



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

38

Харчова
ПРОМИСЛОВІСТЬ

Заснований у 1965 р.

Київ НУХТ 2025

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЇ, СИРОВИНА ТА МАТЕРІАЛИ

Сировина та матеріали

Ляшко Г. В., Янюк Т. І., Тракало Т. О. Зміна granulometric composition of legume raw materials

Бабич І. М., Мельник Л. М., Фролова Н. Е., Литовченко О. М., Кириленко Р. Г. Вплив українських теруарів на якість червоних сухих вин

Сильчук Т. А., Зуїко В. І., Цирульнікова В. В. Особливості використання функціонального їстівного посуду з нетрадиційної сировини в ресторанному бізнесі

Дослідження, застосування та впровадження

Кохан О. О., Камбулова Ю. В., Соцька А. М., Карповець К. В., Березкина Н. А. Проектування інноваційних органічних борошняних кондитерських виробів на основі локальної сировини

Сичова О., Завгородній М., Поліщук Г. Обґрунтування рецептурного складу пробіотичного йогурту

Білько М. В., Кучеренко В. М., Успенко О. В., Шевченко А. О., Фролова Н. Е., Кириленко Р. Г. Обґрунтування технології поліфенольного екстракту з вичавки винограду сорту Ізабелла

Дмитренко І. Т., Поліщук Г. С. Функціональні властивості та технологічні аспекти йогурту з прянощами

Корецька І. Л., Кузьмін О. В., Матіяшук О. В., Неміріч О. В., Куц А. М., Житнецький І. В. Забезпечення санітарно-гігієнічних умов при проектуванні інклюзивних робочих місць крафтових підприємств

Лукашук А. В., Осьмак Т. Г., Поліщук Г. С. Бар'єрні технології ферментованих молочних продуктів

Олійник С. І., Острик О. М., Ковальчук В. П., Кириленко Р. Г. Вплив компонентного складу настоюнок на їх стабільність

Шевченко А. О. Практики органічних агротехнологій, біодинаміка та виробництво харчових продуктів у Швеції

CONTENTS

SECTION 1. TECHNOLOGIES, RAW MATERIALS AND MATERIALS

Raw Materials and Materials

7 Liashko H., Yaniuk T., Trakalo T. Change in the granulometric composition of legume raw materials

17 Babych I., Melnyk L., Frolova N., Lytovchenko O., Kyrylenko R. Influence of ukrainian terroirs on the quality of dry red wines

26 Sylchuk T., Zuiko V., Tsyrunikova V. Features of using functional edible tableware made from non-traditional raw materials in the restaurant business

Researches, Application and Introduction

34 Kokhan O., Kambulova Yu., Sotska A., Karpovets K., Berzkyina N. Designing innovative organic flour-based confectionery products based on local raw materials

44 Sychova O., Zavorodnii M., Polishchuk G. Substitution of the formulation of probiotic yogurt

57 Bilko M., Kucherenko V., Uspalenko O., Shevchenko A., Frolova N., Kyrylenko R. Justification of technology for polyphenolic extract from grape pomace of isabella variety

68 Dmytrenko I., Polishchuk G. Spices as multifunctional ingredients in yogurt technology

87 Koretska I., Kuzmin O., Matyiaschuk O., Niemirich O., Kuts A., Zhytnetskyi I. Ensuring sanitary and hygienic conditions in the design of inclusive workplaces at craft enterprises

100 Lukashchuk A., Osmak T., Polishchuk G. Hurdle technologies of fermented dairy products

112 Oliinyk S., Ostryk O., Kovalchuk V., Kyrylenko R. Influence of the component composition of tintings on their stability

121 Shevchenko A. Organic agricultural practices, biodynamics and food production in sweden

Юрчак В. Г., Пашиова Н. В., Волощук Г. І., Бандуренко Г. М., Шапошнік В. М. Удосконалення технології хліба житнього з борошна з високим числом падіння 134 Yurchak V., Pashova N., Voloshchuk H., Bandurenko H., Shaposhnik V. Improvement of technology of bread made from rye flour with high falling number

Камбулова Ю. В., Кохан О. О., Ворвыкхвост А. М., Янюк Т. І., Фалендиш Н. О., Гоменюк К. А. Інновації та управління якістю в технології традиційного і органічного печива з цільнозерновим жорновим борошном 144 Kambulova Yu., Kokhan O., Vorvykhvost A., Yaniuk T., Falendysh N., Homeniuk K. Innovation and quality management in the technology of traditional and organic cookies with whole grain milled flour

Прибильський В. Л., Дулька О. С., Бабич І. М., Бондар М. В., Бойко П. М., Кириленко Р. Г. Визначення понять «Інтелектуальна власність» і «Право інтелектуальної власності» 157 Prybylskyi V., Dulka O., Babych I., Bondar M., Boyko P., Kyrylenko R. Definition of the concepts of "Intellectual property" and "Intellectual property law"

РОЗДІЛ 2. ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

Процеси харчових виробництв

Гудзь Ю. А., Луцька Н. М. Кінетика міжстадійних процесів у вакуум-апараті цукрового заводу 163 Hudz Yu., Lutska N. Kinetics of interstage processes in a sugar factory vacuum pan

Ощипок І. М. Автоматизація виробництва харчових продуктів — важливий напрям стратегії розвитку підприємств харчової промисловості 177 Oshchypok I. Automation of food production is an important direction of the development strategy of food industry enterprises

Шпак В. В., Романюк В. Т., Зінкевич П. О. Стратегії енергоефективності на харчових виробництвах 190 Shpak V., Romaniuk V., Zinkevych P. Energy efficiency strategies in food production

Чорнобай К. Ю., Седих О. Л., Грибков С. В. Моделі глибинного навчання для прогнозування попиту на продукцію молокопереробної промисловості 206 Chornobai K., Sedych O., Hrybkov S. Deep learning models for forecasting demand for dairy products

