сфінгомієлін знижує рівень холестерину, змінюючи експресію транспортерів, не порушуючи при цьому мікробіоту кишечника. Нові дослідження свідчать про можливий протираковий ефект ліпідів MFGM, зокрема в контексті колоректального раку, через регуляцію шляху Кеннеді, пов'язаного з синтезом мембран і клітинною сигналізацією в проліферуючих клітинах[21].

Крім того, фосфоліпіди сприяють покращенню нервово-м'язової координації, особливо у поєднанні з фізичною активністю низької інтенсивності. Клінічні дослідження показують вплив на експресію генів, пов'язаних із нейром'язовою передачею, таких як докінг-протеїн-7 та міогенін. Біохімічні ефекти пояснюються стабілізацією мембран еритроцитів та покращенням транспорту кисню. А зі сторони нейропротекції та старіння, фосфоліпіди та сфінголіпіди з MFGM позитивно впливають на пам'ять і

знижують нейрозапалення, як показало у тваринних моделях хвороби Альцгеймера. Їхня дія пов'язана з модуляцією шляху PPAR-гамма/NF-κB та відновленням складу синаптичних мембран. Також, MFGM-компоненти позитивно впливають на кишковий мікробіом: сприяють прикріпленню пробіотичних бактерій, знижують колонізацію патогенів, підвищують експресію білків щільних міжклітинних з'єднань, а гангліозиди, багаті на сіалову кислоту, регулюють цитокіновий баланс, зокрема інтерлейкін-10 [21].

1.4.4. Методи отримання ліпідів із молозива

Враховуючи високу біологічну цінність ліпідів молозива та їхню значущу роль у забезпеченні життєдіяльності новонароджених, особливу увагу слід приділяти способам їх виділення. Як було показано у попередніх підрозділах, ліпідна фракція молозива представлена широким спектром сполук. У науковій та прикладній практиці використовується низка методів, спрямованих на виділення ліпідів із біологічних субстратів, зокрема молока та молозива. У розділі буде надано аналіз методів виділення ліпідів із молозива, їхньої ефективності, переваг, недоліків та відповідності вимогам збереження біоактивності й придатності для подальшого біотехнологічного або фармацевтичного використання.

Методи екстракції ліпідів, розроблені Фолчем у 1957 році та Блігом і Дайером у 1959 році, стали загальновизнаними стандартами у ліпідоміці. Хоча спочатку ці підходи були орієнтовані на тваринні тканини, завдяки ефективності суміші хлороформу й метанолу вони широко застосовуються для отримання ліпідів із різноманітних рослинних і тваринних джерел, як тканин, так і рідин. Метод Фолча зазвичай вважається більш придатним для екстракції з твердих тканин, тоді як підхід Бліга і Дайєра краще підходить для роботи з біологічними рідинами. Ключова різниця між цими методами полягає в пропорціях хлороформу, метанолу та води, що використовуються під час

екстракції: у Фолча це співвідношення 2:1:0,75, тоді як у Бліга і Дайєра — 1:1:0,9. Також відрізняється об'єм розчинників щодо маси або об'єму зразка — у Фолча він у 20 разів перевищує об'єм зразка, а у Бліга і Дайєра лише в 4 рази. Крім того, у методі Фолча передбачається, що зразок містить 100% води, а в Бліга і Дайєра — 80%. Ще одна відмінність полягає у складі водної фракції: метод Фолча передбачає додавання солей, у той час як у Бліга і Дайєра водна фаза не містить солей[22,23]. Обидва методи ефективно витягують ліпіди із зразків, де їх вміст не перевищує 2%. У випадках, коли концентрація ліпідів вища за цей рівень, метод Фолча забезпечує значно вищий вихід, імовірно через використання більшої кількості розчинника. Це свідчить про важливу роль співвідношення між об'ємом зразка і об'ємом екстракційної суміші. Сучасні дослідження, що фокусуються на нецільовій ліпідоміці, рекомендують застосовувати обидва методи із співвідношенням об'ємів зразка до розчинника 1:20 для досягнення максимальної ефективності вилучення ліпідів[24].

Екстракція Сокслета широко відома своєю високою ефективністю у вилученні ліпідів, хоча дослідження повідомляють про суперечливі результати залежно від характеристик зразка і вибору розчинника. Хоча цей метод ефективний для багатьох застосувань, він стикається з обмеженнями при обробці зразків з високою вологістю через те, що покладається на пасивну дифузію, а не на активне руйнування клітин, що обмежує вивільнення ліпідів з гідратованих матриць. Бінарні системи розчинників підвищують вихід, причому хлороформ/етанол (співвідношення 1:1) перевершує такі альтернативи, як ацетон. Однак тривале нагрівання, пов'язане з екстракцією за Сокслетом, створює ризики окислення ліпідів і деградації термолабільних сполук, таких як антиоксиданти. Порівняльні дослідження показують, що метод Фольча часто перевершує метод Сокслета у збереженні біологічно активних властивостей - наприклад, ліпідні екстракти з насіння спецій

демонструють на 23% вищу антиоксидантну активність завдяки кращому збереженню фенольних сполук. У сочевиці метод Фольча дозволив отримати 2,47% загальних ліпідів порівняно з 1,89% за методом Сокслета, тоді як екстракція за допомогою ультразвуку з використанням н-гексану/ізопропанолу (3:2) при 55°C збільшила вихід ріпакової олії на 29% порівняно з традиційним методом Сокслета[24].

Надкритична CO₂-екстракція ліпідів (SCE) передбачає відокремлення ліпідів від біологічної матриці з використанням надкритичного CO₂ (зеленого розчинника) як екстрагента. Оскільки властивості CO₂ можна змінювати, змінюючи тиск і температуру, SCE забезпечує селективну екстракцію метаболітів, включаючи ліпіди. Більше того, вихід екстракції можна збільшити, додаючи ко-розчинник у вигляді етанолу [24].

Твердофазна екстракція є ще одним з методів виділення та очищення ліпідів, а також використовується для збагачення другорядних класів ліпідів. В цьому методі використовуються невеликі колонки, в яких знаходиться обернені, нормальні або іонообмінні сорбенти. Ці колони селективно захоплюють бажані фракції ліпідів за допомогою полярних, гідрофобних або іонних взаємодій, а не бажані речовини проходять крізь них[24].

Сучасні дослідження наразі практикують модифікації методів Фолча та Бліга і Дайера, з використанням більш екологічно чистих та безпечних для здоров'я людини розчинників. До таких розчинників відносять надкритичний CO₂, терпени рослинного походження, етанол, етилацетат, ізопропанол, н-пропанол та інші. Використання таких розчинників мають менші рівні генотоксичності та довгострокової канцерогенності, що значно знижує рівень ризику для організму людини. Головною проблемою «зелених» розчинників є те що за вартістю екологічні розчинники є неконкурентоспроможними порівняно з розчинниками на основі вичопних вуглеводнів. Однак у

майбутньому збільшення виробництва екологічно чистих розчинників може знизити їхню вартість [24].

