

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-365-58>

УДК 664.8.037:637.352:544.032.13+544.362

МАРУНЧАК МАРІЯ

Чернівецький кооперативний фаховий коледж економіки і права
e-mail: marunchak.m93@gmail.com

ДІЙЧУК ІРИНА

Буковинський державний медичний університет
<https://orcid.org/0000-0002-6078-0921>
e-mail: diichuk.iryana@bsmu.edu.ua

ДІЙЧУК ВОЛОДИМИР

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
<https://orcid.org/0000-0001-7755-4595>
e-mail: v.diychuk@chnu.edu.ua

ФЕДОРІВ ВІКТОР

Хмельницький національний університет
<https://orcid.org/0000-0002-4499-0910>
e-mail: fedoriv55@ukr.net

ВПЛИВ ЗАМОРОЖУВАННЯ НА СЕДИМЕНТАЦІЙНУ СТІЙКІСТЬ ТА КИСЛОТНІСТЬ КОНДИТЕРСЬКОГО КРЕМУ НА ОСНОВІ КРЕМ-СИРУ

В роботі наведено результати досліджень впливу заморожування на седиментаційну стійкість та кислотність зразків кондитерського крему різного складу на основі крем-сиру. Показано, що заморожування не мало суттєвого негативного впливу на седиментаційну стабільність досліджуваних систем. Спостерігалось незначне підвищення кислотності для заморожених зразків порівняно з охолодженими.

Ключові слова: кондитерський крем, седиментаційна стійкість, кислотність, заморожування.

MARUNCHAK MARIYA

Chernivtsi Cooperative Professional College of Economy and Law

DIICHUK IRYNA

Bukovinian State Medical University

DIICHUK VOLODYMYR

Yurii Fedkovych Chernivtsi National University

FEDORIV VIKTOR

Khmelnytskyi National University

THE EFFECT OF FREEZING ON THE SEDIMENTATION STABILITY AND ACIDITY OF CREAM CHEESE-BASED CONFECTIONERY CREAMS

The quality of cream cheese-based confectionery creams is largely determined by their structural stability and physicochemical properties, which directly influence consumer acceptability and shelf life. Among these properties, sedimentation stability and titratable acidity are considered key indicators of product quality, especially during frozen storage. Freezing is widely used in the confectionery industry to extend shelf life; however, its impact on multiphase dairy-based cream systems remains insufficiently studied.

The aim of this research was to investigate the effect of freezing on the sedimentation stability and acidity of confectionery creams formulated with cream cheese of different fat contents. The samples were subjected to refrigerated and frozen storage, followed by centrifugation to determine sedimentation stability and titration to evaluate acidity expressed in degrees Turner (°T). The degree of phase separation was used as a quantitative criterion of sedimentation stability.

The experimental results demonstrated that freezing had no significant negative effect on the sedimentation stability of the investigated cream systems. The differences between refrigerated and frozen samples were insignificant. In contrast, the chemical composition of the raw materials, particularly the fat content of cream cheese, played a decisive role in structural stability. The sample prepared with lower-fat, more economical cream cheese showed the lowest sedimentation stability, with a phase-separation degree of 32%, indicating a greater tendency toward structural breakdown.

Regarding acidity, after freezing, most samples exhibited a slight increase in acidity compared to refrigerated storage, with differences ranging from 0.2 to 0.5 °T. These changes can be attributed to minor physicochemical transformations in the protein-fat matrix during freezing and thawing; however, they did not reach levels that would negatively impact product quality or safety.

The experimental results confirm that freezing is an appropriate method for extending the shelf life of cream cheese-based confectionery creams without significant deterioration of their structural stability or acidity. At the same time, selecting high-quality raw materials with optimal fat content is a critical factor in ensuring product stability and consumer value. The findings of this study may be useful for confectionery manufacturers in optimising formulations and storage conditions of dairy-based cream products.

Keywords: freezing, sedimentation stability, acidity, cream cheese.

