

УДК 637.146.34

# SCIENTIFIC RATIONALE FOR THE FORMULATION OF YOGURTS WITH STARCH DERIVATIVES

H. Polishchuk, O. Ivashchenko  
National University of Food Technologies

| Key words:                                                                                           | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| yogurt<br>dry skimmed milk residue<br>protein<br>glucose syrup<br>maltodextrin<br>quality indicators | <p>The article analyzes the current requirements for the chemical composition of yogurt with fillers, particularly in terms of the content of milk-solids-nonfat (MSNF) and protein. According to existing regulatory requirements in various countries, the minimum MSNF content in yogurt should range from 8.2% to 8.6%, with protein content not less than 2.7—2.8%. The calculation method confirmed that without the additional inclusion of dry dairy products (with a high MSNF content) into the standardized mixture based on skimmed milk and cream (where the MSNF content does not exceed 8.7%), it is impossible to produce dessert yogurt with starch derivatives (maltodextrin and dry glucose syrup) in a technologically feasible amount of 9%. To standardize the chemical composition of yogurt with fillers, dry demineralized whey with a 40% demineralization level was selected as a source of MSNF. The formulations of yogurt with a minimally required MSNF content varying between 8.2% and 8.6% were calculated. It was demonstrated that the organoleptic and physicochemical characteristics of yogurt samples with starch derivatives and dry demineralized whey in amounts ranging from 0.32% to 0.77% change insignificantly. The protein content in the studied yogurt samples ranges from 2.91% to 2.99%, fully complying with regulatory requirements. Based on basic formulations of yogurt with starch derivatives and dry demineralized whey, original formulations were developed with chicory extract and sesame tahini. Formulations of yogurt with flavor fillers containing 1% chicory extract and 4% sesame tahini are recommended for implementation to expand the range of fermented beverages with enhanced nutritional value.</p> |
| Article history:                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Received 28.11.2024<br>Received in revised form 30.11.2024<br>Accepted 07.12.2024                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Corresponding author:<br>milknuft@i.ua                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

DOI: 10.24263/2225-2916-2024-36-5

## НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ ЙОГУРТУ З КРОХМАЛЕПРОДУКТАМИ

Г. Є. Поліщук, д-р техн. наук, ORCID ID: 0000-0003-3013-3245

О. М. Іващенко, аспірант, ORCID ID: 0000-0001-9477-619X

Національний університет харчових технологій

*У статті проаналізовано вимоги до вмісту сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) і білка в йогурті з наповнювачами. Виявлено, що мінімальний вміст СЗМЗ в йогурті з наповнювачами становить від 8,2 до 8,6%, а білка — від 2,7 до 2,8%. Для нормалізації йогурту за вмістом СЗМЗ з мальтодекстрином і глюкозним сиропом у кількості 9% обрано суху демінералізовану сироватку. Розраховано базові рецептури йогурту з унормованим вмістом СЗМЗ та оригінальні рецептури йогурту зі смако-ароматичними інгредієнтами.*

**Ключові слова:** йогурт, сухий знежирений молочний залишок, білок, глюкозний сироп, мальтодекстрин, показники якості.

**Вступ.** Йогурт є популярним ферментованим молочним напоєм з характерною густою консистенцією, що обумовлено підвищеним вмістом сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) [1]. Однак у різних країнах світу вимоги до хімічного складу йогурту, зокрема з наповнювачами, доволі суттєво відрізняються. Так, у деяких країнах пострадянського простору згідно з чинним міждержавним стандартом (ГОСТ 31981-2013) масова частка білка в йогуртах з наповнювачами повинна складати не менше 2,8%, а масова частка СЗМЗ — не менше 8,5%. Для досягнення вказаних вимог масову частку СЗМЗ у молоці рекомендовано нормалізувати до вмісту не менше 9,5%, зокрема до вмісту білка не нижче 3,2%.

В Україні чинний ДСТУ 4343:2004 «Йогурти. Загальні технічні умови» регламентує у складі йогурту масову частку «сухих знежирених речовин» не менше 9,5%, що викликає низку питань. По-перше, у цьому стандарті не уточнено, про які «сухі знежирені речовини» йдеться — сухі речовини молока чи їх сукупний вміст разом з сухими речовинами цукру і наповнювачів у складі йогуртів десертного призначення? По-друге, відсутня інформація про вміст «сухих знежирених речовин» для йогуртів з наповнювачами, але вказана масова частка цукру (не менше 5%) для йогурту або з цукром, або з фруктовими наповнювачами. Інші види підсолоджувачів не вказані, хоча, відповідно до вимог Управління з контролю за продуктами й ліками США (FDA) (CFR — Code of Federal Regulations, Title 21), до складу йогурту можна додавати всі безпечні вуглеводні та непоживні підсолоджувачі за мінімального вмісту СЗМЗ 8,25%, з яких білка має бути не менше 2,7%, що ідентичне його значенню у натуральному молоці. Codex Alimentarius [2] і Національне агентство з контролю за якістю харчових продуктів і ліків (NAFDAC) [3] також регламентують мінімальний вміст білка в молоці для виробництва йогурту, який має бути не меншим за 2,7%.