1.4.5. Миючі властивості ліпідів молозива

У літературі відзначають поверхнево-активні властивості ліпідів, зокрема їх здатність до емульгування та очищення жирних забруднень. Деякі дослідження демонструють ефективність ліпідів молозива у видаленні забруднень органічного походження, порівняно з традиційними синтетичними компонентами миючих засобів. Окрім цього, натуральні ліпіди менш агресивні до шкіри та екологічно безпечніші, що робить їх привабливою альтернативою традиційним хімічним інгредієнтам.

Молозиво великої рогатої худоби багате на полярні ліпіди, включаючи фосфатидилхолін, фосфатидилетаноламін і сфінгомієлін, які є невід'ємними компонентами мембрани молочної жирової глобули. Саме вона та її компоненти проявляють поверхнево-активні властивості в молозиві. Емульгуюча здатність мембрани глобули молочного жиру (ММЖ) сильно залежить від складу її поверхні. Стабільність емульсії типу «олія у воді» залежить від присутності в системі поверхнево-активних речовин, причому як білків, так і полярних ліпідів, що сприяють емульгуванню. Ці молекули містять гідрофільні та гідрофобні ділянки, які взаємодіють з водною та масляною фазами відповідно, допомагаючи знизити міжфазний натяг. Вони також можуть надавати негативний поверхневий заряд краплям ліпідів, що допомагає запобігти їхній агрегації, сприяючи електростатичному відштовхуванню. Крім того, утворення міцелярних структур може зміцнити поверхню розділу фаз і підвищити стабільність крапель жиру. Фосфоліпіди також можуть взаємодіяти з білками через гідрофобні та електростатичні сили, створюючи синергетичний ефект, який ще більше покращує емульгуючу здатність і стабільність емульсії [25].

1.4.6. Екологічна безпечність використання ліпідів молозива

Однією з ключових переваг ліпідів молозива є їхня природна біорозкладність, що значно зменшує екологічне навантаження на довкілля. У літературі акцентується увага на тому, що використання компонентів молозива у м'яких засобах може сприяти зменшенню кількості токсичних відходів, які потрапляють у ґрунт і воду. Крім того, дослідження підтверджують, що ліпіди молозива є безпечними для здоров'я людини, що забезпечує їх перевагу у виробництві засобів, призначених для щоденного використання.

Ліпіди молозива великої рогатої худоби стали перспективними кандидатами для використання в екологічно безпечних продуктах завдяки своєму природному походженню, функціональній універсальності та сприятливому профілю безпеки. Ці ліпіди, зокрема фосфоліпіди та гліколіпіди, мають амфіфільну структуру, що дозволяє їм діяти як природні емульгатори та поверхнево-активні речовини. На відміну від синтетичних сполук на нафтовій основі, ліпіди, отримані з молозива, біологічно розкладаються і розпадаються на нетоксичні компоненти, що мінімізує їхній вплив на навколишнє середовище. Хоча прямі дослідження, що вивчають вплив ліпідів молозива на навколишнє середовище, обмежені, суміжні дослідження підтверджують їхній екологічний потенціал. Наприклад, нещодавні розробки наноматеріалів молочного походження, таких як нанофібрили сироваткового білка, демонструють ширше застосування молочних компонентів у стійких формулах [26].

На додаток до своїх екологічних переваг, ліпіди молозива, як правило, визнані безпечними для людини. Токсикологічні оцінки показали, що ультрафільтроване коров'яче молозиво не виявляє мутагенних або генотоксичних ефектів, а дослідження на тваринах підтверджують високий поріг безпеки навіть при підвищених дозах. Ці висновки узгоджуються з

давнім використанням молозива як харчової добавки, багатого на імуноглобуліни, фактори росту та антимікробні пептиди, які сприяють зміцненню здоров'я. Крім того, ліпіди молозива добре переносяться і є перспективними для використання в косметичних, дерматологічних та гігієнічних засобах, де важливими є як сумісність зі шкірою, так і екологічні міркування[27].

Збереження біоактивності та безпечності ліпідів молозива значною мірою залежить від ефективної обробки та контролю якості. З молозивом необхідно поводитися в гігієнічних умовах, щоб запобігти мікробному забрудненню, і хоча для забезпечення безпеки зазвичай використовується пастеризація, досліджуються альтернативні методи низькотемпературної обробки для збереження цілісності термочутливих біологічно активних компонентів[28]. Нормативна база, така як Регламент ЄС (ЄС) 853/2004, також регулює безпечне збирання та переробку молозива для споживання людиною, встановлюючи суворі мікробіологічні стандарти[29].

1.4.7. Перспективи використання ліпідів молозива у миючих засобах

Сучасні дослідження підтверджують високу перспективність використання ліпідів молозива у виробництві миючих засобів завдяки їхнім унікальним властивостям та екологічній безпечності. У статтях зазначається, що вдосконалення методів виділення та модифікації ліпідів може забезпечити їхню конкурентоспроможність на ринку. Дослідники також розглядають можливість створення інноваційних багатофункціональних продуктів, які одночасно забезпечуватимуть очищення, антисептичний ефект і мінімальний вплив на довкілля.

Ліпіди молозива, зокрема фосфоліпіди, такі як фосфатидилхоліни (ФХ) та сфінгомієліни (СМ), демонструють виняткову здатність до біологічного

розпаду, мінералізуючись на понад 90% протягом 28 днів у водному середовищі - різкий контраст зі швидкістю розпаду <50% звичайних ПАР, таких як лаурилсульфат натрію. Такий швидкий розпад зводить до мінімуму ризику біоаккумуляції та водної токсичності, про що свідчать аналізи екоотоксичності, які не виявили негативного впливу на *Daphnia magna* у концентраціях до 1 мг/мл. Крім того, їхня вроджена здатність хелатувати іони важких металів (наприклад, Pb^{2+} , Cd^{2+}) у стічних водах зменшує забруднення ґрунту та води, що узгоджується з принципами циркулярної економіки[30,31,32].

Інновації в екстракції ліпідів значно підвищили комерційну життєздатність. Передові методи, такі як надвисокоєфективна рідинна хроматографія-мас-спектрометрія (ВЕРХ-МС), дозволила ідентифікувати 93 функціонально важливі види ліпідів у молозиві яків, включаючи триацилгліцерини (ТГ) і сфінгомієліни, які оптимально виділяються за допомогою систем розчинників етанол/етилацетат (1:2). Методи холодної обробки, такі як вакуумне сушіння при $\leq 7^{\circ}C$, зберігають структурну цілісність мембран глобул молочного жиру (MFGM), зберігаючи 85% активних фосфоліпідів, порівняно зі звичайним розпилювальним сушінням. Гібридні підходи, включаючи екстракцію за допомогою ультразвуку (450 Вт, 20 хвилин), покращують відновлення триацилгліцерину на 29%, одночасно зменшуючи споживання розчинника на 40%, вирішуючи проблеми масштабованості в промислових умовах[33,34,35].