Стаття надійшла до редакції / Received 19.02.2026

Прийнята до друку / Accepted 11.04.2026

Опубліковано / Published 28.05.2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© Марунчак Марія, Дійчук Ірина, Дійчук Володимир, Федорів Віктор

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

У сучасній харчовій промисловості дедалі більшої актуальності набуває проблема збереження стабільності та якості харчових емульсій під впливом різних технологічних процесів, зокрема охолодження та заморожування. Особливої уваги потребують продукти на основі крем-сиру, які є складними багатокомпонентними емульсійними системами, чутливими до змін температурного режиму та умов зберігання.

Порушення структурної цілісності таких систем може призводити до погіршення текстурних і споживчих властивостей готового продукту.

Заморожування є ефективним методом подовження терміну придатності харчових продуктів за рахунок уповільнення розвитку мікрофлори та зниження інтенсивності біохімічних процесів. Водночас, тривале зберігання у замороженому стані може супроводжуватися незворотними фізико-хімічними змінами, які негативно впливають на структурно-механічні характеристики продукту навіть за умови збереження його мікробіологічної безпеки.

Згідно з даними літератури [1, 2], заморожування здатне істотно змінювати мікроструктуру харчових продуктів, зокрема внаслідок утворення мікрочастин льоду, що спричиняє пошкодження білково-жирової матриці. Такі процеси можуть призводити до погіршення текстури після розморожування, проявляючись у вигляді зернистості, розшарування або виділення вільної вологи.

Одним із ключових механізмів дестабілізації емульсійних систем є седиментація, яка полягає в осіданні дисперсної фази під дією гравітаційних або відцентрових сил. Зменшення седиментаційної стійкості свідчить про порушення структурної організації системи та є важливим показником якості кремів. Не менш важливим фізико-хімічним показником є кислотність продукту, яка характеризує ступінь перебігу ферментативних і біохімічних процесів та може змінюватися під впливом заморожування і подальшого розморожування.

Зважаючи на це у роботі проведено дослідження впливу заморожування на седиментаційну стійкість і кислотність кондитерського крему на основі крем-сиру з метою оцінки змін його якості та споживчої цінності під час низькотемпературного зберігання.

Аналіз досліджень та публікацій

Через зростаючий інтерес до зменшення харчових відходів і створення більш стійких ланцюгів постачання заморожування вважається прийнятним або способом розширення ринку збуту для високоякісних продуктів із коротким терміном зберігання, рішенням проблеми сезонності виробництва. Хоча заморожування є одним із методів подовження терміну придатності та доступності швидкопсувних продуктів, проте має неоднозначний вплив на сири та інші молочні продукти. При цьому варто зосередити увагу на фізико-хімічних змінах, що відбуваються під час заморожування сирів, які є критично важливими для збереження якості кінцевого продукту.

Автори [3] досліджували доцільність використання різних режимів заморожування та зберігання вершків різної жирності за різних температурних режимів для отримання продукту зі стабільною жировою фазою. Стан жирової фази вершків та розмір кристалів льоду оцінювали за допомогою мікроскопічного методу. Встановлено, що заморожування при нижчій температурі зі зміною температури зберігання дозволяє отримати кристали льоду з більш гладкою поверхнею, які завдають менше шкоди мембранам жирових кульок.

В [4] проаналізовано вплив температури зберігання вершкових сирів на рН, титровану кислотність, вміст вологи та ріст мікроорганізмів. Показано, що зниження вмісту вологи та збільшення титрованої кислотності сирів прямо пропорційні збільшенню терміну зберігання. Порівняння даних титрованої кислотності та КУО молочнокислих бактерій показує прямий зв'язок між ростом мікробів та титрованою кислотністю.

В роботі [5] досліджено вплив заморожування на двох модельних зразках сирів. Показано, що сир, який містив більше стабілізаторів, білків та вищий вміст вуглеводів і цукру, як і очікувалося, був стабільнішим і показав лише незначні структурні зміни через вплив цих інгредієнтів як кріопротекторів і загалом як стабілізаторів під час заморожування та розморожування.