Обладнання та устаткування

Войтюк Я. Ю., Якимчук М. В. Функціонально-мехатронний модуль на основі антагоністичної пари пневмомускулів для сортування тарно-штучних харчових продуктів 214 Voitiuk Ya., Iakymchuk M. Functional-mechatronic module based on antagonistic pair of pneumomuscles for sorting packaged food products

Гавва О. О., Кривопляс-Володіна Л. О., Михайлик Б. В., Марцінкевич Л. В., Чепелюк О. М. Реалізація оптимального за швидкодією закону формування дози рідкої продукції ваговим способом в адаптронних функціональних модулях пакувальних машин 222 Gavva O., Kryvoplias-Volodina L., Myckailyk B., Martsynkevych L., Chepeliuk O. Implementation of the optimal dose formation of liquid products by weight in adaptronic functional modules of packaging machines according to the speed law

Омеляненко К. А., Губеня О. О. Вплив частоти обертання робочих органів бісерного млина на кінетику руйнування клітин дріжджів 233 Omelianenko K., Gubenia O. Effect of working elements' rotation speed of bead mill on kinetics of yeast cell destruction

Зленко К. М., Якимчук М. В. Сучасний стан і перспективи розвитку функціональних модулів дозування рідких харчових продуктів 244 Zlenko K., Iakymchuk M. Current status and prospects of development of functional modules for liquid food dosing

Соколов І. П., Губеня О. О. Конструкції обладнання та режими ультразвукового різання харчових продуктів 252 Sokolov I., Gubenia O. Equipment designs and operating modes of ultrasonic cutting of food products

SECTION 2. PROCESSES AND EQUIPMENT

Processes of Food Industries

Hudz Yu., Lutska N. Kinetics of interstage processes in a sugar factory vacuum pan

Oshchypok I. Automation of food production is an important direction of the development strategy of food industry enterprises

Shpak V., Romaniuk V., Zinkevych P. Energy efficiency strategies in food production

Chornobai K., Sedych O., Hrybkov S. Deep learning models for forecasting demand for dairy products

Equipment and machinery

Voitiuk Ya., Iakymchuk M. Functional-mechatronic module based on antagonistic pair of pneumomuscles for sorting packaged food products

Gavva O., Kryvoplias-Volodina L., Myckailyk B., Martsynkevych L., Chepeliuk O. Implementation of the optimal dose formation of liquid products by weight in adaptronic functional modules of packaging machines according to the speed law

Omelianenko K., Gubenia O. Effect of working elements' rotation speed of bead mill on kinetics of yeast cell destruction

Zlenko K., Iakymchuk M. Current status and prospects of development of functional modules for liquid food dosing

Sokolov I., Gubenia O. Equipment designs and operating modes of ultrasonic cutting of food products

УДК 637.146.344

SUBSTITUTION OF THE FORMULATION OF PROBIOTIC YOGURT

O. Sychova, M. Zavhorodnii, G. Polishchuk*National University of Food Technologies*

Key words:yogurt,
probiotics,
prebiotics,
inulin,
mango

Article history:Received 12.08.2025
Received in revised form
15.08.2025
Accepted 17.08.2025

Corresponding author:

milknuft@i.ua

ABSTRACT

The article analyzes scientific and technical information related to the features of the use of probiotics, prebiotics and functional and technological raw materials of plant origin in yogurt in order to provide the finished product with additional beneficial properties. The most accessible and technologically effective prebiotic was selected — chicory inulin. The positive effect of inulin on the water holding capacity (WHC), viscosity and organoleptic characteristics of yogurt, including during storage was confirmed. It was proven that inulin practically does not affect the rate and degree of lactic acid fermentation during the first 6 hours of fermentation of milk mixtures, but during yogurt storage from 7 to 14 days this polysaccharide exhibits significant prebiotic activity. The microstructure of the protein gel of probiotic yogurt with inulin is denser compared to the control sample without inulin. This occurs due to the interaction of inulin with milk proteins, which contributes to the formation of small cells in the protein gel matrix, which effectively retain moisture and improve the consistency of the finished product. According to the complex of organoleptic indicators probiotic yogurt with 2% inulin showed the highest level of quality. Additionally the yogurt contains 10% mango pulp puree as a multifunctional fruit filling, which plays the role of a sweetener, stabilizer, acidity regulator, flavoring ingredient due to the content of mono- and disaccharides, dietary fiber and organic acids. A new type of probiotic yogurt with a balanced composition will be in high demand among consumers of healthy food products.

DOI: 10.24263/2225-2916-2025-38-7

ОБГРУНТУВАННЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ ПРОБІОТИЧНОГО ЙОГУРТУ

О. Сичова, магістрант, ORCID ID: 0009-0000-8195-5922

М. Завгородній, магістрант,

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

Національний університет харчових технологій

У статті науково обґрунтовано рецептурний склад нового виду пробіотичного йогурту. Підтверджено позитивний вплив інуліну як пребіотика на комплекс показників якості йогурту, у тому числі впродовж зберігання. Встановлено, що м'ясова частка інуліну 2% у складі йогурту забезпечує найвищий рівень якості готового продукту. Додатково до складу йогурту передбачене уведення 10% пюре з м'якоти манго як поліфункціонального наповнювача, який відіграє роль підсолоджувача, стабілізатора, регулятора кислотності, смако-ароматичного інгредієнта за вмісту моно- і дисахаридів, харчових волокон, вітамінів та органічних кислот.

Ключові слова: йогурт, пробіотики, пребіотики, інулін, манго.