Функціонально, ліпіди молозива дозволяють розробляти багатофункціональні миючі засоби. Фосфатидилхоліни знижують поверхневий натяг до 25-30 мН/м, конкуруючи з синтетичними поверхнево-активними речовинами у видаленні жиру, в той час як сфінгомієліни проявляють антимікробну активність широкого спектру, досягаючи

мінімальної інгібуючої концентрації (МІК) 0,5 мг/мл проти *Escherichia coli*. Синергічна дія ліпідів та збережених біологічно активних білків, таких як лактоферин, посилює антимікробну ефективність, знищуючи 99,9% золотистого стафілококу протягом 10 хвилин. Крім того, катіонні наноемульсії на основі гліцерофосфоліпідів пом'якшують тканину, нейтралізуючи статичне зчеплення, що зменшує потребу в окремих кондиціонерах[36,37].

Аналіз ринку показує, що до 2030 року мийні засоби на основі молозива можуть зайняти 15-20% ринку екологічних поверхнево-активних речовин вартістю 42 мільярди доларів США завдяки споживчому попиту (68% покупців у ЄС віддають перевагу інгредієнтам, що біологічно розкладаються) та регуляторним стимулам, таким як програми EU Ecolabel та USDA BioPreferred®. Однак масштабованість залишається перешкодою, оскільки поточні світові виробничі потужності (~50 тонн/рік) задовольняють менше 1% промислового попиту. Окислення ненасичених жирних кислот під час зберігання також потребує стратегій стабілізації, таких як наноінкапсуляція токоферолу, щоб зберегти термін придатності продукту[38,39].

РОЗІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

2.1. Матеріали

Об'єктом дослідження було обрано ліпіди коров'ячого молозива.

Коров'яче молозиво містить близько 7% жиру, головним чином у формі молочних жирових кульок. Ліпідна фракція цього продукту є багатокomпонентною та включає речовини, що можуть позитивно впливати на здоров'я, зокрема поліненасичені жирні кислоти, кон'юговану лінолеву кислоту, коротколанцюгові жирні кислоти, гангліозиди та фосфоліпіди. За жирнокислотним складом молозиво приблизно на 65–75% складається з насичених жирних кислот, 24–28% — з мононенасичених, і лише 4–5% — з поліненасичених. Найбільшу частку серед жирних кислот займають пальмітинова, близько 40%, та олеїнова, приблизно 21% [16].

Коротколанцюгові жирні кислоти, фосфоліпіди, сфінголіпіди та гангліозиди — біологічно активні компоненти, які беруть участь у регуляції імунної відповіді, протизапальних реакціях, формуванні клітинних мембран і когнітивному розвитку. Зокрема, сфінгомієлін стимулює мієлінізацію нервової системи та сприяє зниженню рівня холестерину, а гангліозиди регулюють цитокіновий баланс і підтримують здоров'я кишкового мікробіома. Ліпіди мембрани молочних жирових глобул, зокрема фосфатидилетаноламіни, гліцерофосфоліпіди та тригліцериди, виконують енергетичну, структурну та сигнальну функції. Нові дослідження також вказують на потенціал MFGM-компонентів у нейропротекції, покращенні пам'яті та запобіганні колоректальному раку[28,29,30,31].

Молозиво великої рогатої худоби багате на полярні ліпіди — фосфатидилхолін, фосфатидилетаноламін і сфінгомієлін — компоненти мембрани молочної жирової глобули (ММЖ), яка забезпечує емульгуючі властивості. Емульсійна стабільність залежить від взаємодії білків і ліпідів, що

знижують міжфазний натяг і перешкоджають агрегації жирових крапель завдяки електростатичному відштовхуванню та міцелярним структурам. Синергія між фосфоліпідами та білками додатково підсилює емульгуючу здатність системи [35].

У ході роботи були використані таке обладнання та матеріали:

- Натрій гідроксид;
- Дистильована вода;
- Натрій хлорид;
- Центрифуга;
- Водяна баня;
- Лабораторний посуд;
- Ваги;
- рН-метр;
- Термометр;

2.2. Методи

2.2.1. Метод отримання ліпідів молозива

Молозиво є густою, маслянистою рідиною, що містить різноманітні типи клітин, велику концентрацію жирів, значну кількість білків, незначний вміст вуглеводів і залишкову кількість рибонуклеїнової кислоти. Такий склад зумовлює його унікальні фізико-хімічні характеристики. Зразки для дослідження були зібрані після першого надою від корів однакової вікової групи, однієї породи, що утримувалися в одному господарстві впродовж одного сезону. Отримане молозиво заморожували при температурі -15°C , і зберігали не довше ніж 30 діб [40].

На наступному, інтегративному етапі, заморожені зразки поступово розморозували при кімнатній температурі. Після повного відтавання усі зразки об'єднували в єдину пробу, яку потім центрифугували з прискоренням 3000 g

упродовж 15 хвилин. Далі пробу охолоджували до температури 6 °С. Під час центрифугування жирові компоненти спливали на поверхню водної фази, утворюючи компактний шар, який легко відокремлювався. Клітинні елементи, наявні в молозиві, осідали на дно. Для кращого вилучення жиру процес центрифугування повторювали за ідентичних умов [40].

Кількісний вихід жиру обчислювали за сирою масою, перерахованою на літр вихідного молозива. Вміст ліпідів визначали за допомогою аналітичного зважування. Знежирену водну фазу та ліпідний переносили в стерильні контейнери для подальшого використання, а клітинний осад видаляли. Отримані біологічні речовини в контейнерах поміщалися в холодильну камеру та зберігалися з температури -15 °С [40].

2.2.2. Метод отримання мила з ліпідів молозива

В основі традиційних методів виготовлення мила, полягає хімічна реакція омилення жирів. А тобто реакція між жирними кислотами в складі ліпідної фракції молозива з лугами натрій та калій гідроксид (NaOH та KOH, відповідно). У результаті цієї реакції утворюються солі жирних кислот (мила) та гліцерин. Особливістю використання ліпідів молозива є їх багатий склад — наявність фосфоліпідів, тригліцеридів та інших полярних компонентів, які можуть впливати на структуру, консистенцію та миючі властивості готового продукту. З огляду на складність сировини, методи виготовлення мила можуть варіювати — від класичного холодного способу до більш складних технологій з використанням очищення, фільтрації та висалювання.