Дослідження [6] показало, що заморожування м'якого сиру з козячого молока має мінімальний вплив на реологію сиру та пропонується як спосіб продовжити термін зберігання та розширити доступність м'яких сирів для цілорічного розповсюдження. Було відзначено незначні відмінності в розподілі білка між способами зберігання, хоча під час витримки в холодильнику значного протеолізу не відбувалося. Утворення та видалення кристалів льоду в матриці сиру та обмежений протеоліз казеїнів показали лише незначний вплив на текстуру сиру, що свідчить про те, що заморожене зберігання м'яких сирів може бути можливим протягом усього року з мінімальною втратою текстурної якості.

У дослідженні [7] було оцінено деталі, пов'язані з протеолізом, фізико-хімічними властивостями та сенсорними параметрами якості моцарели з високим вмістом вологи, як функцію замороженого зберігання та подальшого зберігання в холодильнику після розморожування. Сенсорна оцінка показала появу окисленого та гіркого смаку після 1 місяця замороженого зберігання, що підтверджує дані протеолізу. Ступінь протеолізу замороженого сиру після розморожування був більшим, ніж той, що був вимірний у свіжому сирі під час зберігання в холодильнику. Ці результати допомагають краще зрозуміти зміни, що відбуваються під час замороженого зберігання сиру з високим вмістом вологи, та оцінити можливі способи зменшення впливу заморожування на матрицю сиру.

Формулювання цілей статті

Метою роботи є: дослідження впливу заморожування крему на основі крем-сиру різного складу на седиментаційну стійкість та кислотність продукту.

Виклад основного матеріалу

Для виготовлення кондитерського крему використовували два різні крем-сири промислового виробництва, основні характеристики яких (поживна та енергетична цінність, вміст солі) подана у таблиці 1:

Основні характеристики сирів

Зразок крем-сиру	Поживна цінність (г/100 грам)			Енергетична цінність (ккал/100 г)	Сіль (г/100 г)
	білки	жири	Вуглеводи		
1	6,5	29	3,5	306	0,8
2	7,0	23	3,5	247	0,75

Склад досліджуваних зразків:

Зразок № 1: крем-сир 1 – 150 г, масло – 60 г, цукор-пудра – 55 г;

Зразок № 2: крем-сир 1 – 150 г, масло – 60 г; цукор-пудра – 40 г; тримолін – 15 г.

Зразок № 3: крем-сир 2 – 150 г, масло – 60 г, цукор-пудра – 55 г.

Зразок № 4: крем-сир 1 – 150 г, масло – 60 г, цукор-пудра – 55 г, гуарова камідь – 1 г.

Готові зразки кремів заморожували на 2 доби при температурі -18°C , далі їх розморозували при $+4^{\circ}\text{C}$ протягом 12 годин, паралельно виготовляли зразки аналогічного складу і зберігали при $+4^{\circ}\text{C}$, 12 годин без заморожування.

Для оцінювання седиментаційної стійкості емульсій використовуються прискорені фізичні тести згідно методики, описаної у роботі [8], де зразки піддають центрифугуванню при 5000 об/хв протягом 10 хв, після чого вимірюють ступінь фазового розшарування. Кислотність продукту визначали титриметричним методом з використанням стандартного розчину луку та індикатора фенолфталеїну.

Седиментаційна стійкість є одним із ключових показників фізичної стабільності дисперсних та емульсійних харчових систем і безпосередньо відображає здатність продукту зберігати однорідну структуру під час зберігання. Для продуктів з високим вмістом вологи та жиру, зокрема кремів і сирів емульсійного типу, цей показник має особливе значення, оскільки навіть незначні структурні порушення можуть призводити до розшарування та погіршення споживчих властивостей.

Заморожування може супроводжуватися утворенням кристалів льоду та змінами у білково-жировій матриці, що має негативний вплив на фізичну стабільність систем після розморозування. У цьому контексті в роботі проведено визначення седиментаційної стійкості досліджуваних систем, яке дозволяє кількісно оцінити ступінь дестабілізації зразків внаслідок низькотемпературної обробки та зробити обґрунтовані висновки щодо впливу заморожування на якість і технологічну придатність продукту. Результати дослідження седиментаційної стійкості досліджуваних зразків подані на рис.1.