Вступ. Йогурт є одним із найпопулярніших у світі ферментованих молочних напоїв, технологія якого постійно удосконалюється [1]. Асортиментний ряд йогурту стрімко розширюється за рахунок сполучення у його складі пробіотиків, пребіотиків і функціонально-технологічної сировини рослинного походження з метою формування додаткових корисних властивостей [2]. Відповідно до ДСТУ 4343:2004 «Йогурти. Загальні технічні умови», пробіотичний йогурт одержують ферментацією нормалізованих молочних сумішей заквасками, що містять не тільки класичні молочнокислі бактерії *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus*, але й біфідобактерії *Bifidobacterium* у кількості, не менше ніж 10^6 КУО в 1 см^3 (біфідойогурт) або бактерії ацидофільної палички *L. Acidophilus* у кількості не менше ніж 10^7 КУО в 1 см^3 (біойогурт). Останнім часом виробники заквасок пропонують бактеріальні препарати для виробництва йогуртів, які містять комплекс пробіотиків усіх зазначених вище видів, що ускладнює віднесення готового продукту до конкретного виду пробіотичного продукту. У той же час технологічна активність заквасок комплексного складу не досліджена у достатній мірі, у тому числі в присутності пребіотиків і натуральних інгредієнтів і наповнювачів, що окреслює завдання даного дослідження.

Огляд останніх досліджень і публікацій. Корисний вплив на здоров'я ферментованих харчових продуктів можна розділити на харчову та фізіологічну функції [3]. Харчовий ефект пов'язаний із забезпеченням організму людини достатньою кількістю поживних речовин, тоді як фізіологічна функція стосується профілактичних і терапевтичних переваг [4]. Функціональні продукти, у тому числі пробіотичний йогурт, наразі є частиною надзвичайно затребуваної ринкової ніші, яка продовжує розширюватися за рахунок використання у складі ферментованого напою натуральних інгредієнтів [5]. Передусім функціональні властивості йогурту залежать від його хімічного складу, видового складу та активності закваски, застосованих пребіотиків і наповнювачів [1]. Нині науковці глибоко вивчають синергізм між пробіотиками і пребіотиками у виробництві функціональних йогуртів, що є основою для розроблення нових рецептур [6–8].

Серед пребіотиків у складі ферментованих молочних напоїв саме інулін заслуговує на особливу увагу, який додатково має низку технологічних переваг, зокрема може імітувати наявність жиру в нежирних харчових продуктах або продуктах зі

зниженим вмістом жиру, а також підвищувати вологоутримувальну здатність молочно-білкових згустків. Вміст інуліну як розчинної клітковини у складі харчових продуктів у кількості 3 г на 100 г продукту дозволяє маркувати продукт як такий, що має підвищену харчову цінність, а в разі забезпечення дози інуліну 12 г на день продукт є корисним для здоров'я [9—10].

Молекулярна структура інуліну складається з лінійних ланцюгів фруктозних одиниць, з'єднаних β -2,1-зв'язками. Цей полісахарид не гідролізується кишковими ферментами, але метаболізується кишковою мікробіотою, що зумовлює його пребіотичні властивості [11]. Інулін взаємодіє з молочними білками через нековалентні зв'язки, які, у свою чергу, зміцнюють зв'язки між міцелами казеїну в матриці білкового гелю та покращують консистенцію йогурту. Інулін також активує продукування молочнокислими бактеріями екзополісахаридів — гідроколоїдів, які структурують молочно-білкові згустки і підвищують їхню вологоутримувальну здатність. Інулін також позитивно впливає на сенсорні та реологічні властивості знежирених молочних продуктів, таких як морозиво [12, 13], молочні напої [14], молочні десерти на основі крохмалю [15], свіжі сири [16].

Синергетичний ефект, який виявляє інулін у складі пробіотичного йогурту, досліджено Содор та ін. [17]. Підтверджено, що інулін позитивно впливає на властивості та сенсорні якості йогурту. Зокрема, йогурт з інуліном демонструє вищий рівень рН та нижчу титровану кислотність, порівняно з контрольним зразком без інуліну впродовж зберігання, що свідчить про підвищення стабільності інуліновмісного продукту в часі. Однак встановлений ефект стосується лише йогурту зі сталим вмістом інуліну (1,5%), що не в повній мірі доводить його потенційну технологічну ефективність і потребує додаткових досліджень. Інші дослідники встановили вплив інуліну на швидкість і глибину ферментації знежирених молочних сумішей [18]. Також є інформація, що інулін у кількості 3,2% активує молочнокислі бактерії, що суттєво скорочує час досягнення активної кислотності не вище 4,8 од. рН [19]. Польські вчені [20] дослідили вплив інуліну за його вмісту від 3 до 15% на фізико-хімічні властивості йогурту і встановили, що збільшення дози цього полісахариду незначно підвищує значення активної кислотності. Індійські вчені [21] не виявили суттєвого впливу інуліну в кількості 1...3% на кислотність свіжовиготовленого йогурту. Таким чином, слід відзначити відсутність чіткої та однозначної інформації щодо впливу інуліну на кислотність йогурту відразу після виготовлення і впродовж зберігання, що потребує уточнення.

Для покращення органолептичних показників йогурту до його складу, зазвичай, додають натуральні наповнювачі, які збагачують напій корисними сполуками — вуглеводами, у тому числі харчовими волокнами, органічними кислотами, пігментами, комплексами вітамінів, мінералів. Українські вчені розробили чисельні рецептури йогурту, зокрема з банановим пюре [22], сублімованим полуничним порошком [23], сиропом і порошком з кліторії трійчастої [24]. У той же час розробниками не вказано, за рахунок чого в йогурті забезпечується нормативний вміст сухого знежиреного молочного залишку (не менше 9,5%), а в разі застосування полуничного порошку відсутня інформація не лише щодо критеріїв оптимізації, але й відсутні рекомендації щодо оптимального вмісту обраного наповнювача.