Всесвітньо відомий вчений А. Таміме [4] наводить узагальнений діапазон мінімального вмісту СЗМЗ у йогурті, що коливається у межах від 8,2 до 8,6 г/100 відповідно до вимог стандартів у різних країнах світу.

Зважаючи на зазначене вище, під час розроблення рецептур йогурту, зокрема десертного призначення, що містить підсолоджувачі та наповнювачі, необхідно враховувати вказані вище діапазони вмісту СЗМЗ та білка згідно із загальноприйнятими нормативними вимогами.

**Огляд останніх досліджень і публікацій.** Для підтримки балансу щодо вмісту СЗМЗ і білка в рецептурах йогурту зазвичай передбачають застосування сухого знежиреного молока і сухих білкових концентратів [5]. Для додаткового структурування йогурту часто застосовують харчові натуральні або хімічно модифіковані гідроколоїди, але вони можуть спричинювати вади консистенції продукту за надмірного (желеподібна) або недостатнього (текуча) структурування [6].

У Національному університеті харчових технологій (м. Київ) розроблено технологію йогурту питного із сухими структуруючими та підсолоджуючими крохмалепродуктами — мальтодекстрином і глюкозним сиропом [7]. Доведено можливість повної заміни цукру і сухого знежиреного молока у складі йогурту жирністю 1% на крохмалепродукти в кількості 9%. Вказаний вміст крохмалепродуктів у йогурті науково обґрунтований авторами і дає змогу одержувати продукт високої якості за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками [8, 9]. У разі низького вмісту СЗМЗ у вихідному молоці цей показник підвищували шляхом нормалізації молочної суміші з крохмалепродуктами до показника не нижче 8,2%, у тому числі за вмістом білка не менше 2,7%.

Згідно з «Положенням про молоко та молочні продукти, 2005», розробленим Національним агентством з контролю за якістю харчових продуктів і ліків (NAFDAC) [10], для нормалізації вихідного молока за вмістом СЗМЗ у технології йогурту дозволено застосовувати такі білково-вуглеводні та білкові молочні концентрати: сухе молоко, сухе знежирене молоко, згущену сироватку, суху сироватку, сироваткові протеїни, концентрати сироваткового білка, харчовий казеїн та казеїнати. З наведеного переліку найдешевшою є згущена та суха сироватка. Зокрема, суха демінералізована сироватка (СДС) як джерело СЗМЗ більше, ніж удвічі дешевша, порівняно із сухим знежиреним молоком, а демінералізація сироватки дає змогу уникати надлишкового відчуття солоності в йогурті, тому саме цей сухий продукт переробки сироватки було обрано як найбільш перспективне та економічно вигідне джерело СЗМЗ з метою нормалізації молочних сумішей для виробництва йогурту з крохмалепродуктами.

Для нормалізації молока сухою демінералізованою сироваткою в більш широкому діапазоні рекомендованих у різних країнах світу значень СЗМЗ (від 8,2 до 8,6%) для йогурту жирністю 1% з вмістом 9% крохмалепродуктів та з новими смако-ароматичними інгредієнтами необхідно провести відповідні розрахунки, розробити базові рецептури та перевірити вплив варійованого вмісту СЗМЗ на якість готового продукту.

Для надання йогурту з крохмалепродуктами привабливих кольору, смаку та аромату, а також для збагачення біологічно цінними сполуками [11, 12], доцільним є розроблення оригінальних рецептур продукту на основі базових (типових) рецептур із застосуванням натуральних смако-ароматичних інгредієнтів. Одним з найбільш прийнятних для поєднання з кисломолочною основою є екстракт цикорію, який як смако-ароматичний і барвний інгредієнт застосовують у складі різноманітних напоїв [13], а також як харчову добавку у медичній практиці [14]. Цикорій є імуномодуючим, протипухлинним, антиоксидантним і пребіотичним інгредієнтом, рекомендованим для дієтичного і лікувально-профілактичного харчування [15]. Прийнятність застосування екстракту цикорію у кількості 1% у складі йогурту, що містить % сухого знежиреного молока, 0,2% пектину та 1,5% цукру доведено Дж. Дана та ін. [16]. Принципово новим наповнювачем у складі йогурту також може бути кунжутна паста тахіні, виготовлена з очищеного смаженого насіння білого кунжута. Хімічний складу пасти тахіні: 22,9—24,7% білка, 58,9—59,2% жирів, 2,3%

клітковини, 3,0% золи та < 1,0% вологи. 85% жирних кислот кунжуту відносяться до поліненасичених. Олеїнової кислоти міститься 42,4%, лінолевої — 39,7%, пальмітинової — 9,8%, стеаринової — 6,4%. Паста також містить, (мг/100 г): фосфор (692), магній (362), ферум (7,19), купрум (1,96), манган (1,46) і цинк (7,82) [17]. Інформація про застосування кунжутної пасти тахіні у складі йогурту відсутня. Вказані натуральні інгредієнти, які виготовляють в Україні і позитивно впливають на організм людини, цілком можливо застосувати для розробки нових оригінальних рецептур йогурту з крохмалепродуктами та унормованим вмістом СЗМЗ.