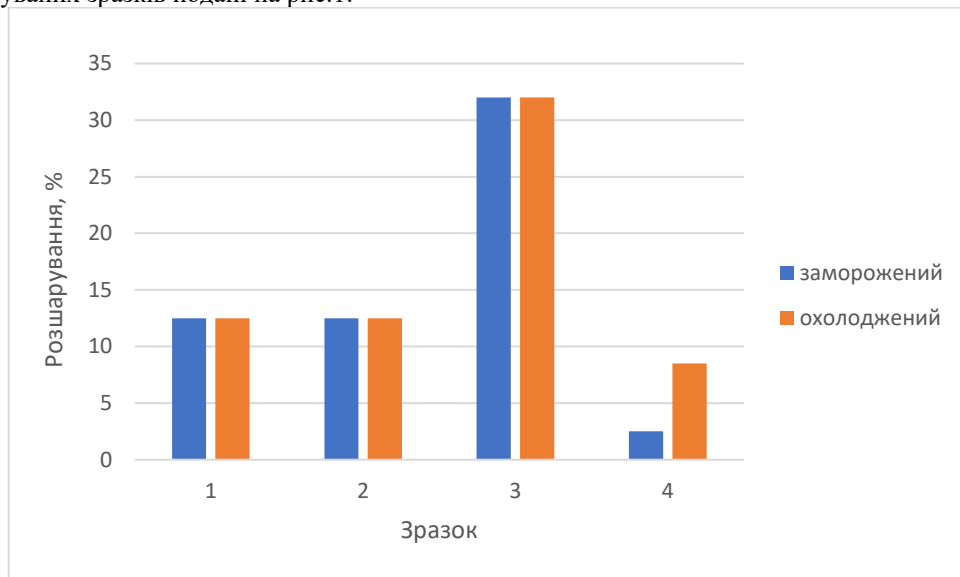


Рис. 1. Ступінь розшарування досліджуваних зразків після центрифугування (5000 хв^{-1} , час 10 хв).

Як видно з діаграми, найменш стійкими є зразки крему №3 на основі крем-сиру 2, який має дещо меншу жирність (23 %), при чому заморожування практично не впливає на ступінь розшарування. Зразки № 1 і № 2 відрізняються лише тим, що частину цукру замінено тримоліном, що практично не впливає на їх седиментаційну стійкість, ступінь розшарування становить 12,5 % як для заморожених, так і для охолоджених зразків. Зразок 4 в якості стабілізатора містить гуарову камедь (менше 1%), що зумовлює вищу седиментаційну стійкість, при чому зразок, який був заморожений, має найменшу ступінь розшарування – 2,5%, охолоджений -8,5%.

За результатами проведених експериментальних досліджень встановлено, що процес заморожування практично не чинить суттєвого впливу на седиментаційну стійкість досліджуваних зразків. Отримані дані свідчать про збереження фізичної стабільності продуктів після заморожування та розморозування за умови однакових технологічних параметрів обробки. Водночас встановлено, що визначальним чинником

седиментаційної стійкості є хімічний склад вихідної сировини, зокрема вміст жиру. Найнижчу седиментаційну стійкість продемонстрував зразок № 3, виготовлений із крем-сиру нижчої жирності (дешевшої сировини), для якого ступінь фазового розділення становив 32 %. Це свідчить про недостатню стабільність білково-жирової матриці такого продукту та підвищену схильність до розшарування.

Отже, результати дослідження підтверджують, що при оцінюванні стабільності кремкових харчових систем ключову роль відіграє якість і склад сировини, в той час як заморожування за досліджених умов не є критичним фактором дестабілізації продукту.