Серед чисельних натуральних наповнювачів для йогурту особливу увагу привертає пюре з манго. Стиглі плоди манго в середньому містять близько 15...17% цукрів — глюкози (біля 2,0%), фруктози (~4,7%), сахарози (~7,0%) та інших вуглеводів, таких як крохмаль і пектини (до 1,6...2,6%). Також м'якоть манго містить білки

(0,5%), ліпіди (0,75...1,7%), органічні кислоти (0,13...0,17%), макро- та мікроелементи, вітаміни, поліфеноли. Різні сорти манго різного ступеня зрілості можуть суттєво варіювати за хімічним складом, передусім за вмістом вуглеводів [25]. Перетерта м'якоть манго є натуральним підсолоджувачем та смако-ароматичним наповнювачем для кисломолочних напоїв, що було доведено бразильськими вченими [26], які розробили оригінальні рецептури йогурту по типу skyr з м'якоттю манго, фосфорно-окислювальними маслами та натуральними підсолоджувачами — сахарозою, стевією, тауматином і сумішшю стевії/тауматину. Масову частку інгредієнтів (сахарози — 8,8%, пюре з манго — 13,6%) було визначено за результатами органолептичної оцінки зразків йогурту з варійованим хімічним складом. Недоліком вказаної розробки є те, що за доволі високого вмісту моно- і дисахаридів у складі пюре з манго в йогурт додатково вносять сахарозу, що не відповідає сучасним вимогам щодо зниження глікемічного індексу та, відповідно, рівня солодкості продуктів десертного призначення [27].

Американські вчені [28] оптимізували рецептурний склад йогурту з цукром, інуліном та м'якоттю манго, але лише за показниками антиоксидантної активності складових. Оптимальний вміст рецептурних компонентів, який забезпечив максимальну антиоксидантну активність: цукор — 6%, м'якоть манго — 6,56%, інулін — 1%. В оптимізованому продукті також було визначено загальний вміст поліфенолів і флавоноїдів та досліджено його протеолітичну й інгібіторну активність. Однак розроблений продукт містить цукор, а дані щодо його органолептичних та фізико-хімічних показників, у тому числі впродовж зберігання, відсутні.

Отже, обраний напрям наукового дослідження є вельми актуальним, що підтверджує наявність розроблених рецептур йогурту з пробіотиками, пребіотиками і натуральними поліфункціональними інгредієнтами. У той же час, існуючі рецептури пробіотичного йогурту не в повній мірі задовольняють сучасних споживачів щодо мінімізації або відсутності вмісту сахарози. Не досліджено технологічну ефективність заквашувальних препаратів комплексного складу, не вивчено у достатній мірі комплекс показників якості йогурту без цукру з пробіотиками, пребіотиками і натуральними поліфункціональними наповнювачами, у тому числі впродовж гарантованого строку зберігання, що визначає коло інтересів пропонованого дослідження у межах сформульованої нижче мети.

Мета досліджень: науково обґрунтувати рецептурний склад пробіотичного йогурту з інуліном та пюре манго.

Матеріали і методи. Для проведення дослідження було використано таку сировину і матеріали:

- молоко питне коров'яче пастеризоване, вироблене згідно з ДСТУ 2661:2010 «Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови». Хімічний склад молока питного, %: жиру — 2,5, білка — 2,8, вуглеводів — 4,7;

- молоко сухе знежирене, вироблене відповідно до ДСТУ 4273:2015 «Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови». Хімічний склад молока сухого знежиреного, %: вологи — не більше 4, жиру — не більше 1,5, білка в СЗМЗ — не менше 34;

- закваску для йогурту ТМ «VIVO», яка містить комплекс пробіотичних культур бактерій: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*;

- інулін з цикорію від ТМ «Здорово». Містить 90% вуглеводів, енергетична цінність — 156 ккал (652,72 кДж);

- пюре, виготовлене зі свіжих плодів манго, поживна цінність яких становить на 100 г наповнювача 17 г вуглеводів, 0,5 г білків та 0,27 г жирів. Енергетична цінність — 70 ккал (270 кДж).

На першому етапі вивчали вплив інуліну на органолептичні та фізико-хімічні показники йогурту питного в діапазоні вмісту цього полісахариду від 1 до 3%. Було виготовлено такі зразки:

- контроль 1 (йогурт без інуліну);
- зразок 1 (1% інуліну);
- зразок 2 (2% інуліну);
- зразок 3 (3% інуліну).

Зразки молока з інуліном у скляному термостійкому посуді об'ємом по 200 см³ пастеризували на водяній бані при температурі 80...85 °С без витримки, що знижувало ризик вторинного мікробного обміненія та сприяло повному розчиненню інуліну. Пастеризовані зразки молока охолоджували до 38...40 °С і в стерильних умовах вносили в них однакову, рекомендовану виробниками, кількість відновленої закваски. Зразки перемішували, склянки закривали кришками і розміщували їх у термостаті марки ТС-80М-2 при температурі 40±2 °С до досягнення активної кислотності не вище 4,8 од. рН і титрованої кислотності не нижче 80 °Т, відповідно до вимог ДСТУ 4343:2004 «Йогурти. Загальні технічні вимоги». Готовий продукт зберігали при температурі 4±2 °С впродовж 14 діб. Для дослідження динаміки зміни комплексу показників якості зразків йогурту визначали їх на 1, 7 і 14-ту добу зберігання.

На другому етапі експерименту на прикладі зразка з раціональним вмістом інуліну вивчали вплив наповнювача — пюре манго в діапазоні вмісту від 5 до 15% на органолептичні та фізико-хімічні показники йогурту питного. З цією метою виготовляли такі зразки:

- контроль 2 (2% інуліну);
- зразок 4 (5% пюре манго+инулін);
- зразок 5 (10% пюре манго+инулін);
- зразок 6 (15% пюре манго+инулін).

Ферментацію зразків проводили подібно до першого етапу. З метою дотримання балансу у зразках 4—6 за вмістом сухого знежиреного молочного залишку, що має бути не меншим 9,5%, суміші нормалізувати сухим знежиреним молоком з подальшим фільтруванням і пастеризацією.

