



2025

НАУКОВІ ПРАЦІ

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 31 № 3

*Журнал
«Наукові праці Національного університету харчових технологій»
видається з 1938 року*

КИЇВ ✦ НУХТ ✦ 2025

Автоматизація та інформаційні технології

Мошенський А. О., Савченко І. О. Методологія розробки системних стратегій автоматизованого екологічного моніторингу в контексті інформаційних систем підтримки прийняття рішень

Величко І. В., Сідлецький В. М. Прогнозування станів автоматизованих HVAC систем на основі нейромережевої моделі об'єкта в NLMPC

Залозний Р. В., Заєць Н. А., Луцька Н. М. Розробка та дослідження динамічної моделі біофізичних процесів в аквапонних системах

Біотехнології

Косовець І. Р., Миколаєнко Р. М., Стабніков В. П., Резніченко Ю. М. Полігідроксіалканати як альтернатива синтетичним пластмасам

Пирог Т. П., Охмакевич А. М. Спільне культивування як фактор регуляції вторинного метаболізму актинобактерій

Скороцька О. І., Проценко М. Д., Жолобка О. В. Біосинтез наночастинок селену при використанні бактерій: характеристика, властивості та механізми

Економіка, менеджмент і маркетинг

Безпалько О. В., Гринюк Ю. М., Грищенко А. В. Навігатор інклюзії: економіка праці та проблеми працевлаштування людей з інвалідністю

Арич М. І., Петухова О. М. Сучасні особливості візуалізації інформації в комерційній діяльності та формуванні іміджу підприємств

Брагіна О. С. Економічна сутність сталого розвитку підприємства

Механічна та електрична інженерія

Балиута С. М., Копилова Л. О., Сінюков Д. В., Жуков М. Ю., Кондрашевський М. С., Зінкевич П. О. Дослідження можливості підвищення показників якості електричної енергії в системах електрозабезпечення з нелінійним навантаженням

Automation and information technologies

7 *Moshensky A., Savchenko I.* Methodology for developing systemic strategies of automated environmental monitoring in the context of decision support information systems

22 *Velychko I., Sidletskyi V.* Forecasting states of automated HVAC systems based on neural networks of the object model in NLMPC

34 *Zaloznyi R., Zaiets N., Lutska N.* Development and research of a dynamic model of biophysical processes in aquaponic systems

Biotechnologies

53 *Kosovets I., Mykolaenko R., Stabnikov V., Reznichenko Y.* Polyhydroxyalkanates as an alternative to synthetic plastics

74 *Pirog T., Okhmakevych A.* Co-cultivation as a factor regulating the secondary metabolism of actinobacteria

88 *Skrotska O., Protsenko M., Zholobko O.* Biosynthesis of selenium nanoparticles using bacteria: characteristics, properties and mechanisms

Economy, Management and Marketing

106 *Bezpalko O., Hryniuk Y., Hryshchenko A.* Inclusion navigator: labor economics and employment challenges of people with disabilities

119 *Arych M., Pietukhova O.* Modern features of information visualization in commercial activities and formation of the image of enterprises

136 *Brahina O.* The economic essence of sustainable development of an enterprise

Mechanical and Electrical Engineering

157 *Baliuta S., Kopylova L., Sinyukov D., Zhukov M., Kondrashevsky M., Zinkevych P.* Study of the possibility of increasing quality indicators of the electrical energy in power supply systems with non-linear load

- Філоненко В. М., Прядко М. О., Сторожук О. Т.* 179 *Filonenko V., Pryadko M., Storozhuk O.* Analysis of the impact of thermal energy of secondary energy resources of steam contact technology of pulp drying on the energy efficiency of a sugar factory
- Пащенко Б. С., Штефан Є. В., Михайлов А. О., Михайлов О. В.* 198 *Pashchenko B., Shtefan Ye., Mikhailov A., Mikhailov O.* The research of structure formation of porous filter elements for food industry equipment
- Туфєкчі В. І., Кривопляс-Володіна Л. О., Токарчук С. В., Дорошенко А. М.* 210 *Tufekchi V., Kryvoplias-Volodina L., Tokarchuk S., Doroshenko A.* Research of intelligent methods for positioning group packages in robotic systems for packaging production

Харчові технології

- Сімахіна Г. О., Науменко Н. В.* 225 *Simakhina G., Naumenko N.* Obtaining the natural colorant concentrate for enrichment of food bases
- Михалевич А. П., Поліщук Г. Є.* 238 *Mykhalevych A., Polishchuk G.* Impact of the aging process on the quality indicators of whey ice cream
- Толстих В. Ю., Гордієнко Л. В., Коркач Г. В., Павловський С. М.* 248 *Tolstykh V., Gordiienko L., Korkach H., Pavlovsky S.* Aerated confectionery products with reduced sugar content and carob addition