Виготовлення мила починають з аналітичної частини, тобто з точного розрахунку кількості лугу, необхідного для повного омилення наявної кількості жиру. Цей етап є критично важливим, оскільки надлишок лугу може зробити мило агресивним для шкіри, тоді як його нестача призведе до неповного омилення і нестабільності кінцевого продукту. Основою для таких розрахунків

є фізико-хімічний показник — число омилення, яке виражає кількість міліграмів гідроксиду натрію або калію, необхідну для омилення 1 грама жиру. Для тваринних жирів це число лежить в діапазоні від 170 — 260 мг/г. Зазвичай воно визначається шляхом зворотнього титрування. До наважки речовини (близько 0,5—1 г) додають відому надлишкову кількість розчину КОН та проводять омилення на водяній бані. Після завершення омилення, не охолоджуючи розчину, залишкову кількість гідроксиду калію відтитровують стандартним розчином кислоти у присутності індикатора фенолфталеїну до зникнення рожевого забарвлення. Паралельно проводять визначення для холостої проби — з аналогічною кількістю КОН та без наважки речовини [41]. І потім вираховується за формулою :

$$\text{ЧО} = \frac{M(\text{KOH}) \times C_m \times (V_0 - V)}{m}$$

Де, $M(\text{KOH})$ — молярна маса калій гідроксиду, г/моль;

C_m — молярна концентрація розчину кислоти, моль/л;

V_0 — об'єм розчину кислоти, що пішов на титрування холостої проби, мл;

V — об'єм розчину кислоти, що пішов на титрування досліджуваної проби, мл;

m — маса наважки досліджуваної речовини, г.

Але, так як молозиво має нестабільне відсоткове співвідношення вмісту жирних кислот у складі, і може бути різне у кожній особини. Тому було проведено експеримент з використанням трьох різних чисел омилення, а саме : 170, 200 та 260.

Для початку, три заморожені ліпідна фракція молозива була взята з морозильної камери та розморозувалася при кімнатній температурі.



Рис. 2.1. Фракція ліпідів молозива №1



Рис. 2.2. Фракція ліпідів молозива №2

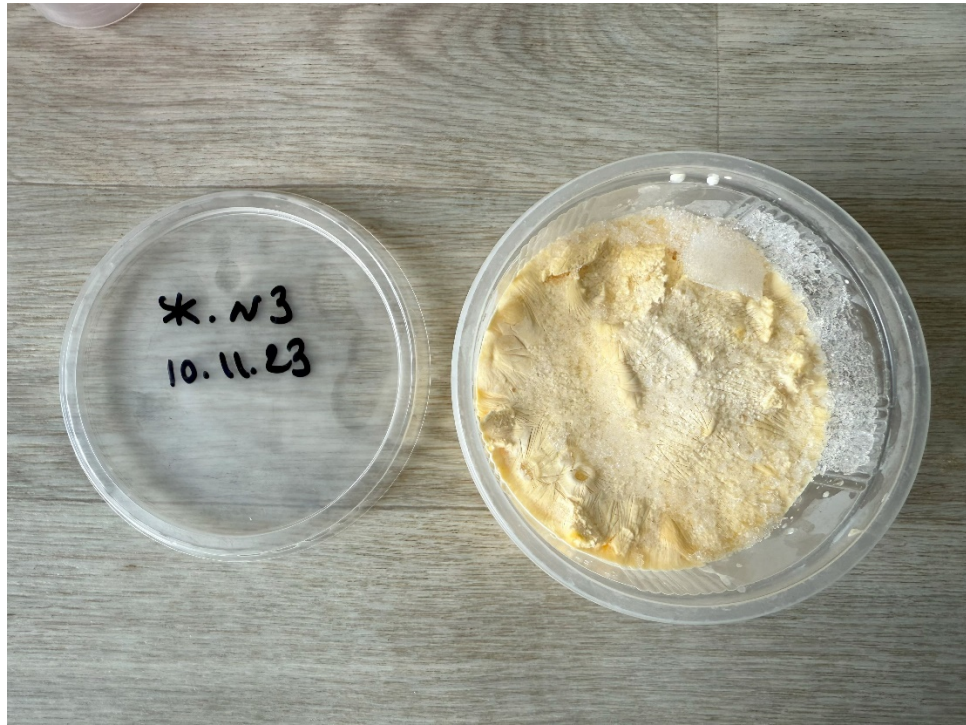


Рис. 2.3. Фракція ліпідів молозива №3

Після розморожування наважки по 70 грам були розподілені в три контейнери та пронумеровані. Також, відповідно до числа омилення та кількості жиру було приготовлено три розчини лугу.



Рис. 2.4. Розчини лугу з відповідними числами омилення 170, 200, 260.

Так як, жири молозива знаходяться в твердому агрегатному стані для перебігу хімічної реакції вони в ємностях були поміщені до водяної бані і були розтоплені до гомогенності. Розчини лугу та розтоплені жири були доведені до рівномірної температури , а саме 40-45 °С [41].

Далі, луг поступово додається до ємності з розтопленим жиром і після його додавання суміш ретельно перемішується до легкого загустівання. Для запобігання затвердінню жирів через зниження температури, після перемішування, вони були залишені у водній бані при температурі 40 °С до появи розшарування розчину, що зайняло 30-40 хвилин.



Рис. 2.5. Розшарований розчин Жиру №1 і лугу.



Рис. 2.6. Розшарований розчин Жиру №2 і лугу.



Рис. 2.7. Розшарований розчин Жиру №3 і лугу.

Для перевірки ролі висолювання мила, отримані розчини жиру і лугу були ретельно перемішані, доведені до гомогенного стану, та розлиті по ще одній ємності приблизно порівну і промарковано номером розчину та індексом «с». Для цього процесу, заздалегідь, було приготовано насичений розчин натрій хлориду, та для промаркованих варіантів було додано по 5 мл розчину NaCl, після чого вони були ретельно перемішані. Усі отримані розчини були поміщені до водяної бані при сталій температурі 40 °C ще на 1 годину. По перебігу години розчини були вивантажені з водяної бані і залишені на 24 години темному місці при кімнатній температурі для застигання, перед цим було порівняно отримані розчини.

Через добу, отверділі солі карбонових кислот на поверхні було розділено від побічних продуктів реакції та перенесено в окремі контейнери для подальшого визрівання. Побічні продукти не було утилізовано, бо вони можуть бути повторно використанні при повторній реакції, а також серед залишків присутній гліцерол, який в подальшому може бути очищений та використаний як додаток до косметичних засобів.



Рис. 2.8. Мило відокремлене від залишків продуктів реакції.