Пюре манго готували таким чином: свіжу м'якоть манго очищували від кісточки, нарізали шматочками, бланшували до м'якої консистенції. Гаряче манго перетирали заглибним блендером марки Braun MultiQuick 5 впродовж 3 хв до однорідної консистенції, охолоджували до температури 6±2 °С і зберігали до застосування.

Серію експерименту було проведено із застосуванням методів, описаних нижче. Так, відбір і підготовку проб йогуртів здійснювали за методиками, наведеними в ДСТУ 4834:2007 «Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання».

Температуру молока та йогуртів визначали згідно з ДСТУ 6066:2008 «Молоко та молочні продукти. Методики визначання температури і маси нетто» спиртовим термометром (0...100 °С). За цією ж методикою визначали масу сировини та наповнювачів, користуючись електронними вагами AXIS AD200 третього класу точності.

Активну кислотність (рН) визначали потенціометричним методом відповідно до стандарту ДСТУ 8550:2015 «Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом». Користувались автоматичним рН-метром марки Sartorius.

Титровану кислотність ($^{\circ}\text{T}$) визначали загальновідомим титрометричним методом. Умовну в'язкість визначали за часом витікання (у секундах) ретельно перемішаного згустку йогурту з піпетки об'ємом 25 см^3 при температурі $20\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ступінь синерезису йогурту визначали методом центрифужних пробірок. Зразки йогурту поміщали в пробірки з поділками об'ємом 10 см^3 , центрифугували протягом 12 хв при обертах центрифуги 1000 об/хв. Визначали об'єм (см^3) прозорої сироватки, що відділилась внаслідок центрифугування.

Масову частку вологи визначали методом висушування до постійної маси (арбітражним методом) згідно з ДСТУ 8552:2015 «Молоко та молочні продукти. Методи визначання вологи та сухої речовини».

Масову частку сухих речовин розраховували за формулою:

$$CP = 100\% - W.$$

Мікроструктуру йогурту вивчали за допомогою світлового мікроскопа Micromed XS-2610 (Китай) при збільшенні 150x (об'єктив — 10x та окуляр — 15x).

Органолептичний аналіз зразків йогурту проводили відповідно до ДСТУ ISO 11035:2005 «Дослідження сенсорне. Ідентифікація та вибирання дескрипторів для створення сенсорного спектра за багатобічного підходу» (ISO 11035:1994, IDT) і до ДСТУ ISO 11037:2014 «Дослідження сенсорне. Настанови щодо оцінки кольору продуктів» (ISO 11037:2011, IDT).

Органолептичні показники йогурту визначали за 5-бальною шкалою для п'яти основних показників: консистенції, кольору, смаку, запаху (аромату) та загального сприйняття при температурі продукту $10\text{...}12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Діапазон варіювання балів складав від 1 до 5 залежно від інтенсивності прояву кожної з органолептичних характеристик. За одержаними результатами будували профілограми. Після чого перераховували бали за кожним показником з урахуванням коефіцієнтів вагомості, які приймали такими: консистенція — 0,3; смак — 0,2; запах (аромат) — 0,2; колір — 0,1; загальне сприйняття — 0,2.

За результатами перерахунку у межах 25-бальної системи визначали загальний зважений бал для кожного зразка, а за загальним балом оцінювали рівень якості зразка, приймаючи такий розподіл: 20...25 балів — відмінний; 16...19,9 бала — добрий; 11...15,9 бала — задовільний; менше 11 балів — незадовільний.

Усі вимірювання проводили у двократній повторності за довірчої ймовірності $P\geq 0,95$. Експериментальні дані піддавали математично-статистичному обробленню, яке проводили з використанням програми статистичного оброблення Microsoft Excel 2013.

Результати досліджень. Результати першого етапу дослідження фізико-хімічних показників досліджуваних зразків сумішей і йогурту з варійованим вмістом інуліну, у тому числі впродовж ферментації та зберігання, наведені нижче.

У табл. 1 представлені значення активної кислотності молочних сумішей з варійованим вмістом інуліну впродовж ферментації.

Загальний характер зміни значень активної кислотності для усіх зразків, у тому числі для контрольного зразка без інуліну, майже однаковий за досягнення $\text{pH}\leq 4,8$ на 6 год ферментації. Виявлений ефект збігається з відомою інформацією [20, 21], однак за подовження тривалості ферментації до 10 год спостерігалось зниження значення активної кислотності для контрольного зразка на $0,17\text{...}0,2$ од. рН, порівняно зі зразками 1—3, що також було відзначено іншими вченими [17].

Таблиця 1. Динаміка зміни активної кислотності впродовж ферментації молочних сумішей з інуліном ($P \geq 0,95$, $n=3$)

Тривалість ферментації, год	Контроль 1	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
0	6,62±0,20	6,68±0,15	6,68±0,16	6,72±0,16
2	5,73±0,17	5,82±0,14	5,83±0,19	5,86±0,16
4	5,25±0,20	5,25±0,16	5,32±0,17	5,34±0,13
6	4,70±0,13	4,71±0,14	4,72±0,13	4,74±0,16
8	4,42±0,14	4,53±0,17	4,55±0,12	4,55±0,13
10	4,17±0,11	4,34±0,11	4,38±0,13	4,38±0,12

Окремо слід зазначити, що навіть за перевищення рекомендованої тривалості ферментації від 6 до 10 год значення активної кислотності для всіх зразків йогурту знаходилися в допустимому діапазоні, відповідно до нормативних вимог ДСТУ 4343:2005 (4,0...4,8 од. рН). З'ясовано, що дані, опубліковані різними вченими, не можна вважати суперечливими, оскільки вони можуть стосуватися різних етапів ферментації молочних сумішей з інуліном різного походження заквасками, що містять принципово різні види й штами молочнокислих бактерій і біфідобактерій.