Food Technologies

UDC 663.674

IMPACT OF THE AGING PROCESS ON THE QUALITY INDICATORS OF WHEY ICE CREAM

A. Mykhalevych, G. Polishchuk

National University of Food Technologies

Key words:

Ice cream
Whey
Aging
Overrun
Microstructure
Viscosity
Organoleptic evaluation
 β -glucan

Article history:

Received 06.05.2025
Received in revised form
23.05.2025
Accepted 10.06.2025

Corresponding author:

A. Mykhalevych
E-mail:
artur0707@ukr.net

Citation: Михалевич А. П.,
Поліщук Г. Є. (2025).
Вплив процесу визрівання
на якісні показники моро-
зива сироваткового. *Науко-
ві праці НУХТ*, 31(3),
238—247.
DOI: 10.24263/2225-2924-
2025-31-3-17

ABSTRACT

The influence of the aging duration on the quality of whey ice cream was determined. Aging is an important stage in the technological process of ice cream production, which affects its texture, taste and stability. The changes in the physicochemical properties of ice cream depending on the duration of aging, in particular viscosity, overrun, average diameter of air bubbles and organoleptic characteristics were analyzed. Analysis of data on aging duration and viscosity showed that the addition of β -glucan, both from oats and yeast, significantly affected the rheological characteristics of the studied samples. β -glucans as natural stabilizing components allowed obtaining a product with the desired rheological properties without going through the aging of ice cream mixtures. For samples using β -glucans, the possibility of excluding aging as a technological operation was proven, since the overrun of whey ice cream was over 60%, which indicated a high degree of structuring of the mixtures in contrast to the control ice cream with a commercial stabilization system. The average diameter of air bubbles also indicated the saturation of the ice cream mixture with homogeneous and small bubbles (average diameter — not more than 25.43 μm), which provided a satisfactory overrun indicator.

Sensory evaluation showed the advantages of ice cream with β -glucans compared to the control sample, in particular in terms of appearance, texture and taste. The obtained results can be used to rationalize the process of industrial production of whey ice cream by excluding the technological process of aging without loss of quality of the final product.

DOI: 10.24263/2225-2924-2025-31-3-17

ВПЛИВ ПРОЦЕСУ ВИЗРІВАННЯ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ МОРОЗИВА СИРОВАТКОВОГО

А. П. Михалевич, Г. Є. Поліщук

Національний університет харчових технологій

У статті досліджується вплив тривалості визрівання на якість морозива сироваткового. Визрівання є важливим етапом технологічного процесу виробництва морозива, що впливає на його текстуру, смак і стабільність, тому аналізуються зміни фізико-хімічних властивостей морозива залежно від тривалості визрівання, зокрема в'язкості, збитості, середнього діаметра бульбашок повітря та органолептичних характеристик. Аналіз даних щодо тривалості визрівання та в'язкості показує, що додавання β -глюкану (як з вівса, так і з дріжджів) суттєво впливає на реологічні характеристики досліджуваних зразків. β -глюкани як натуральні стабілізуючі компоненти дають змогу отримати продукт з бажаними реологічними властивостями без проходження визрівання сумішей морозива. Для зразків із застосуванням β -глюканів доведена можливість виключення визрівання як технологічної операції, адже збитість морозива сироваткового становить понад 60%, що свідчить про високий ступінь структурування сумішей на відміну від контрольного морозива з комерційною стабілізаційною системою. Середній діаметр бульбашок повітря також вказує на насичення суміші морозива однорідними та невеликими бульбашками (середній діаметр — не більше 25,43 мкм), що забезпечує задовільний показник збитості.

Органолептична оцінка дає змогу оцінити переваги морозива з β -глюканами порівняно з контрольним зразком, зокрема за показниками зовнішнього вигляду, консистенції та смаку. Отримані результати можуть бути використані для раціоналізації процесу промислового виробництва морозива сироваткового за рахунок виключення технологічного процесу визрівання без втрати якості кінцевого продукту.

Ключові слова: морозиво, сироватка, визрівання, збитість, мікроструктура, в'язкість, органолептична оцінка, β -глюкан.