Отже, за результатами проведеного теоретичного аналізу сучасного стану питання щодо вимог до складу йогуртів, зокрема вмісту СЗМЗ, та наявних на вітчизняному ринку перспективних і натуральних наповнювачів, визначено критерії та рецептурні складові для розроблення оригінальних рецептур йогурту з крохмалепродуктами і смако-ароматичними інгредієнтами.

**Метою дослідження** є розроблення нових рецептур йогурту з крохмалепродуктами та наповнювачами з урахуванням нормативних вимог до його хімічного складу, зокрема за вмістом сухого знежиреного молочного залишку і білка.

**Матеріали і методи.** Зразки йогурту готували із застосуванням таких крохмалепродуктів:

- сиропу глюкозного сухого, виготовленого відповідно до ТУ 10.6-00383372-023:2022 «Сиропи глюкозні сухі. Технічні умови» (ТОВ Інтестарч Україна), декстрозний еквівалент якого становить 40;

- мальтодекстрину МД-18, виготовленого відповідно до ТУ У 10.6-00383372-015:2018 «Мальтодекстрин. Технічні умови» (ТОВ Інтестарч Україна), декстрозний еквівалент якого 20.

Для нормалізації молочних сумішей за вмістом СЗМЗ використовували суху демінералізовану сироватку з рівнем демінералізації 40% (ТУ У 15.5-00419880-089:2009 «Сироватка молочна демінералізована суха (СД-НФ). Технічні умови»), виготовлену на ТОВ «Літинський молочний завод» (Україна).

Як наповнювачі використовували екстракт цикорію, виготовлений відповідно до ТУ У 15.8-02133509-001-2002 «Цикорій розчинний. Технічні умови» на ТДВ «Славутський цикорієсушильний завод» і кунжутну пасту тахіні з очищеного смаженого насіння білого кунжута преміального сорту Humera (ТУ У 10.3-41471489-001:2017, виробник «SigNature», Україна).

У нормалізовані пастеризовані та охолоджені до температури 40—42 °С молочні суміші з крохмалепродуктами вносили активовану закваску для йогурту (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*) і ферментували їх за температури 41±1 °С до досягнення значень титрованої кислотності згустку не нижче 80 °Т. Екстракт цикорію вносили в нормалізовану молочну суміш з крохмалепродуктами до пастеризації, а пасту тахіні — у згусток під час перемішування перед фасуванням.

Активну кислотність визначати потенціометричним методом за допомогою лабораторного вимірювача pH/MV/ISE/Temp ADWA AD1200 ATC. Умовну в'язкість перемішаних до гомогенного стану зразків йогурту за температури 20 °С вимірювали за допомогою віскозиметра ВЗ-246.

Ступінь синерезису визначали фільтруванням 100 см<sup>3</sup> кисломолочних згустків через паперовий фільтр вимірюванням об'єму відділеної сироватки у см<sup>3</sup> впродовж 30 хв.

Органолептичні властивості зразків йогурту оцінювали шляхом сенсорного профілювання за п'ятибальною описовою шкалою відповідно до стандартного методу ISO [EN ISO 13299:2016] за сенсорними атрибутами: зовнішній вигляд, консистенція, колір, смак, запах. Одержані за кожною з п'яти характеристик бали перераховували з урахуванням коефіцієнтів вагомості: смак — 0,3, консистенція — 0,3, аромат — 0,2, зовнішній вигляд — 0,1, колір — 0,1. Оцінку рівня якості кожного зразка йогурту проводили за таким диференціюванням: 21—25 балів відмінний; 16—20,9 бала — добрий; 11—15,9 бала — задовільний; 6—10,9 бала — поганий (практично неприйнятний); менше 6 балів — дуже поганий (неприйнятний).

Показники якості зразків йогурту аналізували відразу після виготовлення і після 7 та 14 діб зберігання.

Обробку статистичних даних проведено за допомогою програми Statistika 10 за заданої три-, п'ятикратної повторюваності.

**Результати досліджень.** З метою вивчення впливу СЗМЗ у кількості від 8,2 до 8,6% на показники якості йогурту було проведено розрахунки рецептурного складу молочних сумішей з крохмалепродуктами. Кількісний діапазон вмісту СЗМЗ було обрано відповідно до даних А. Таміме [4]. Для розрахунку було прийнято такий усереднений склад молочних складових [18].

- нормалізоване молоко для виробництва 1% йогурту: білки — 3,2%, молочний жир — 1,1%, вуглеводи (лактоза) — 4,8%, мінеральні сполуки — 0,7%, СЗМЗ — 8,7%;

- суха сироватка зі ступенем демінералізації 40%: СЗМЗ — 97%, білка — 11,5%, лактози — 73,0%, мінеральних речовин — 6,3%.