Фізико-хімічні показники зразків йогурту з інуліном впродовж зберігання наведено у табл. 2.

Таблиця 2. Фізико-хімічні показники зразків йогурту з інуліном ($P \geq 0,95$, $n=3$)

Показник	Контроль 1	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
1 доба				
рН	4,70±0,13	4,71±0,14	4,72±0,13	4,74±0,16
Відділена сироватка, см ³	0,40±0,02	0,35±0,01	0,25±0,01	0,15±0,01
Умовна в'язкість, с	12,5±0,5	12,7±0,4	12,9±0,5	13,0±0,5
7 доба				
рН	4,35±0,13	4,16±0,11	4,16±0,12	4,14±0,14
Відділена сироватка, см ³	0,45±0,02	0,40±0,02	0,35±0,01	0,35±0,01
Умовна в'язкість, с	9,6±0,3	11,9±0,5	12,8±0,4	12,9±0,4
14 доба				
рН	4,15±0,1	4,10±0,13	4,10±0,95	4,05±0,10
Відділена сироватка, см ³	0,60±0,02	0,50±0,01	0,40±0,01	0,40±0,01
Умовна в'язкість, с	8,7±0,3	12,5±0,5	12,7±0,6	13,2±0,5

За даними табл. 2 можна зробити такі висновки: для всіх зразків упродовж зберігання характерне зниження значень активної кислотності, але динаміка цього процесу більш виражена саме в присутності інуліну, особливо за підвищення його вмісту від 1 до 3%. Це пояснюється тим, що інулін лише впродовж зберігання йогурту в повній мірі проявляє пребіотичний вплив на активність і життєво важливі функції молочнокислих бактерій *Lactobacillus* та біфідобактерій *Bifidobacterium* як селективний субстрат, що сприяє їх росту та впливає на їхні метаболічні процеси. На підтвердження цього можна привести результати досліджень Oliveira та ін. [29], які теж виявили пребіотичний ефект інуліну на всі молочнокислі бактерії лише на сьому добу зберігання йогурту.

Синерезис у зразках суттєво знижувався з підвищенням вмісту інуліну, але впродовж зберігання кількість відділеної сироватки несуттєво зростала. Найбільший синерезис виявлено для контрольного зразка. Це підтверджує здатність інуліну взаємодіяти з молочними білками, зміцнювати зв'язки в матриці білкового гелю та підвищувати таким чином вологоутримувальну здатність йогурту. Також, яку же зазна-

чалось, інулін здатний активувати продукування молочнокислими бактеріями екзополісахаридів, які спроможні додатково утримувати вологу всередині білкових матриць [11], тому зрозумілим є встановлений ефект зниження синерезису в присутності інуліну.

Щодо умовної в'язкості, то цей показник чітко повторює всі залежності, виявлені для синеретичної здатності йогурту. Тобто здатність утримувати вологу прямо пропорційно корелює зі структуруючою здатністю зразків: за зниження об'єму відділеної сироватки спостерігається підвищення умовної в'язкості йогурту.

Цікавим є те, що іранські вчені не виявили суттєвих відмінностей між рН, синерезисом і сенсорною оцінкою всіх варіантів йогурту з 1...2% інуліну після 4 год ферментації, а також на 1, 7 та 14 добу зберігання [30], але слід ще раз підкреслити, що однозначна інформація про характер впливу інуліну на характеристики йогурту відсутня, а розбіжності можна пояснити тим, що дослідження проводилися з бактеріальними препаратами різного складу та інуліном різного походження.

Пребіотична активність кожного виду інуліну є селективною щодо молочнокислих бактерій і біфідобактерій, що є доведеним фактом [31].

За результатами порівняльної оцінки щодо відповідності значень кислотності нормативним вимогам можна зробити висновок про це для всіх зразків йогурту на першу добу зберігання. У той же час, на сьому добу зразки 1 і 2 характеризувалися дещо нижчою активною кислотністю, що можна пояснити активізацією молочнокислих бактерій у присутності інуліну як пребіотика.

Мікроструктуру зразків йогурту з інуліном наведено на рис. 1.