Постановка проблеми. Морозиво є одним з найпопулярніших молочних десертів, а його якість значною мірою залежить від технологічних параметрів виробництва, в тому числі процесу визрівання суміші перед фризруванням. В останні роки зростає інтерес до альтернативних видів морозива, зокрема виготовленого на основі вторинних молочних ресурсів. Використання молочної сироватки як основного компонента морозива є перспективним напрямом, оскільки вона містить біологічно цінні білки, вітаміни та мікроелементи, які сприяють підвищенню харчової цінності кінцевого продукту.

Проте виробництво морозива на основі сироватки супроводжується певними технологічними викликами, серед яких важливе місце займає процес визрівання. Цей етап впливає на структурно-механічні й органолептичні характеристики морозива, такі як текстура, опір до танення, збитість тощо. Однак механізми цих змін у сироватковому морозиві досліджені недостатньо, що ускладнює розробку раціональних технологічних режимів.

Актуальним є вивчення впливу процесу визрівання на якісні показники морозива на основі сироватки. Визначення раціональних параметрів цього процесу дасть змогу не лише покращити консистенцію й органолептичні властивості продукту, а й забезпечити його стабільність у процесі зберігання, що є ключовим аспектом для харчової промисловості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки дослідники все більше уваги приділяють використанню молочної сироватки у виробництві морозива, що зумовлено як екологічними, так і економічними чинниками. Молочна сироватка є побічним продуктом переробки молока і має високу харчову цінність завдяки вмісту сироваткових білків, лактози, мікроелементів і вітамінів (Rejdlová, Lorencová, Míšková, & Salek, 2025). Технологічні особливості її використання у виробництві морозива залишаються актуальною проблемою, оскільки білки сироватки відрізняються від казеїнових білків молока за властивостями і можуть суттєво впливати на текстуру, консистенцію та стабільність кінцевого продукту (Jovanović, Vargać, & Maćej, 2005).

Встановлено, що використання сироватки дає змогу покращити якість морозива завдяки емульгуючим властивостям сироваткових білків, однак при цьому виникає ризик утворення кристалів льоду за підвищеного вмісту вільної води, що негативно впливає на органолептичні характеристики (de Meneses et al., 2021; Kamińska-Dwórznička, Łaba, & Jakubczyk, 2022).

На попередньому етапі дослідження для покращання ступеня дисперсності повітряної фази та стійкості структури морозива сироваткового з низьким вмістом СЗМЗ додатково вивчено функціонально-технологічні властивості β -глюканів як натуральних заміників стабілізаторів структури (Mykhalevych, Moiseeva, Polishchuk, Vandura, & Buniowska-Olejnik, 2024). За результатами комплексу досліджень доведено можливість повної заміни комерційної стабілізаційної структури на природні полісахариди.

Заміна комерційних стабілізаторів структури на β -глюкани у технології сироваткового морозива може впливати на реологічні властивості суміші, зокрема на в'язкість, яка залежить від тривалості визрівання. Це пояснюється тим, що β -глюкан повільно гідратується і йому необхідний певний час для набухання та формування гелевої структури (Vaikousi, & Biliaderis, 2005; Tomczyńska-Mleko et al., 2024). Отже, визрівання суміші як окремий технологічний процес і його параметри відіграють важливу роль у досягненні необхідної консистенції, оскільки в'язкість суміші змінюється залежно від часу витримання при низькій позитивній температурі.

Однак, незважаючи на численні дослідження (Smet et al., 2010; Наріжний, Білий, Мінорова, Рудакова, & Вежлівцева, 2023; Осьмак, & Михайлюк, 2014) залишається низка невирішених питань щодо раціональних параметрів процесу визрівання, зокрема тривалості. Деякі автори вказують, що збільшення часу визрівання до 24 год сприяє ще більшому покращенню текстури морозива, тоді як інші наголошують, що тривале визрівання може призводити до погіршення реологічних властивостей продукту через надмірне згущення суміші морозива (Goff, Harrel, & Rankin, 2025; Sapiga, Polishchuk, Osmak, Mykhalevych, & Maslikov, 2019).

Відомо, що операція визрівання перед фризруванням і подальшим загартуванням відіграє ключову роль у забезпеченні однорідної структури та стабільності

готового продукту (Mykhalevych, Sapiga, Polischuk, & Osmak, 2022). Слід зазначити, що сталі фізико-хімічні характеристики є особливо важливими у випадках, коли суміш необхідно фризювати відразу після теплового оброблення. Недостатня тривалість визрівання може призвести до нерівномірного розподілу гідроколідів і, як наслідок, до погіршення якості морозива (Bajad, Kalyankar, Dehmukh, Bachantti, & Bajad, 2016).