Для розрахунку кількості СДС, призначеної для нормалізації молочних сумішей з крохмалепродуктами за вмістом СЗМЗ, були задані такі базові показники йогурту:

- масова частка жиру — 1,0%;
- масова частка СЗМЗ — 8,2% (зразок 1), 8,4% (зразок 2) і 8,6% (зразок 3);
- масова частка сухого крохмалепродукту (мальтодекстрину МД-18 або сухого глюкозного сиропу) — 9%.

Результати розрахунку рецептур і хімічного складу двох варіантів йогурту з крохмалепродуктами, що містять 8,2% і 8,6% СЗМЗ, наведено у табл. 1.

*Таблиця 1. Рецептурний і хімічний склад нормалізованих за вмістом СЗМЗ молочних сумішей для виробництва йогурту м. ч. ж. 1% з крохмалепродуктами*

| Рецептурні компоненти та хімічні складові | Контрольний зразок | Зразок 1 (нижня межа вмісту СЗМЗ) | Зразок 2 (середній вміст СЗМЗ) | Зразок 3 (верхня межа вмісту СЗМЗ) |
|-------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| <b>Рецептурний склад, %</b>               |                    |                                   |                                |                                    |
| Молоко                                    | 91,0               | 90,68                             | 90,47                          | 90,23                              |
| СДС                                       | —                  | 0,32                              | 0,53                           | 0,77                               |
| Сухий крохмалепродукт                     | 9,0                | 9,0                               | 9                              | 9,0                                |
| Всього:                                   | 100,0              | 100,0                             | 100                            | 100,0                              |
| <b>Хімічний склад, %</b>                  |                    |                                   |                                |                                    |
| Білок                                     | 2,91               | 2,95                              | 2,97                           | 2,99                               |
| Лактоза                                   | 4,37               | 4,59                              | 4,75                           | 4,91                               |
| Вуглеводи крохмалепродукту                | 8,73               | 8,73                              | 8,73                           | 8,73                               |
| Мінеральні сполуки                        | 0,64               | 0,66                              | 0,68                           | 0,70                               |
| СЗМЗ                                      | 7,92               | 8,2                               | 8,4                            | 8,6                                |

Отже, розрахунковим методом підтверджено, що без додаткового внесення сухих молочних продуктів у молоко з масовою часткою СЗМЗ не більше 8,7%, неможливо виготовити йогурт десертного призначення з унормованим вмістом СЗМЗ і заданою масовою часткою крохмалепродуктів, що становить 9%.

Відповідно до складу рецептур масова частка білка в контрольному і досліджуваних зразках знаходиться у межах від 2,91 до 2,99%, що повністю відповідає вимогам Codex Alimentarius (не менше 2,7%) [2]. Для унормування хімічного складу йогурту за вмістом СЗМЗ у межах від 8,2 до 8,6% до складу рецептур достатньо увести від 0,32 до 0,77% СДС, що є цілком виправданим як з технологічної, так і економічної точки зору.

Розраховані базові рецептури були використані для виготовлення зразків йогурту з варійованим вмістом СЗМЗ та двома видами сухих крохмалепродуктів — мальтодекстрином і глюкозним сиропом у кількості 9%. Зразки йогурту досліджували за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

Фізико-хімічні показники йогурту з крохмалепродуктами та варійованим вмістом СЗМЗ наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Фізико-хімічні показники йогурту з крохмалепродуктами та варійованим вмістом СЗМЗ (n = 3, P ≥ 0,95)

| Досліджувані зразки йогурту | Активна кислотність, од. рН | Ступінь синерезису, см <sup>3</sup> | Умовна в'язкість, с |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| <b>М. ч. СЗМЗ 7,92%</b>     |                             |                                     |                     |
| Контроль з МД-18            | 4,74±0,05                   | 0,75±0,01                           | 24,5±1,2            |
| Контроль з СГС              | 4,58±0,04                   | 1,10±0,04                           | 18,3±0,9            |
| <b>М. ч. СЗМЗ 8,2%</b>      |                             |                                     |                     |
| Зразок з МД-18              | 4,72±0,07                   | 0,50±0,01                           | 26,0±1,0            |
| Зразок з СГС                | 4,55±0,07                   | 0,93±0,03                           | 20,7±0,9            |
| <b>М. ч. СЗМЗ 8,4%</b>      |                             |                                     |                     |
| Зразок з МД-18              | 4,70±0,04                   | 0,45±0,01                           | 27,5±1,1            |
| Зразок з СГС                | 4,53±0,06                   | 0,87±0,03                           | 21,5±0,9            |
| <b>М. ч. СЗМЗ 8,6%</b>      |                             |                                     |                     |
| Зразок з МД-18              | 4,70±0,06                   | 0,40±0,01                           | 29,5±1,3            |
| Зразок з СГС                | 4,53±0,06                   | 0,75±0,02                           | 22,0±1,0            |