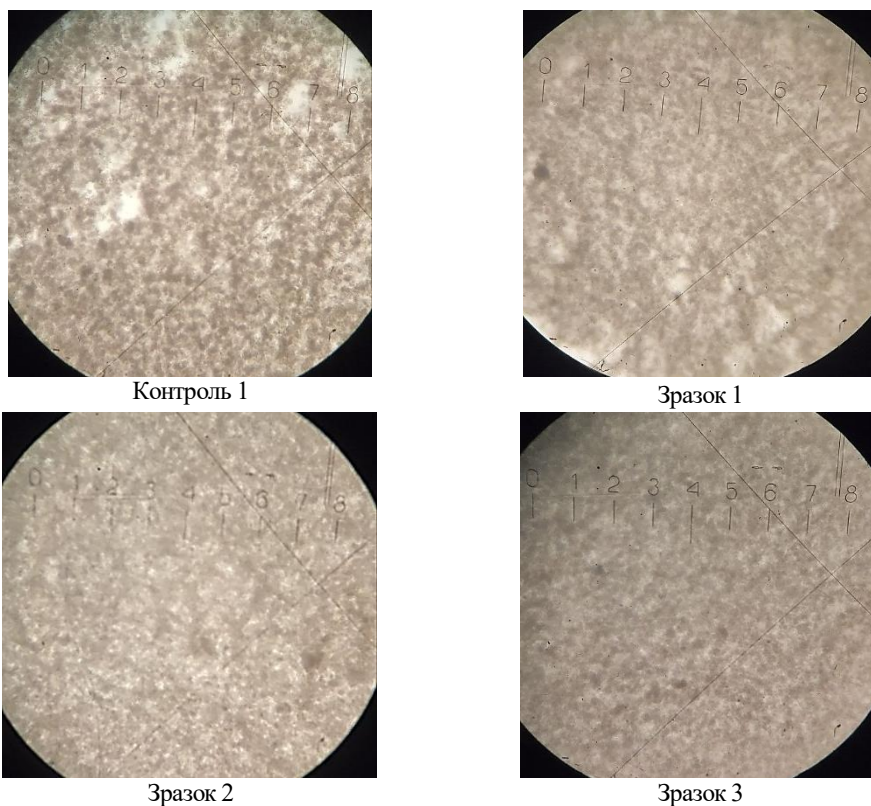


Рис. 1. Мікроструктура зразків йогурту з інуліном

Мікроструктурний аналіз підтвердив суттєву роль макромолекул інуліну у формуванні гелевої структури згустків йогурту. Очевидним є значне зменшення розмірів чарунок гелю, які утримують вологу, що позитивно впливає як на зниження синерезису, так і на підвищення в'язкості йогурту. З підвищенням вмісту інуліну цей ефект стає більш вираженим, що співвідноситься з даними табл. 2.

Результати сенсорної оцінки зразків йогурту з урахуванням коефіцієнтів значимості впродовж зберігання наведено на рис. 2.

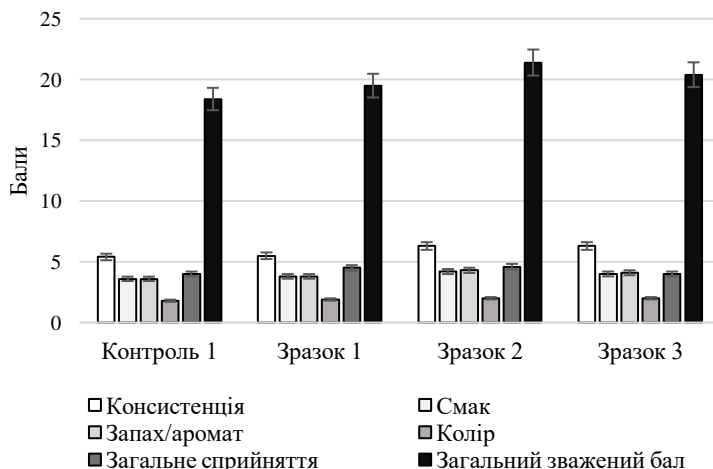


Рис. 2. Дегустаційна оцінка зразків йогурту з інуліном з урахуванням коефіцієнтів значимості на 14-ту добу зберігання

Відповідно до рис. 2, відмінний рівень сенсорних показників на 14-ту добу зберігання виявлено лише для зразків йогурту 2 і 3, які містять 2 і 3% інуліну, але з переважанням бальної оцінки у зразка 2, тому в подальшій роботі саме цей зразок обрано як базовий.

На другому етапі дослідження на основі базового зразка, що містить 2% інуліну, було розроблено оригінальну рецептуру йогурту з пюре манго. До рецептури не передбачено додавати цукор, оскільки пюре манго містить достатню кількість моно-, дисахаридів з достатнім ступенем солодкості. Гомогенізоване, пастеризоване та охолоджене пюре манго додавали у сквашений згусток при обережному перемішуванні впродовж 1 хв.

Фізико-хімічні показники зразків йогурту питного з інуліном і пюре манго наведено у табл. 3.

Таблиця 3. Фізико-хімічні показники йогурту з інуліном і пюре манго ($P \geq 0,95$, $n=3$)

Показник	Контроль 2	Зразок 4	Зразок 5	Зразок 6
1 доба				
pH	4,72±0,13	4,35±0,11	4,33±0,13	4,29±0,12
Відділена сироватка, см ³	0,25±0,01	0,25±0,01	0,28±0,01	0,30±0,01
Умовна в'язкість, с	12,9±0,5	12,5±0,4	12,1±0,4	12,0±0,3
7 доба				
pH	4,16±0,12	4,28±0,11	4,26±0,11	4,19±0,15
Відділена сироватка, см ³	0,35±0,01	0,38±0,01	0,38±0,01	0,40±0,01
Умовна в'язкість, с	12,8±0,5	12,0±0,6	11,7±0,4	11,0±0,4

14 доба				
pH	4,10±0,15	4,11±0,14	4,0±0,11	3,95±0,11
Відділена сироватка, см ³	0,40±0,01	0,42±0,01	0,43±0,01	0,43±0,01
Умовна в'язкість, с	12,7±0,6	11,8±0,4	11,0±0,3	10,6±0,4

Додаткове введення до складу йогурту пюре манго за рахунок привнесених органічних кислот знижує активну кислотність продукту пропорційно до вмісту цього наповнювача. Однак значення активної кислотності зразків йогурту, окрім зразка 6 на 14-ту добу зберігання, знаходяться у межах норми.

Синерезис зразків залишається практично сталим за рахунок дотримання балансу у всіх зразках йогурту за вмістом сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) завдяки уведення до складу рецептур сухого знежиреного молока у кількостях, що забезпечують цей показник на рівні не нижче 9,5%, відповідно до ДСТУ 4343:2005. Таке рішення є технологічно грамотним та обов'язковим.

За рахунок коригування хімічного складу всіх зразків за допомогою сухого знежиреного молока також вдалося практично стабілізувати умовну в'язкість усіх зразків йогурту, незважаючи на значне варіювання у їх складі вмісту пюре манго.

Відповідно до рис. 3, на якому наведені результати дегустаційної оцінки зразків йогурту з інуліном і пюре манго на 14-ту добу зберігання з урахуванням коефіцієнтів значимості кожного атрибуту, очевидною є перевага застосування пюре манго у складі йогурту у кількості 10%, що підтверджується найвищим рівнем якості зразка 5. Відмінний рівень якості цього зразка був спостережений впродовж усього терміну зберігання — від 1 до 14 діб.