Отже, існує потреба у подальших експериментальних дослідженнях, спрямованих на визначення раціональних співвідношень між компонентами та технологічних параметрів виробництва сироваткового морозива. Це особливо важливо з огляду на необхідність комерціалізації продукту, оскільки смакові та структурні характеристики відіграють ключову роль у споживчих перевагах. З огляду на це було науково обґрунтовано параметри процесу визрівання сумішей сироваткового морозива з β -глюканами різного походження.

Метою дослідження є вивчення впливу процесу визрівання на формування показників якості морозива сироваткового з β -глюканами.

Матеріали і методи. Для виробництва морозива сироваткового використовували рідкий гідролізований концентрат демінералізованої сироватки з вмістом сухих речовин 40% (Mykhalevych, Moiseyeva, Polishchuk, & Bandura, 2024), воду, цукор білий, ванілін, стабілізаційну систему Cremodan SI 320 (Danisco A/S, Данія), ізолят сироваткового білка 90% (SPOMLEK, Польща), β -глюкан з вівса 72% (Grupa Feniks 2050, Польща) та β -глюкан з дріжджів 70% (GOLDCELL, Бразилія).

Сухі компоненти рецептури відновлювали у воді за температури 40—45 °С, фільтрували, після чого до отриманих сумішей вносили рідкий гідролізований концентрат демінералізованої сироватки та перемішували протягом 1—2 хвилин. Пастеризацію проводили за температури 85±2 °С впродовж 5 хв з подальшою гомогенізацією за тиску 12,0±2,5 МПа за допомогою лабораторного гомогенізатора-диспергатора моделі 15M-8TA «Lab Homogenizer & Sub-Micron Disperser» (GAULIN CORPORATION, Massachusetts, USA). Гомогенізовані суміші охолоджували до температури 4±2 °С, піддавали визріванню протягом 0—12 годин. Суміші фризювали за допомогою лабораторного фризера FPM-3.5/380-50 «Ельбрус400» (ВАН РОСС, Україна) до температури -5,0±0,5 °С. Зразки морозива заготовували та зберігали в морозильнику Caravell A/S (Легструп, Данія) при температурі -22±1 °С. Для забезпечення достовірності результатів зразки морозива однакового хімічного складу виготовляли тричі.

Були підготовлені такі зразки морозива:

- контроль — морозиво з 0,5% комерційної стабілізаційної системи Cremodan SI 320;

- зразок 1 — морозиво з 0,5% β -глюкану вівса;

- зразок 2 — морозиво з 0,5% β -глюкану дріжджів.

Хімічний склад зразків морозива сироваткового був таким:

- масова частка сухих речовин — 42,6—50,6%;

- масова частка жиру — 0,74—0,85%;

- масова частка білка — 6,02%;

- масова частка цукру — 9%.

В'язкість сумішей морозива визначали за допомогою віскозиметра ІКА ROTAVISC lo-vi Complete (ІКА, Штауфен, Німеччина). Для вимірювання використовували шпіндель SP-4, який занурювали в підготовлений зразок при 18±1 °С і

швидкості зсуву 200 об/хв. Значення в'язкості зчитувалися через 2 хв (Nazarewicz et al., 2022).

Збитість морозива визначали ваговим методом за різницею маси зразків однакового об'єму суміші та морозива, що виражена у відсотках, та розраховували за формулою (Sofjan, & Hartel, 2004):

$$O = (M_1 - M_2/M_2) \times 100,$$

де M_1 — маса склянки із сумішшю перед фризруванням, г; M_2 — маса склянки з морозивом після фризрування, г.

Мікроструктуру морозива досліджували за допомогою мікроскопіювання. Для цього здійснювали відбір проб з центру зразка принаймні в трьох різних місцях і на відстані 3 см від поверхні продукту. Поміщали проби в камеру Горяєва, покриту склом і негайно піддавали мікроскопії за збільшення у 160 разів. Мікрофотографії були отримані за допомогою світлового мікроскопа Olympus CX41 (Olympus Corporation, Токіо, Японія) та камери.

Органолептичну оцінку готового продукту проводили відповідно до вимог ISO 22935-3:2009 шляхом побудови профілограм за п'ятьма дескрипторами якості (зовнішній вигляд, колір, консистенція, запах, смак). Бальна оцінка для кожного дескриптора становила від 1 до 5 балів, де 1 — погано, 2 — незадовільно, 3 — задовільно, 4 — добре та 5 — відмінно.

Дані були виражені як середні значення зі стандартними відхиленнями за трикратного вимірювання. Статистичний аналіз проводили за допомогою програми Statistika 10. Відмінності вважали достовірними при валідності $\alpha = 0,95$.