Процес визрівання мила, виготовленого холодним способом, є завершальним і надзвичайно важливим етапом, який починається одразу після заливання мильної маси у форми. Через 24–48 годин, коли мило вже достатньо затверділо, його виймають з форм. На цьому етапі воно ще м'яке, має підвищену вологість і може містити залишкову кількість лугу, тому непридатне до використання. Якщо мило було виготовлено у великій формі, його нарізають на окремі бруски чи шматки бажаного розміру. Після цього мило викладають на решітки або чисті поверхні у добре провітрюваному приміщенні, захищеному від прямих сонячних променів та зайвої вологи. Важливо, щоб між шматками залишався простір для вільної циркуляції повітря, адже саме завдяки доступу повітря мило поступово втрачає надлишкову вологу та завершує хімічну реакцію омилення. Впродовж наступних чотирьох-шести тижнів мило визріває: у ньому остаточно нейтралізується залишковий гідроксид натрію або калію, і завершується формування його структури. За цей час воно твердне, набуває більш однорідної текстури, стає стійким до розмокання та приємним на дотик. Зникає надмірна лужність, завдяки чому мило стає безпечним і м'яким до шкіри [42].

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Результати виділення ліпідів молозива

У межах експериментальної частини роботи було проведено виділення ліпідної фракції з коров'ячого молозива з метою подальшого використання її в процесі омилення для отримання миючих засобів. Для оцінки відтворюваності методу та стандартизації умов екстракції, додатково було підготовлено зразок шляхом змішування молозива від обох тварин у рівних частках. Такий підхід дозволив не лише порівняти вихід ліпідів із кожного окремого зразка, але й визначити оптимальні умови для стабільного та ефективного виділення ліпідної фракції.

Три варіанти молозива були розлиті по центрифужним пробіркам та відцентрифуговані за 3000g протягом 15 хвилин, а потім зразки охолоджувалися до 6 °C . Застосований режим центрифугування сприяв підняттю ліпідних сполук на поверхню, де вони формували концентрований жировий шар, який відокремлювався без значних труднощів. У той же час клітинні компоненти, що входили до складу молозива, осідали на дно пробірки, формуючи виражений осад. Отриманий шар ліпідів зважувався та визначався вихід ліпідів.

Таблиця 3.1

Вихід ліпідів з розрахунку маса ліпідів/200 мл молозива

Номер зразку	Отримано ліпідів, г
1	10,3
2	9,7
3	10,3

3.2. Результати омилення жирів

Для оцінки придатності ліпідів коров'ячого молозива як сировини для виробництва мила було проведено реакцію омилення трьох зразків жиру, виділених із різних порцій молозива. Враховуючи, що точне число омилення для цієї сировини не було відоме, основною метою цього етапу роботи було експериментальне визначення числа омилення кожного зразка та перевірка повноти реакції.

Усі шість наважок жиру становили по 35,0 г. Для кожної з них було використано різну кількість гідроксиду натрію відповідно до вибраного числа омилення. Омилення відбувалося комбінованим способом, для запобігання затвердінню жиру через незначне нагрівання. Також було проведено висолювання розчинів жиру та лугу, для перевірки придатності цього додатку до методу. Маса виходу продукту була заміряна після застигання мила при кімнатній температурі протягом 24 годин. В результаті дослідження було отримано масові показники, які були занесені до таблиці (Табл.3.2.).

Таблиця 3.2.

Вихід продукту в залежності від вибору методу

№ зразка	Маса жиру, г	Маса NaOH, г	Вихід продукту, г	Висолювання
1	35	4,24	31,81	Ні
1с	35	4,24	49,71	Так
2	35	4,99	33,59	Ні
2с	35	4,99	29,88	Так
3	35	6,49	29,64	Ні
3с	35	6,49	68,22	Так



Рис. 3.1. Зразки отриманні після застигання.

Отже, найбільший вихід продукту реакції відносно кількості використаних ліпідів показав варіант №3с, а тобто метод з використанням найбільшого числа омилення 260 мг/г і додатковим висолюванням розчину. Після застигання мило виявилось дуже твердим, майже білого кольору та мало мильний запах.

Схожим до варіанту №3с за зовнішніми показниками та виходом продукту був варіант №1с, в цьому методі було використано число омилення 170 мг/г і додатковим висолюванням розчину. Отриманий миючий компонент був світло-жовтого кольору, тверду консистенцію наближену до твердого магазинного мила та мильний запах.

Варіанти №1 та №3 мають схожий вихід продукції незважаючи на мінімальне та максимальне число омилення використане в реакції і в них наявні схожі зовнішні показники. Але, в 3 варіанті недоомилених ліпідів менше.

Найгірші результати було отримано при числі омилення 200 мг/г в обох випадках №2 і №2с. Вихід продукції був схожим до варіантів №1 та №3, але отриманий продукт був дуже м'яким, був наявний шар недоомилених жирів на поверхні мила та мило мало неприємний запах. Ймовірною причиною може бути переважання ненасичених кислот або фосфоліпідних компонентів, що

спричинило погіршення умов омилення та сприяло утворенню емульгованих систем. Також однією з причин могла бути нестабільність систем в цьому діапазоні ЧО, що ускладнило реакцію сапонифікації [43,44,45].

В додаток до усього вище переліченого, в кожному переліченому варіанті був присутній запах аміаку. Це може свідчити про наявність в жировій фазі залишків білкових домішок у вигляді мікроскопічних включень або зв'язаних фракцій. У процесі омилення, ці білки піддалися гідролізу що призвело до розщеплення амідних зв'язків у пептидному ланцюгу, в результаті чого утворився аміак. В підтвердження цього, в структурі мила були наявні бульбашки, що свідчить про виділення газу [46,47].

Також, нижче наведено діаграму виходу мила на основі ліпідів молозива відносно маси використаних ліпідів та загальної маси розчину.

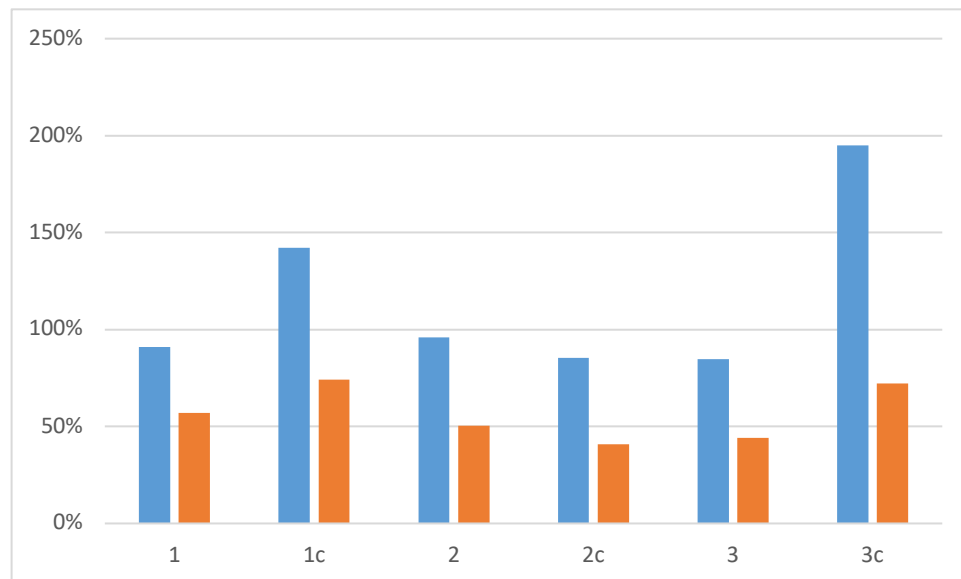


Рис 3.2. Співвідношення маси отриманого продукту до маси ліпідів у розчині та загальної маси розчину.