За даними табл. 2 можна відзначити певне зниження ступеня синерезису та незначне підвищення умовної в'язкості йогурту за збільшення вмісту СЗМЗ, що пояснюється додатковим внесенням у зразки сухих речовин молока. Активна кислотність зразків дещо знижується внаслідок активізації молочнокислих бактерій в присутності доданої кількості лактози і мінеральних речовин у складі СДС. Сухий мальтодекстрин і сухий глюкозний сироп по-різному впливають на фізико-хімічні показники йогурту, зважаючи на особливості хімічного складу, обумовленого ступенем деструкції макромолекул крохмалю (декстрозним еквівалентом), що було доведено в попередніх дослідженнях [7]. За результатами дослідження органолептичних характеристик зразків йогурту суттєвих відмінностей не виявлено.

Отже, можна зробити висновок, що присутність структуруючих і підсолоджуючих крохмалепродуктів різного хімічного складу у кількості 9% більшою мірою впливають на фізико-хімічні та органолептичні показники йогурту, ніж підвищення вмісту СЗМЗ на 0,28—0,68%. Тож цілком можливо одержувати продукт достатньо

високої споживчої якості навіть за найнижчого унормованого вмісту СЗМЗ (8,2%) у йогурті з крохмалепродуктами без смако-ароматичних наповнювачів.

На основі базових рецептур з унормованим вмістом СЗМЗ було розроблено декілька оригінальних рецептур зі смако-ароматичними інгредієнтами — екстрактом цикорію і пастою тахіні. Масову частку екстракту цикорію було обрано, зважаючи на його рекомендований вміст у йогурті — до 1,0% [16], а вміст пасти тахіні обрано, зважаючи на її рекомендований вміст у молочних крохмальних кремах і молочних пастах для дитячого харчування — до 4% [19, 20]. Для визначення раціонального вмісту інгредієнтів досліджували дві групи зразків — з екстрактом цикорію (0,6—1,0%) і пастою тахіні (2—4%).

Для розроблення рецептури з цикорієм, зважаючи на незначне зниження вмісту молока, за базову було обрано суміш з м. ч. СЗМЗ 8,4%, а для рецептури з тахіні, за більшого вмісту цієї пасти, обрано базову суміш з м. ч. СЗМЗ 8,6%.

Рецептури зразків йогурту з екстрактом цикорію і пастою тахіні наведені у табл. 3—4.

Таблиця 3. Рецептури йогурту з мальтодекстрином МД-18 та екстрактом цикорієм

| Рецептурні компоненти | Масова частка екстракту цикорію, % |                   |                   |                   |
|-----------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                       | 0<br>(контроль1)                   | 0,6<br>(зразок 1) | 0,8<br>(зразок 2) | 1,0<br>(зразок 3) |
| Молоко 1,11%          | 90,47                              | 89,87             | 89,67             | 89,47             |
| СДС                   | 0,53                               | 0,53              | 0,53              | 0,53              |
| Сухий крохмалепродукт | 9                                  | 9,0               | 9,0               | 9,0               |
| Екстракт цикорію      | —                                  | 0,6               | 0,8               | 1,0               |
| Всього:               | 100,0                              | 100,0             | 100,0             | 100,0             |
| СЗМЗ                  | 8,4                                | 8,33              | 8,31              | 8,29              |

Таблиця 4. Рецептури йогурту з сухим глюкозним сиропом і пастою тахіні

| Рецептурні компоненти | Масова частка пасти тахіні, % |                 |                 |                 |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                       | 0<br>(контроль 2)             | 2<br>(зразок 4) | 3<br>(зразок 5) | 4<br>(зразок 6) |
| Молоко 1,11%          | 90,23                         | 88,23           | 87,23           | 86,23           |
| СДС                   | 0,77                          | 0,77            | 0,77            | 0,77            |
| Сухий крохмалепродукт | 9,0                           | 9,0             | 9,0             | 9,0             |
| Паста тахіні          | —                             | 2               | 3               | 4               |
| Всього:               | 100,0                         | 100,0           | 100,0           | 100,0           |
| СЗМЗ                  | 8,6                           | 8,43            | 8,34            | 8,25            |

Результати визначення фізико-хімічних показників йогурту з цикорієм і йогурту з тахіні, у тому числі впродовж зберігання терміном до 14 діб, наведено на рис. 1—3. Позначення зразків на рисунках відповідають позначенням, наведеним у табл. 3—4.

Відповідно до рис. 1 активна кислотність зразків з екстрактом цикорію дещо нижча, порівняно з контрольним зразком, за наявності кислотних сполук в екстракті, що підтверджується результатами досліджень Г. Фещенко [21]. Впродовж зберігання екстракт цикорію певною мірою стримує зниження кислотності, що можна пояснити високим вмістом в екстракті вологозв’язуючого полісахариду — інуліну, який відігріє роль стабілізатора. Екстракт цикорію у йогурті дещо гальмує синерезис і підвищує умовну в’язкість йогурту за рахунок ймовірної взаємодії між молочними білками та інуліном [22].