Викладення основних результатів дослідження. На попередніх етапах експерименту тривалість визрівання становила 12 год, однак враховуючи застосування гідроколоїдів (білки, полісахариди) у складі морозива сироваткового доцільним є дослідження можливості раціоналізації цього процесу за рахунок скорочення тривалості визрівання, що не впливатиме на рівень якості готового продукту.

Згідно з «Типовою технологічною інструкцією з виробництва морозива молочного, вершкового, пломбіру; плодово-ягідного, ароматичного, щербету, льоду; морозива з комбінованим складом сировини» (2008) тривалість процесу визрівання для морозива повинна становити не менше 2 годин.

Саме тому було досліджено вплив тривалості визрівання на в'язкість сумішей та якісні показники морозива, зокрема збитість і середній діаметр бульбашок повітря, без визрівання (контроль) та після визрівання тривалістю 2, 4, 6, 8, 10 та 12 год. В'язкість сумішей морозива за різної тривалості процесу визрівання наведено в табл. 1.

Таблиця 1. В'язкість сироваткових сумішей за різної тривалості процесу визрівання

Тривалість визрівання, год	В'язкість, мПа·с		
	контроль	зразок 1	зразок 2
Контроль	259,8±2,7	305,7±12,2	298,3±10,7
2	265,7±3,4	340,2±10,5	349,8±15,6
4	278,1±3,0	405,5±13,8	392,1±13,3
6	295,2±4,3	457,3±20,7	451,7±24,1
8	316,5±4,9	502,9±25,6	495,4±28,9
10	339,0±4,6	550,1±27,5	538,6±28,4
12	372,3±8,2	592,4±25,0	580,2±30,8

Аналіз даних щодо тривалості визрівання та в'язкості показує, що додавання β -глюкану, як з вівса, так і з дріжджів, суттєво впливає на реологічні характеристики досліджуваних зразків. Контрольний зразок демонструє поступове збільшення в'язкості від 259,8 мПа·с до 372,3 мПа·с протягом 12 год. Натомість зразки 1 та 2 з додаванням β -глюкану мають значно вищі показники в'язкості, які зростають протягом тривалості визрівання.

Різниця у в'язкості між контрольним зразком і зразками з β -глюканом поступово збільшується в процесі визрівання. Варто зазначити, що зразки 1 та 2 демонструють дуже схожі показники в'язкості протягом усього періоду, що вказує на подібний вплив різних джерел β -глюкану на реологічні властивості.

Отримані результати свідчать, що додавання β -глюкану значно підвищує в'язкість продукту. Це може бути пов'язано з властивостями цього полісахариду утворювати міцні гелеві структури, що впливає на реологічні характеристики сумішей морозива. У дослідженні повідомлялося, що додавання β -глюкану, як з вівса, так і з дріжджів, до контрольної суміші призвело до помітного збільшення в'язкості суміші (Tomczyńska-Mleko et al., 2024). Ця загальна характеристика водорозчинних полісахаридів пояснюється обмеженою рухливістю їхніх молекул (Brummer et al., 2014). За даними Raikos, Grant, Hayes, & Ranawana (2018) додавання 0,8% β -глюкану, отриманого з дріжджів, може призвести до скорочення тривалості ферментації йогуртової суміші.

Незважаючи на відомі дані щодо реологічної поведінки β -глюканів у складі молочних харчових систем, їхній вплив на тривалість визрівання сумішей сироваткового морозива раніше не досліджувався. Одержані дані вказують на високу ефективність використання β -глюканів як стабілізуючих компонентів, що дає змогу виготовляти продукт з бажаними реологічними властивостями без визрівання.

На наступному етапі було визначено показники якості морозива за варійованої тривалості визрівання. Збитість і середній діаметр повітряних бульбашок морозива сироваткового наведено на рис. 1 та 2 відповідно.

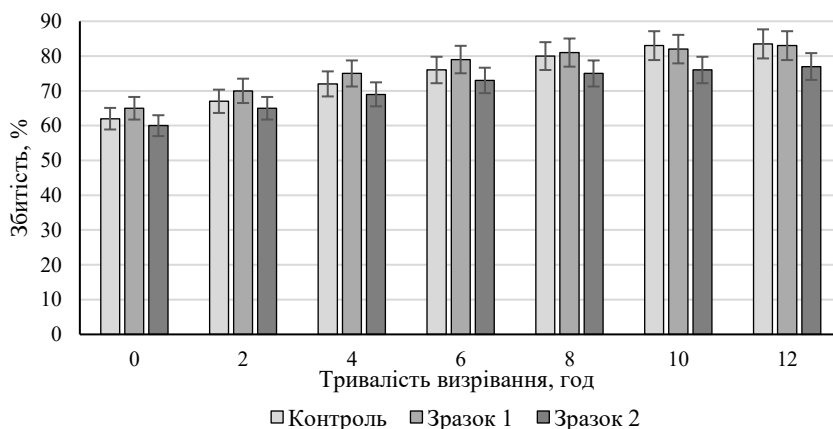


Рис. 1. Збитість морозива сироваткового

З отриманих даних можна побачити (рис. 1), що збитість морозива сироваткового є задовільною (понад 60%), що свідчить про високий ступінь структурування