3.3. Результати аналізу отриманого продукту

Після виготовлення твердого мила на основі ліпідів коров'ячого молозива було проведено оцінку його фізико-хімічних характеристик, які

мають важливе значення для побутового застосування та дерматологічної безпечності. Основними з них були: кислотно-лужна реакція середовища, піноутворювальна здатність та стійкість піни.

Для визначення рівню рН було приготовано для кожного мила розчин з співвідношенням 1г на 50 мл дистильованої води, а також приготований розчин з господарським милом з таким самим співвідношенням. Рівень кислотно-лужної реакції середовища визначався за допомогою лабораторного рН-метра. Отримані результати були згруповані в таблицю.

Таблиця 3.3

Аналіз отриманих продуктів на рівень рН

№ зразку	рН
1	7
1с	7,9
2	9,8
2с	9,8
3	9,5
3с	9,5
Господарське мило	9,9

Для оцінки піноутворення, цей же мильний розчин було розлито по 5мл в пробірки та розбовтувалося протягом хвилини. Розчини 1 та 1с не утворили піни взагалі. Це може свідчити про недоомилення жиру, в додаток до цього під час розведення мила в дистильованій воді були присутні краплі жиру на поверхні. Саме це могло спричинити відсутність піни.

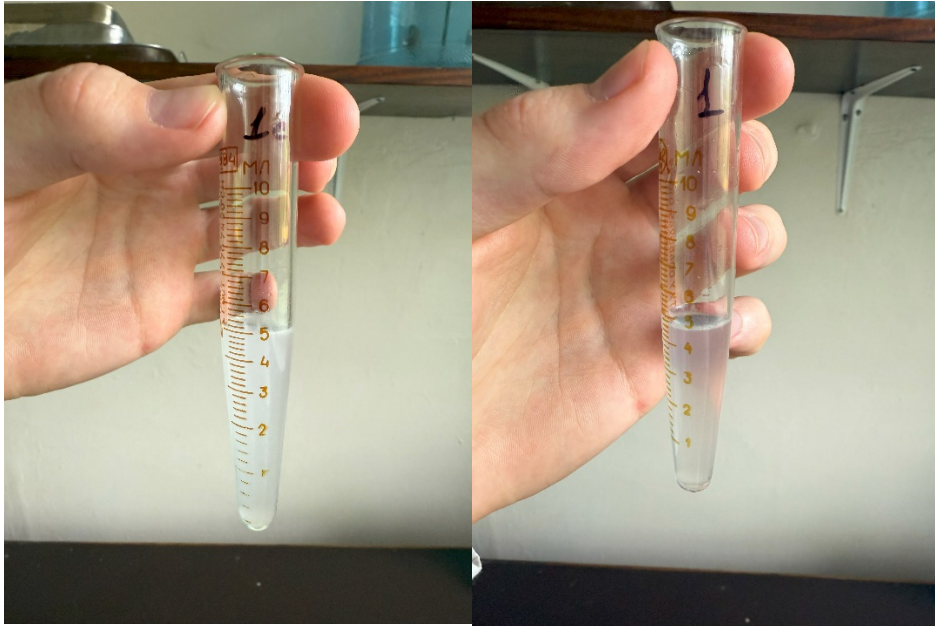


Рис.3.3.Результат аналізу піноутворення для розчинів 1 та 1с

Не зважаючи на недостатнє омилення ліпідів у 2 та 2с варіантах, для розчину було відібрано мило без неомилених жирів, ці розчини показали найкращий результат піноутворення та стійкості піни. Висота піни у розчинах становила 25мм та 45мм відповідно до розчинів 2 та 2с. А після проходження 10 хвилин усадження піни відбулось на 5мм в обох розчинах. Це свідчить що мило в цих розчинах має гарні поверхнево-активні властивості.

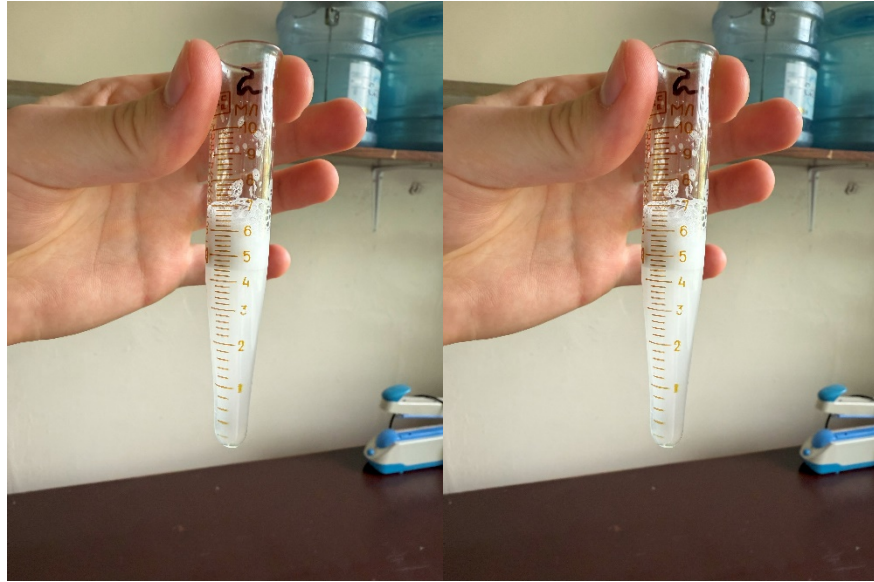


Рис. 3.4. Результат аналізу піноутворення для розчинів 2 та 2с



Рис. 3.5. Результат аналізу піноусадження для розчинів 2 та 2с

Найбільш стабільне піноутворення та піноусадження серед усіх досліджуваних варіантів мали варіанти №3 та №3с. Після взбовтування цих мильних розчинів піноутворення становило 23 для розчину №3 та 28 мм для розчину №3с. А піноусадження становило 3мм та 8мм відповідно. А також цей

варіант був найближчим до контрольного результату, а тобто мильного розчину з господарського мила.