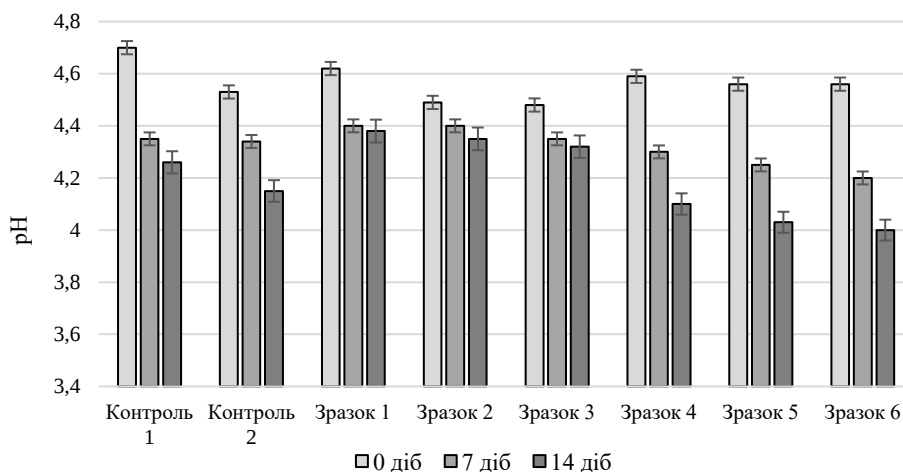


Рис. 1. Динаміка зміни активної кислотності зразків йогурту впродовж зберігання

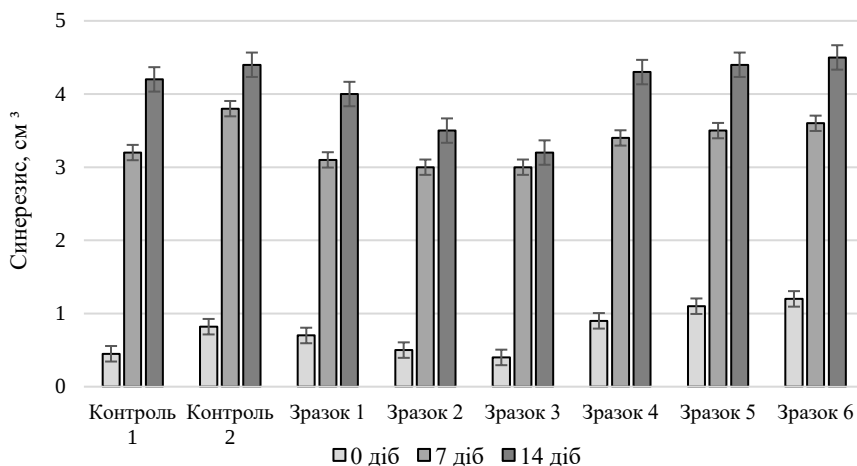


Рис. 2. Динаміка зміни синерезису зразків йогурту впродовж зберігання

Що стосується здатності згустку йогурту утримувати вологу (рис. 2), то слід відмітити суттєве покращання цього показника, порівняно з контрольним зразком, для продукту з екстрактом цикорію. Цей ефект може бути результатом утворення комплексів «інулін-сироваткові білки» [23], які зміцнюють тримірну сітку молочно-білкового гелю. На відміну від екстракту цикорію, паста тахіні навіть дещо підвищує синерезис йогурту зі збільшенням вмісту цього наповнювача на тлі зниження вмісту СЗМЗ від 8,43 до 8,25% та відповідного порушення цілісності згустку твердими рослинними часточками пасты.

За даними, наведеними на рис. 3, очевидним є те, що умовна в'язкість зразків йогурту (рис. 3) залежить від таких чинників: виду крохмалепродукту (мальтодекстрин має вищу структуруючу здатність, порівняно з глюкозним сиропом), вмісту сухих речовин, у тому числі наповнювача, утворення комплексів між інуліном і білками (для зразків з екстрактом цикорію).

За результатами комплексної органолептичної оцінки було одержано загальний зважений бал зразків йогурту, за яким було визначено їхній рівень якості (табл. 5).