сумішей, які містять біополімери, зокрема білки та полісахариди. Середній діаметр бульбашок повітря (рис. 2) також вказує на насичення суміші морозива однорідними та невеликими бульбашками (середній діаметр — не більше 25,43 мкм), що забезпечує задовільний показник збитості.

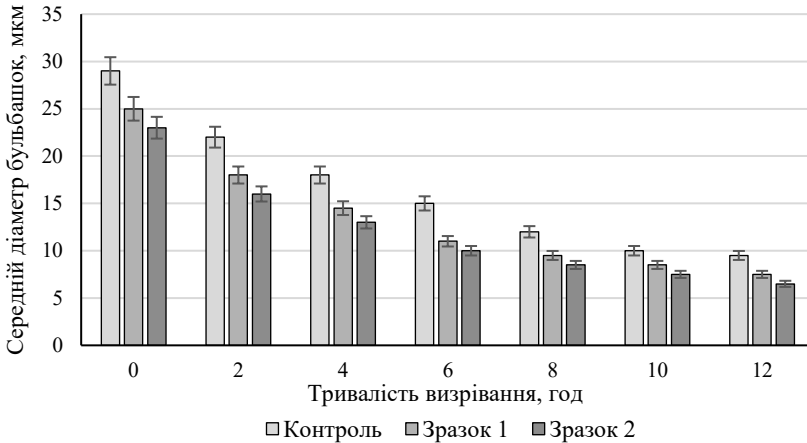


Рис. 2. Середній діаметр повітряних бульбашок морозива сироваткового

Оцінка збитості і дисперсності повітряної фази у морозиві дає змогу виявити не лише ефективність утримання бульбашок повітря, а й стабільність емульсійно-пінної системи. Додавання β -глюканів як гідроколоїдів, які поєднують піноутворювальні та стабілізуючі властивості, забезпечує суттєві переваги за ключовими структурно-механічними показниками.

Використання β -глюканів вівса (зразок 1) та дріжджів (зразок 2) продемонструвало підвищення збитості морозива порівняно з контрольним зразком. Однак важливим є не лише абсолютне значення збитості, а й характер її зростання. Для обох зразків з β -глюканами спостерігається більш стрімкий ріст показника у перші 6 год визрівання, що свідчить про прискорену стабілізацію дисперсної системи. Це потенційно дає змогу раціоналізувати технологічний процес, скоротивши тривалість визрівання без втрати якості продукту.

Разом з тим досягнення високих значень збитості при збереженні або зменшенні середнього діаметра повітряних бульбашок є критичним для однорідності структури і стійкості продукту до зберігання. Зразки з β -глюканами продемонстрували не лише кращу піноутворювальну здатність, але й ефективнішу стабілізацію повітряної фази, про що свідчить значно менший розмір бульбашок навіть на ранніх етапах визрівання. Особливо показовим є зразок 2, де дисперсність повітряної фази зберігається на рівні, характерному для продуктів із довготривалим визріванням, вже після 2—4 годин. Виявлений ефект вказує на високу поверхневу активність дріжджового β -глюкану, що можна гіпотетично пояснити його специфічною розгалуженою структурою.

Зворотно контрольна система демонструє не лише менш виражений ріст збитості, але й повільніший процес формування стабільної пінної структури, що підтверджується більшим діаметром бульбашок навіть при максимальній тривалості

визрівання. Це може свідчити про нижчу стабільність плівки на межі «повітря—фаза», сформованої за участі класичних стабілізаторів.

Отже, морозиво сироваткове можна виготовляти без застосування процесу визрівання через високий початковий ступінь структурування сумішей і прийнятні показники якості готового продукту.

З метою всебічної оцінки якості морозива, виготовленого без операції визрівання, було проведено його органолептичну оцінку. Отримані дані представлені у вигляді профілограми на рис. 3.