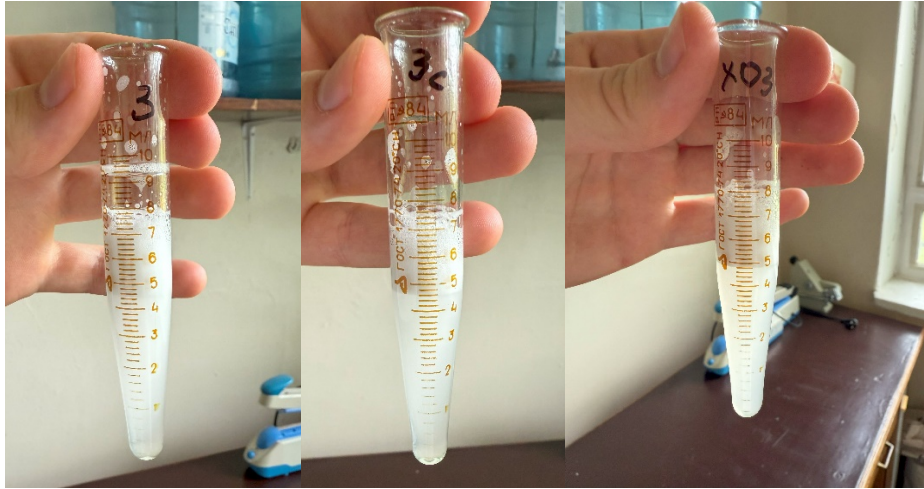


Рис.3.6. Результат аналізу піноутворення для розчинів 3, 3с та контролю.

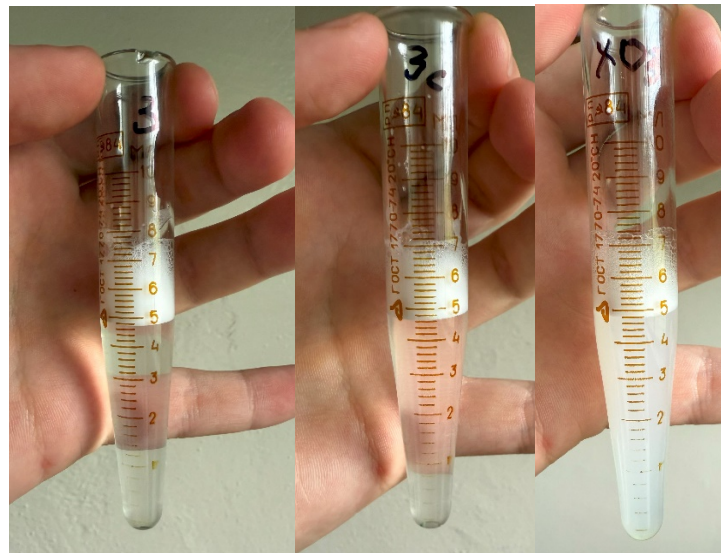


Рис.3.7. Результат аналізу піноусадження для розчинів 3, 3с та контролю.

ВИСНОВОКИ

1. Було проаналізовано аналіз методик виділення ліпідів із коров'ячого молозива з урахуванням умов їх збереження та оптимізації процесу, а також проаналізовані методи виготовлення миючих засобів; за результатами було доведено що очищення було недостатнім, через присутність білкових залишків в фракції та їх гідроліз утворився аміак.
2. Було проведено експериментальні дослідження по отриманні миючих компонентів, отриманих із ліпідів молозива; за результатами було доведено що число омилення ліпідів коров'ячого молозива знаходиться в діапазоні 260 мг/г (КОН) та для отримання максимального виходу твердого мила потрібно використовувати поєднання холодного та горячого процесів омилення з додатковим висолюванням розчину.
3. Було досліджено фізико-хімічні показники отриманого мила, та порівняні з результатами для господарського мила; за результатами аналізу отримане мило показало кращі результати порівняно з господарським.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Mechnikov, I. I. I. I. (1988). Immunity in infective diseases. *Reviews of infectious diseases*, 10(1), 223-227.
2. How does hygiene affect life expectancy? - Resto NYC. (б. д.). Resto NYC. <https://www.restonyc.com/how-does-hygiene-affect-life-expectancy/>
3. Bauza, V., Sclar, G. D., Bisoyi, A., Majorin, F., Ghugey, A., & Clasen, T. (2021). Water, sanitation, and hygiene practices and challenges during the COVID-19 pandemic: a cross-sectional study in rural Odisha, India. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 104(6), 2264.
4. Thappa, D. M. (2015). *Textbook of Dermatology, Leprology & Venereology E-book*. Elsevier Health Sciences.
5. Psoriasis. (2025, June 2). Retrieved from <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/6866-psoriasis>
6. Bilovol, A., Tkachenko, S., Berehova, A., Havryliuk, O., & Manhusheva, V. (2020). *Dermatology. Venereology. Part 3*.
7. Website, N. (2023, September 25). *Treatment*. nhs.uk. <https://www.nhs.uk/conditions/psoriasis/treatment/>
8. АМ, С. (2020). КРОПИВНИЦЯ. Фармацевтична Енциклопедія. <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3740/kropivnicya>
9. АМ, С. (2020a). ДЕРМАТИТИ. Фармацевтична Енциклопедія. <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/2469/dermatiti>
10. Sindhu, R. K., Chitkara, M., Kaur, G., Kaur, A., Arora, S., & Sandhu, I. S. (2019). Formulation development and antimicrobial evaluation of polyherbal soap. *Plant Arch*, 19(2), 1342-6.
11. Li, M., Li, Q., Kang, S., Cao, X., Zheng, Y., Wu, J., ... & Yue, X. (2020). Characterization and comparison of lipids in bovine colostrum and mature milk based on UHPLC-QTOF-MS lipidomics. *Food Research International*, 136, 109490.

12. Simões, C. R., da Silva, M. W. P., de Souza, R. F. M., Hacha, R. R., Merma, A. G., Torem, M. L., & Silvas, F. P. C. (2024). Biosurfactants: An overview of their properties, production, and application in mineral flotation. *Resources*, *13*(6), 81.
13. Wu, D., Zhang, L., Zhang, Y., Shi, J., Tan, C. P., Zheng, Z., & Liu, Y. (2023). Lipid profiles of human milk and infant formulas: A comparative lipidomics study. *Foods*, *12*(3), 600.
14. Polidori, P., Rapaccetti, R., Klimanova, Y., Zhang, J. J., Santini, G., & Vincenzetti, S. (2022). Nutritional parameters in colostrum of different mammalian species. *Beverages*, *8*(3), 54.
15. McGrath, B. A., Fox, P. F., McSweeney, P. L., & Kelly, A. L. (2016). Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science & Technology*, *96*, 133-158.
16. Playford, R. J., & Weiser, M. J. (2021). Bovine colostrum: Its constituents and uses. *Nutrients*, *13*(1), 265.
17. Verardo, V., Gómez-Caravaca, A. M., Arráez-Román, D., & Hettinga, K. (2017). Recent advances in phospholipids from colostrum, milk and dairy by-products. *International journal of molecular sciences*, *18*(1), 173.
18. Yu, P., & Satyaraj, E. (2025). Effect of Bovine Colostrum on Canine Immune Health. *Animals*, *15*(2), 185.
19. Li, M., Li, Q., Kang, S., Cao, X., Zheng, Y., Wu, J., ... & Yue, X. (2020). Characterization and comparison of lipids in bovine colostrum and mature milk based on UHPLC-QTOF-MS lipidomics. *Food Research International*, *136*, 109490.
20. German, J. B., Argov-Argaman, N., & Boyd, B. J. (2019). Milk lipids: a complex nutrient delivery system. In *Human milk: Composition, clinical benefits and future opportunities* (pp. 217-225). S Karger AG.