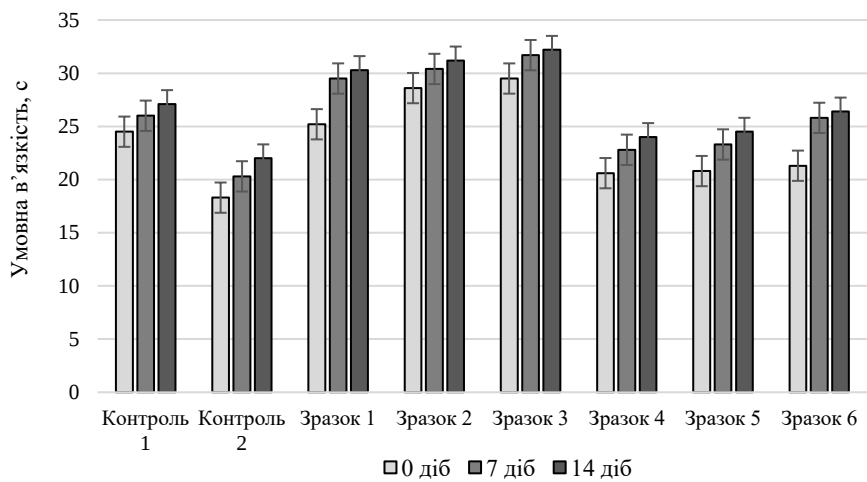


Рис. 3. Динаміка зміни умовної в'язкості зразків йогурту впродовж зберігання

Таблиця 5. Загальний зважений бал і рівень якості зразків йогурту з наповнювачами за результатами органолептичної оцінки

| Зразки йогурту | Загальний зважений бал | Рівень якості |
|----------------|------------------------|---------------|
| Зразок 1       | 20,7                   | добрий        |
| Зразок 2       | 25,0                   | відмінний     |
| Зразок 3       | 22,1                   | відмінний     |
| Зразок 4       | 20,5                   | добрий        |
| Зразок 5       | 23,5                   | відмінний     |
| Зразок 6       | 19,8                   | добрий        |

Згідно з даними табл. 5, відмінний рівень якості одержали зразки 2, 3 і 5. Зразок 1 одержав нижчий бал унаслідок недостатньо вираженого смаку та аромату, а зразки 4 і 6 — через негармонійне поєднання наповнювача з кисломолочною основою. Оскільки за вмісту цикорію у йогурті 0,8 та 1,0% було одержано практично однаковий результат, то для впровадження рекомендовано зразок 2, з масовою часткою екстракту 0,8%. Серед зразків йогурту з пастою тахіні відрізняється зразок 5, який містить 3% наповнювача.

За комплексом органолептичних і фізико-хімічних показників визначено найкращі зразки йогурту з крохмалепродуктами та смако-ароматичними інгредієнтами:

- йогурт з мальтодекстрином МД-18 і пастою тахіні у кількості 3%;
- йогурт з сухим глюкозним сиропом та екстрактом цикорію у кількості 0,8%.

**Висновки.** За результатами аналізу існуючих у світі нормативних вимог до хімічного складу йогурту з наповнювачами уточнено вміст у йогурті сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ), який повинен становити не менше 8,2—8,6%, у тому числі білка — не менше 2,7—2,8%.

Шляхом розрахунку нормалізації молочних сумішей за сухими знежиреними речовинами доведено можливість застосування сухої демінералізованої сироватки як джерела СЗМЗ у складі йогурту з 9% мальтодекстрину або сухого глюкозного сиропу, яка у кількості від 0,32 до 0,77% забезпечує унормований вміст сухих знежирених молочних складових у готовому продукті.

Встановлено незначні зміни фізико-хімічних та органолептичних характеристик йогурту з крохмалепродуктами і сухою демінералізованою сироваткою у кількості від 0,32 до 0,77% за підвищення вмісту білка в продукті від 2,91 до 2,99%.

На основі розроблених базових рецептур йогурту розроблено оригінальні рецептури з екстрактом цикорію (0,8%) та кунжутною пастою тахіні (3%), які рекомендовані до впровадження з метою розширення асортиментного ряду питного ферментованого напою підвищеної харчової цінності.