Кислотність є одним із важливих фізико-хімічних показників якості харчових продуктів, який впливає на смакові характеристики, мікробіологічну стабільність та перебіг біохімічних процесів під час зберігання. Для молочних продуктів, зокрема сирів і кремів на їх основі, рівень кислотності визначає стан білкової системи, стабільність структури та схильність продукту до фізичних і хімічних змін. Аналіз змін кислотності при вивченні впливу заморожування дозволяє оцінити стабільність продукту внаслідок низькотемпературної обробки та зробити обґрунтовані висновки щодо збереження його якості й споживчих властивостей.

Результати визначення кислотності досліджуваних зразків подані на рис.2.

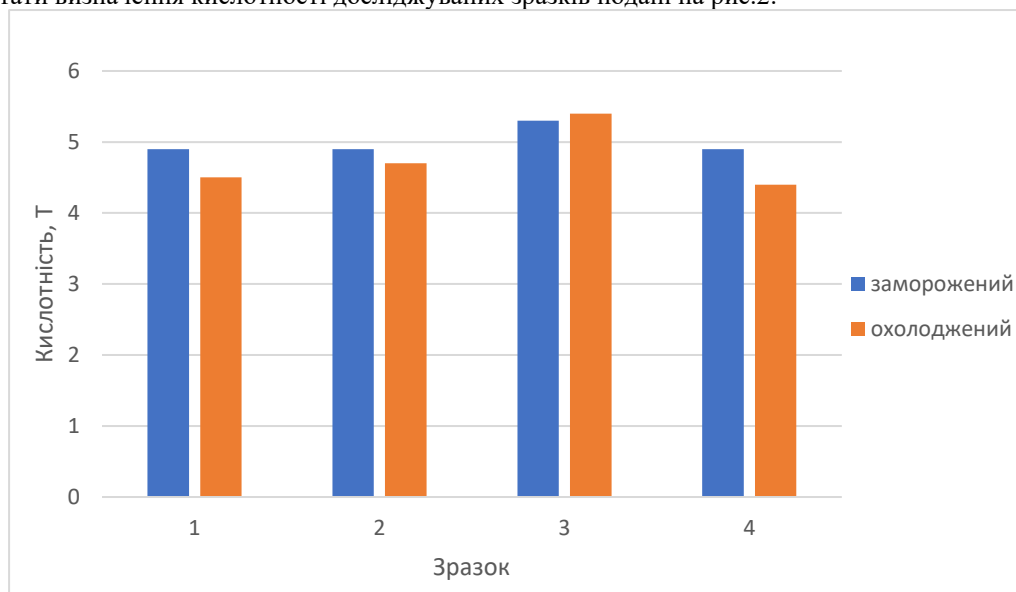


Рис. 2. Кислотність заморожених і охолоджених зразків крему

Як видно з отриманих даних, кислотність всіх досліджуваних зразків знаходилась у межах 4,4÷5,4 градуси Тернера. Досліджувані зразки, за винятком зразка № 3, після заморожування мали дещо вищі значення кислотності у порівнянні з охолодженими, різниця становила від 0,2 до 0,5 одиниць.

Аналіз отриманих даних показав, що заморожування загалом не спричиняє суттєвих змін кислотності, оскільки зафіксовані відхилення мають незначний характер. Такі зміни можуть бути пов'язані з концентруванням розчинених речовин у незамерзлій фазі та частковими фізико-хімічними перетвореннями під час заморожування і подальшого розморожування.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Отримані результати свідчать, що заморожування кремів на основі крем-сиру за досліджуваних умов не чинить суттєвого негативного впливу на їх седиментаційну стійкість і може бути ефективно використане для подовження терміну придатності продукту. Встановлено, що вирішальним чинником формування стабільності емульсійної системи є хімічний склад вихідної сировини, зокрема масова частка жиру в крем-сирі, оскільки зразки, виготовлені з сировини нижчої жирності, характеризувалися більшою схильністю до фазового розділення. Дослідження кислотності показали, що заморожування спричиняє лише незначні зміни цього показника, які не мають критичного впливу на якість та споживчу цінність кремів.

Подяка

Робота виконана за підтримки Simons Foundation "FI-PD-Ukraine-0001457 "Materials for food safety, energy production and water purification".