21. Pan, J., Chen, M., Li, N., Han, R., Yang, Y., Zheng, N., ... & Zhang, Y. (2023). Bioactive functions of lipids in the milk fat globule membrane: a comprehensive review. *Foods*, *12*(20), 3755.
22. Folch, J., Lees, M., & Stanley, G. S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of biological chemistry*, *226*(1), 497-509.
23. Eg, B. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol*, *39*, 911-917.
24. Saini, R. K., Prasad, P., Shang, X., & Keum, Y. S. (2021). Advances in lipid extraction methods—a review. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(24), 13643.
25. Nie, C., Zhao, Y., Wang, X., Li, Y., Fang, B., Wang, R., ... & Liu, R. (2024). Structure, biological functions, separation, properties, and potential applications of milk fat globule membrane (MFGM): A review. *Nutrients*, *16*(5), 587.
26. Peydayesh, M., Bagnani, M., & Mezzenga, R. (2021). Sustainable bioplastics from amyloid fibril-biodegradable polymer blends. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, *9*(35), 11916-11926.
27. Thiel, A., Glávits, R., Murbach, T. S., Endres, J. R., Reddeman, R., Hirka, G., ... & Szakonyiné, I. P. (2019). Toxicological evaluations of colostrum ultrafiltrate. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, *104*, 39-49.
28. Zotta, T., Di Renzo, T., Sorrentino, A., Reale, A., & Boscaino, F. (2022). Selection of non-Saccharomyces wine yeasts for the production of leavened doughs. *Microorganisms*, *10*(9), 1849.
29. Regulation - 853/2004 - EN - EUR-LEX. (n.d.). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32004R0853>

30. Porzuczek, J. (2019). Assessment of the spatial distribution of moisture content in granular material using electrical impedance tomography. *Sensors*, *19*(12), 2807.
31. Arslan, A., Kaplan, M., Duman, H., Bayraktar, A., Ertürk, M., Henrick, B. M., ... & Karav, S. (2021). Bovine colostrum and its potential for human health and nutrition. *Frontiers in Nutrition*, *8*, 651721.
32. Briem, A. K., Bippus, L., Oraby, A., Noll, P., Zibek, S., & Albrecht, S. (2022). Environmental impacts of biosurfactants from a life cycle perspective: a systematic literature review. *Biosurfactants for the Biobased Economy*, 235-269.
33. Pathiraje, D., Carlin, J., Der, T., Wanasundara, J. P., & Shand, P. J. (2023). Generating multi-functional pulse ingredients for processed meat products—Scientific evaluation of infrared-treated lentils. *Foods*, *12*(8), 1722.
34. Dong, H., Nandra, R., Thurston, D., Laugharne, E., Newton Ede, M., Gardner, A., & Mehta, J. (2021). Efficacy of distal pedicle screw fixation as a caudal foundation in VEPTR growing rod constructs for early onset scoliosis. *Spine Deformity*, *9*, 1169-1174.
35. Delcros, L., Costis, A., Le Guerneve, C., Collas, S., Hervé, M., & Roland, A. (2023). First identification of a new molecule involved in the fresh mushroom off-flavor in wines: 1-hydroxyoctan-3-one. *Food Chemistry*, *413*, 135678.
36. Winters, B. J., Banfield, N., Dixon, C., Swensen, A., Holman, D., & Fillbrown, B. (2021). 3D-Printable and open-source modular smartphone visible spectrophotometer. *HardwareX*, *10*, e00232.
37. Saini, R. K., Prasad, P., Shang, X., & Keum, Y. S. (2021). Advances in lipid extraction methods—a review. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(24), 13643.

38. Yan, B., Li, H., Zhao, J., Wang, R., Chen, C., Chen, W., & Yang, B. (2025). Dose-response effect of bovine colostrum against DSS-induced colitis in mice. *Food Bioscience*, 68, 106530.
39. Sydney, A. C. N., Ikeda, I. K., de Oliveira Ribeiro, M. C., Sydney, E. B., de Carvalho Neto, D. P., Karp, S. G., ... & Soccol, C. R. (2022). Colostrum new insights: products and processes. In *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering* (pp. 397-422). Elsevier.
40. Іванов, Є. Г. (2025). Розроблення способів отримання різних субстанцій із молозива та дослідження їхньої біологічної активності.
41. Ivanova, M., Hanganu, A., Dumitriu, R., Tociu, M., Ivanov, G., Stavarache, C., ... & Chira, N. A. (2022). Saponification value of fats and oils as determined from 1H-NMR data: The Case of Dairy Fats. *Foods*, 11(10), 1466.
42. Burleson, G., Butcher, B., Goodwin, B., Sharp, K., & Ruder, B. (2017). Soap-making process improvement: Including social, cultural and resource constraints in the engineering design process. *International Journal for Service Learning in Engineering, Humanitarian Engineering and Social Entrepreneurship*, 12(2), 81-102.
43. Prieto Vidal, N., Adeseun Adigun, O., Pham, T. H., Mumtaz, A., Manful, C., Callahan, G., ... & Thomas, R. H. (2018). The effects of cold saponification on the unsaponified fatty acid composition and sensory perception of commercial natural herbal soaps. *Molecules*, 23(9), 2356.
44. Prieto Vidal, N., Adeseun Adigun, O., Pham, T. H., Mumtaz, A., Manful, C., Callahan, G., ... & Thomas, R. H. (2018). The effects of cold saponification on the unsaponified fatty acid composition and sensory perception of commercial natural herbal soaps. *Molecules*, 23(9), 2356.
45. Zauro, S. A., Abdullahi, M. T., Aliyu, A., Muhammad, A., Abubakar, I., & Sani, Y. M. (2016). Production and analysis of soap using locally available raw-materials. *Appl. Chem*, 96(7), 41479-41483.

46. Prieto Vidal, N., Adeseun Adigun, O., Pham, T. H., Mumtaz, A., Manful, C., Callahan, G., ... & Thomas, R. H. (2018). The effects of cold saponification on the unsaponified fatty acid composition and sensory perception of commercial natural herbal soaps. *Molecules*, 23(9), 2356.