У подальшому планується вивчити здатність нових видів йогурту з наповнювачами та унормованим вмістом СЗМЗ до зберігання за динамікою зміни їхніх показників якості.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Savaiano, D., Hutkins, R. (2021). Yogurt, Cultured Fermented Milk, and Health: A Systematic Review. *Nutrition Reviews*, 79(5), 599—614. URL: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa013>.
2. Codex Alimentarius. Milk and Milk Products. World Health Organization food and agriculture. Organization of the United Nations. Fermented milks (CODEX STAN 243-2003). FAO and WHO 2011. P. 244. URL: <https://www.fao.org/4/i2085e/i2085e00.pdf>.
3. National Agency for food and drug administration and control Act 1993 (AS AMENDED) Milk and Dairy Products Regulations 2005. URL: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/nig92375.pdf>.
4. Robinson, R. K., Tamime, A. Y. (1976). QUALITY APPRAISAL OF YOGHURT. *International Journal of Dairy Technology*, 29(3), 148—155. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.1976.tb00422.x>.
5. Karam, M. C., Gaiani, C., Hosri, C., Burgain, J., Scher, J. (2013). Effect of dairy powders fortification on yogurt textural and sensorial properties: A review. *The Journal of dairy research*, 80(4), 400—409. URL: <https://doi.org/10.1017/s0022029913000514>.
6. Lee, W. J., Lucey, J. A. (2010). Formation and Physical Properties of Yogurt. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(9), 1127—1136. URL: <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.r.05>.
7. Ivashchenko, O., Polishchuk, G. (2023). Research of quality indicators of yogurts with maltodextrin and dry glucose syrup. *Scientific Works of National University of Food Technologies*, 29(4). URL: <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2023-29-4-15>.
8. Polishchuk, G., Sharakhmatova, T., Marinin, A., Ivashchenko, O., & Svyatnenko, R. (2024). The influence of starch products on the rheological, physical and chemical properties of yogurt. *Food science and technology*, 18(1). URL: <https://doi.org/10.15673/fst.v18i1.2846>.
9. Ivashchenko, O., Khonkiv, M., Stabnikov, V., Polishchuk, G., Marynin, A., Buniowska-Olejnik, M. (2024). Influence of starch products on the vitality and activity of lactic acid bacteria in yogurt. *Ukrainian Food Journal*, 13(1), 162—174. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/items/06b5e10d-ff6a-41f6-b1e4-48d9bba90091>.
10. National Agency for food and drug administration and control Act 1993 (AS AMENDED) Milk and Dairy Products Regulations 2005. URL: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/nig92375.pdf>.
11. Ovsienko, S. M., Bernyk, I. M., Novgorodska, N. V. (2023). Yoghurt quality when using probiotic starter cultures and vegetable filler. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25(100), 53—59. URL: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f10009>.
12. Atallah, A., Ismail, E., Yehia, H., Elkhadragey, M., Aloufi, A., Gemiel, D. (2022). Physicochemical, Microbiological and Microstructural Characteristics of Sucrose-Free Probiotic-Frozen Yogurt during Storage. *Foods*, 11(8), 1099. URL: <https://doi.org/10.3390/foods11081099>.
13. Рудавська, Г., Хахалева, І. Проблеми якості та безпечності розчинних напоїв на основі цикорію. (2015). Матеріали міжнар. міждисциплінарної наук.-практ. конф. «Сучасні аспекти збереження здоров'я людини», Ужгородський нац. ун-т, 109—113. URL: <http://tr.knute.edu.ua/files/2016/21/15.pdf>.
14. Богуцька, О., Буянова, В. (2021, жовт.). Аспекти застосування цикорію в медицині. *Topical issues of pharmacology, clinical pharmacology and clinical pharmacy*: матеріали наук.-практ. internet-конф. з міжнар. участю, присвяченої десятиріччю кафедри клінічної фармакології ІПКФ НФаУ, м. Харків, НФаУ, 108. URL: <https://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/27657/1/108.pdf>.
15. Pouille, C. L., Ouaza, S., Roels, E., Behra, J., Tourret, M., Molinié, R., Fontaine, J.-X., Mathiron, D., Gagneul, D., Taminiau, B., Daube, G., Ravallec, R., Rambaud, C., Hilbert, J.-L., Cudennec, B.,

Lucau-Danila, A. (2022). Chicory: Understanding the Effects and Effectors of This Functional Food. *Nutrients*, 14(5), 957. URL: <https://doi.org/10.3390/nu14050957>.

16. Jeong, D., Kim, D. H., Oh, Y. T., Chon, J. W., Kim, H., Jeong, D. K. et al. (2017). Production of Bioactive Yoghurt Containing Cichorium Intybus L. (Chicory) Extract — Preliminary Study. *Journal of Milk Science and Biotechnology*, 35(1), 9—15. URL: <https://doi.org/10.22424/jmsb.2017.35.1.009>.

17. Wajih, N. Sawaya, Muhammad, Ayaz, Jehangir, K. Khalil, Abdallah, F. Al-Shalhat. (1985). Chemical composition and nutritional quality of tehineh (sesame butter). *Food Chemistry*, 18(1), 35—45. URL: [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(85\)90101-3](https://doi.org/10.1016/0308-8146(85)90101-3).

18. Richmond, H. D. (1993). The composition of milk and milk products. *The Analyst*, 118, 50. URL: <https://doi.org/10.1039/an8931800050>.

19. Dzhivoderova-Zarcheva, M., K. Nikovska, S. Ivanova, and E. Dimitrova. (2024). Sensory profiling of dairy starch dessert creams enhanced with various types and concentrations of tahini. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 100925. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2024.100925>.

20. Dzyuba, N., Valevskaya, L., Atanasova, V., Sokolovskaya, A. (2017). Elaboration of the recipe of the fermented milk dessert for child food. *EUREKA: Life Sciences*, 4. 3—9. URL: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2017.00371>.

21. Фещенко, Г., Поліщук, Г. (2005). Дослідження фізико-хімічних властивостей молочно-цикорійних напоїв. *Молочна промисловість*, 1(16), 20—22.

22. Попова, І. В., Фещенко, Г. П., Поліщук, Г. Є., Лезенко, Г. О. (2005). Дослідження взаємодії білкових речовин з вуглеводами у молочно-цикорієвих сумішах. *Наукові праці НУХТ*, 16, 52—55.

23. Guo, M., Wang, H., Wang C. (2018). Interactions between whey protein and inulin in a model system. *Journal of Food Science and Technology*, 55(10), 4051—4058. URL: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3331-7>.