Література

1. Ariyaprakai S. Freeze-Thaw stability of food emulsions / Suwimon Ariyaprakai // Food processing and engineering. – 2018. – Vol. 6, no. 1. – P. 18–27.
2. I Influence of freezing rate variation on the microstructure and physicochemical properties of food emulsions / B. M. Degner [et al.] // Journal of food engineering. – 2013. – Vol. 119, no. 2. – P. 244–

253. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.05.034>

3. The effect of freezing and storage temperature on the stability of the fat emulsion in cream / E. V. Topnikova [et al.] // Food systems. – 2023. – Vol. 6, no. 3. – P. 424–430. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-3-424-430>

4. Kahkashan Perveen. Effect of temperature on shelf life, chemical and microbial properties of cream cheese / Kahkashan Perveen // African journal of biotechnology. – 2011. – Vol. 10, no. 74. <https://doi.org/10.5897/ajb11.1695>.

5. Applicability of confocal raman microscopy to observe microstructural modifications of cream cheeses as influenced by freezing / Marcello Alinovi [et al.] // Foods. – 2020. – Vol. 9, no. 5. – P. 679. <https://doi.org/10.3390/foods9050679>.

6. Van Hekken D. L. Effect of frozen storage on the proteolytic and rheological properties of soft caprine milk cheese / D. L. Van Hekken, M. H. Tunick, Y. W. Park // Journal of dairy science. – 2005. – Vol. 88, no. 6. – P. 1966–1972. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(05\)72872-1](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(05)72872-1).

7. Effect of frozen and refrigerated storage on proteolysis and physicochemical properties of high-moisture citric mozzarella cheese / Marcello Alinovi [et al.] // Journal of dairy science. – 2020. – Vol. 103, no. 9. – P. 7775–7790. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18396>.

8. Demulsification of emulsion using heptanoic acid during aqueous enzymatic extraction and the characterization of peanut oil and proteins extracted / Tianci Li [et al.] // Foods. – 2023. – Vol. 12, no. 19. – P. 3523. <https://doi.org/10.3390/foods12193523>.

References

1. Ariyaprakai S. Freeze-Thaw stability of food emulsions / Suwimon Ariyaprakai // Food processing and engineering. – 2018. – Vol. 6, no. 1. – P. 18–27.

2. Influence of freezing rate variation on the microstructure and physicochemical properties of food emulsions / B. M. Degner [et al.] // Journal of food engineering. – 2013. – Vol. 119, no. 2. – P. 244–253. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.05.034>

3. The effect of freezing and storage temperature on the stability of the fat emulsion in cream / E. V. Topnikova [et al.] // Food systems. – 2023. – Vol. 6, no. 3. – P. 424–430. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-3-424-430>

4. Kahkashan Perveen. Effect of temperature on shelf life, chemical and microbial properties of cream cheese / Kahkashan Perveen // African journal of biotechnology. – 2011. – Vol. 10, no. 74. <https://doi.org/10.5897/ajb11.1695>.

5. Applicability of confocal raman microscopy to observe microstructural modifications of cream cheeses as influenced by freezing / Marcello Alinovi [et al.] // Foods. – 2020. – Vol. 9, no. 5. – P. 679. <https://doi.org/10.3390/foods9050679>.

6. Van Hekken D. L. Effect of frozen storage on the proteolytic and rheological properties of soft caprine milk cheese / D. L. Van Hekken, M. H. Tunick, Y. W. Park // Journal of dairy science. – 2005. – Vol. 88, no. 6. – P. 1966–1972. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(05\)72872-1](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(05)72872-1).

7. Effect of frozen and refrigerated storage on proteolysis and physicochemical properties of high-moisture citric mozzarella cheese / Marcello Alinovi [et al.] // Journal of dairy science. – 2020. – Vol. 103, no. 9. – P. 7775–7790. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18396>.

8. Demulsification of emulsion using heptanoic acid during aqueous enzymatic extraction and the characterization of peanut oil and proteins extracted / Tianci Li [et al.] // Foods. – 2023. – Vol. 12, no. 19. – P. 3523. <https://doi.org/10.3390/foods12193523>.