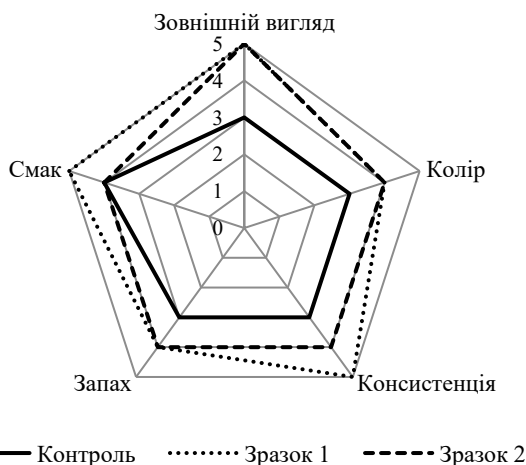


Рис. 3. Органолептична оцінка морозива сироваткового

Органолептична оцінка вказує на перевагу морозива з β -глюканами над контрольним зразком. Зразок 1 (з β -глюканом вівса) отримав найвищі бали за всіма критеріями, особливо за консистенцію, зовнішнім виглядом і смаком. Це вказує на ефективну стабілізацію структури та покращення сенсорного профілю морозива. Зразок 2 (з β -глюканом дріжджів) також продемонстрував покращені показники, хоча дещо нижчі за консистенцією та смаком, що може свідчити про специфічні органолептичні властивості β -глюкану з дріжджів. Натомість контрольний зразок мав найнижчі оцінки, що підтверджує нижчу ефективність використання комерційної стабілізаційної системи для цього типу морозива.

Висновки

1. Застосування β -глюканів у складі сироваткового морозива значно підвищує в'язкість продукту, що пов'язано з властивостями вказаних біополімерів утворювати міцні гелеві структури, які суттєво впливають на реологічні характеристики продукту.

2. Зразки морозива з β -глюканам вівса та дріжджів продемонстрували не лише кращу піноутворювальну здатність, але й ефективнішу стабілізацію повітряної фази, на відміну від контрольного зразка, про що свідчить значно менший розмір бульбашок повітря навіть на ранніх етапах визрівання. Отримані дані вказують на

те, що морозиво сироваткове можна виготовляти без процесу визрівання через високий ступінь структурування сумішей до початку низькотемпературного витримання та доволі високі показники якості готового продукту.

3. Органолептична оцінка морозива, виготовленого без визрівання сумішей вказує на перевагу показників якості морозива з β -глоканами над контрольним зразком, що забезпечує покращення зовнішнього вигляду, консистенції та смаку.

Подяка

Результати отримано в межах науково-дослідних робіт державного фінансування Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ: «Розроблення технології повторного використання вторинних молочних ресурсів для виробництва нових продуктів та зменшення утворення харчових відходів» (державний реєстраційний номер — 0124U000965) і «Наукове обґрунтування та розроблення ресурсоефективних технологій харчової продукції цільового призначення як імператив продовольчої безпеки України» (реєстраційний номер 0123U102060). Автори також висловлюють подяку АТ «Молочний Альянс», яке надало суху демінералізовану сироватку для проведення дослідження.

Література

Рудакова Т. В., Мінорова А. В., Наріжний С. А. (2023). Формування структури низькокалорійного морозива із рослинними складовими. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: збірник наукових праць*, 1(178), 124—131. https://tvppt.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyku/pererobka/tehnol_1_2023.pdf.

Осьмак, Т. Г., Михайлюк, І. Ю. (2014). Натуральні цукрозамінники — перспективний інгредієнт молочного морозива. *Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 80 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів*, 1, 486—487.

Типова технологічна інструкція з виробництва морозива молочного, вершкового, пломбіру; плодово-ягідного, ароматичного, шербету, льоду; морозива з комбінованим складом сировини: ТПТ 31748658-1-2007 до ДСТУ 4733:2007, 4734:2007, 4735:2007. [Чинна від 2008-01-01]. К.: Асоціація українських виробників «Українське морозиво та заморожені продукти», 2007.

Vajad, D. N., Kalyankar, S. D., Dehmukh, M. A., Bachanti, P. R., & Bajad, G. S. (2016). Impact of physico-chemical properties of mix on the final quality of ice-cream. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 35(4), 293—297. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.v35i4.6627>.

Brunner, Y., Defelice, C., Wu, Y., Kwong, M., Wood, P. J., & Tosh, S. M. (2014). Textural and Rheological Properties of Oat Beta-Glucan Gels with Varying Molecular Weight Composition. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(14), 3160—3167. <https://doi.org/10.1021/jf405131d>.

De Meneses, R. B., Moura, D. C. C., de Almeida, D. T., da Silva Bispo, E., Maciel, L. F., da Rocha-Leão, M. H. M., & Conte-Junior, C. A. (2021). Impact of different dairy wheys on quality parameters of ice cream. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 16(1), 1—10. <https://doi.org/10.5039/agraria.v16i1a8028>.

Goff, H. D., Hartel, R. W., & Rankin, S. A. (2025). Mix processing and properties. In *Ice cream* (pp. 169—210). Springer, Cham.

Jovanović, S., Barać, M., & Mačej, O. (2005). Whey proteins-properties and possibility of application. *Mljekarstvo*, 55(3), 215—233. https://www.researchgate.net/publication/26456482_Whey_proteins-Properties_and_Possibility_of_Application.

Kamińska-Dwórznička, A., Łaba, S., & Jakubczyk, E. (2022). The effects of selected stabilizers addition on physical properties and changes in crystal structure of whey ice cream. *LWT*, 154, 112841. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112841>.

Mykhalevych, A., Moiseeva, L., Polishchuk, G., Bandura, U., & Buniowska-Olejnik, M. (2024). Comparative analysis of functional and technological properties of β -glucans from oats and yeast in whey ice cream. *Ukrainian Food Journal*, 13(3), 507—519. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2024-13-3-6>.

Mykhalevych, A., Moiseyeva, L., Polishchuk, G., & Bandura, U. (2024). Determining patterns of lactose hydrolysis in liquid concentrates of demineralized whey. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(11(132)), 24—32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.318337>.

Mykhalevych, A., Sapiga, V., Polishchuk, G., Osmak, T. (2022). Functional and technological properties of oat beta-glucan in acidophilic-whey ice cream. *Food Environ. Saf.*, 21(2), 116—128. <https://dSPACE.nuft.edu.ua/items/80beb88e-db60-4781-8af3-f7d4bc2117a8>.

Nazarewicz, S., Kozłowicz, K., Kobus, Z., Gładyszewska, B., Matwijczuk, A., Ślusarczyk, L., Skrzypek, T., Sujka, M., & Kozłowicz, N. (2022). The Use of Ultrasound in Shaping the Properties of Ice Cream with Oleogel Based on Oil Extracted from Tomato Seeds. *Appl. Sci.*, 12, 9165. <https://doi.org/10.3390/app12189165>.

Raikos, V., Grant, S. B., Hayes, H., Ranawana, V. (2018). Use of β -glucan from spent brewer's yeast as a thickener in skimmed yogurt: Physicochemical, textural, and structural properties related to sensory perception. *J. Dairy Sci.*, 101, 5821—5831. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14261>.

Rejdlová, A., Lorencová, E., Mišková, Z., & Salek, R. N. (2025). Techno-Functional Properties and Recent Advances in the Manufacturing of Whey Beverages: A Review. *Applied Sciences*, 15(4), 1846. <https://doi.org/10.3390/app15041846>.

Sapiga, V., Polishchuk, G., Osmak, T., Mykhalevych, A., & Maslikov, M. (2019). Scientific explanation of the composition and technological modes of manufacture of dairy ice cream with vegetable puree. *Ukrainian Journal of Food Science*, 7(1), 83—91. <https://doi.org/10.24263/2310-1008-2019-7-1-10>.

Smet, K., De Block, J., Van Der Meeren, P., Raes, K., Dewettinck, K., & Coudijzer, K. (2010). Influence of milk fatty acid composition and process parameters on the quality of ice cream. *Dairy Science & Technology*, 90(4), 431—447. <https://doi.org/10.1051/dst/2010006>.

Sofjan, R. P., & Hartel, R. W. (2004). Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal*, 14, 255—262. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2003.08.005>.

Tomczyńska-Mleko, M., Mykhalevych, A., Sapiga, V., Polishchuk, G., Terpiłowski, K., Mleko, S., Sołowiej, B. G., & Pérez-Huertas, S. (2024). Influence of Plant-Based Structuring Ingredients on Physicochemical Properties of Whey Ice Creams. *Applied Sciences*, 14(6), 2465. <https://doi.org/10.3390/app14062465>.

Vaikousi, H., & Biliaderis, C. G. (2005). Processing and formulation effects on rheological behavior of barley β -glucan aqueous dispersions. *Food chemistry*, 91(3), 505—516. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.04.042>.

Wagoner, T., Vardhanabhuti, B., & Foegeding, E. A. (2016). Designing whey protein-polysaccharide particles for colloidal stability. *Annual review of food science and technology*, 7(1), 93—116. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-041715-033315>.