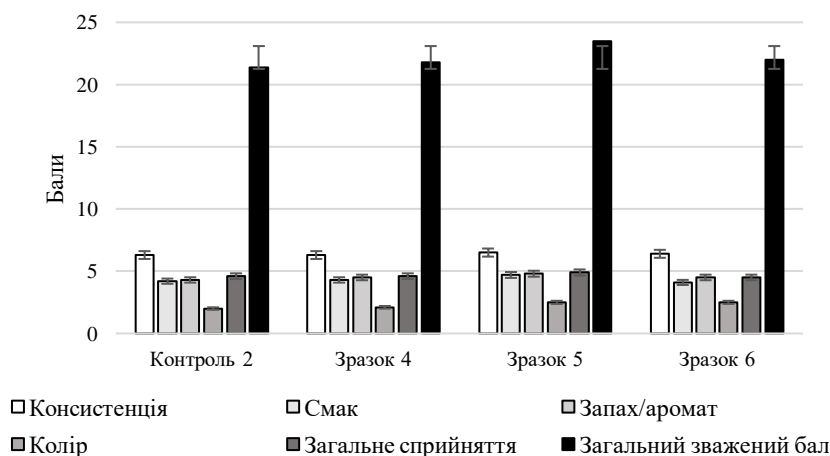


Рис. 3. Дегустаційна оцінка зразків йогурту з інуліном і пюре манго з урахуванням коефіцієнтів значимості на 14-ту добу зберігання

Опис органолептичних показників зразків йогурту з інуліном і пюре манго наведено у табл. 4.

Мікроструктурний аналіз зразків виявив, що внесення до згустка йогурту пюре манго дещо порушує цілісність структури білкової матриці, що наочно видно особливо для зразку 6 з максимальним вмістом пюре манго. Це пояснює незначне зниження умовної в'язкості зразків йогурту за підвищення вмісту в них наповнювача.

Таблиця 4. Органолептична оцінка зразків йогурту з інуліном та пюре манго

Назва показника	Характеристика йогурту			
	контроль 2	зразок 4	зразок 5	зразок 6
Смак	Чистий, кисло-молочний з легкою кислинкою, без сторонніх присмаків	Чистий, кисло-молочний з легкою солодкістю, з присмаком манго, без сторонніх присмаків	Чистий, кисло-молочний з достатньо вираженими солодкістю і вершковістю, з присмаком манго, без сторонніх присмаків	Чистий, кисло-молочний з вираженими солодкістю і присмаком манго, без сторонніх присмаків
Запах	Чистий, кисло-молочний, без сторонніх запахів	Чистий, кисло-молочний, без сторонніх запахів	Чистий, кисло-молочний, вершково-солодкий, з ароматом манго	Чистий, кисло-молочний, вершково-солодковуватий, із дуже вираженим ароматом манго
Консистенція	Однорідна, ніжна, щільна, без газотворення	Однорідна, ніжна, у міру щільна, з газотворенням, з незначними включеннями пюре манго, що рівномірно розподілені за всім об'ємом продукту	Однорідна, ніжна, достатньо структурована, з незначним газотворенням, з рівномірно розподіленими частками пюре манго	Однорідна, ніжна, дещо текуча, з газотворенням, зі значним вмістом часток пюре манго
Колір	Молочно-білий, однорідний за всією масою	Світло-жовтий, однорідний за всією масою		Жовтий, однорідний за всією масою
Зовнішній вигляд	Порушений згусток з глянуватого поверхнею	Порушений згусток з вкрапленнями шматочків наповнювача		Порушений згусток зі шматочками наповнювача і незначним відділенням сироватки на поверхні

Таким чином, за результатами проведеного комплексного дослідження показників якості досліджуваних зразків упродовж зберігання до подальшого впровадження у виробництво рекомендовано йогурт, що містить 2% інуліну і 10% пюре манго.

Висновки. 1. Впродовж 6 год ферментації інулін у кількості 1—3% майже не впливає на динаміку процесу кислотоутворення, але при зберіганні йогурту до 14 діб інулін у повній мірі виявляє пребіотичний вплив на активність та життєво важливі функції молочнокислих бактерій *Lactobacillus* і біфідобактерій *Bifidobacterium* як селективний субстрат, що сприяє їх росту та впливає на їхні метаболічні процеси.

2. Інулін за рахунок взаємодії з молочними білками та одночасного активування продукування молочнокислими бактеріями екзополісахаридів підвищує вологоутримувальну і структуруючу здатність йогурту. Мікроструктурний аналіз підтвердив суттєву роль макромолекул інуліну у формуванні гелевої структури згустків йогурту. Очевидним є значне зменшення розмірів чарунок гелю, які утримують вологу, що позитивно впливає як на зниження синерезису, так і на підвищення в'язкості йогурту.

3. Відмінний рівень сенсорних показників на 7-у і 14-ту добу зберігання виявлено лише для зразків йогурту 2 і 3, які містять 2 і 3% інуліну, але з переважанням бальної оцінки у зразка 2.

4. Пюре манго у складі йогурту у кількості 10% суттєво підвищує рівень якості продукту впродовж усього строку зберігання продукту, тому до подальшого впровадження у виробництво можна рекомендувати йогурт, що містить 2% інуліну і 10% пюре манго.

5. Перспектива подальших досліджень полягає у уточненні технологічних режимів виробництва розробленого виду пробіотичного йогурту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Hadjimbei, E., Botsaris, G., Chrysostomou, S. (2022). Beneficial Effects of Yoghurts and Probiotic Fermented Milks and Their Functional Food Potential. *Foods*, 3, 11(17), 2691. <https://doi.org/10.3390/foods11172691>.
2. Nurul Farhana Fazilah, Arbakariya B. Ariff, Mohd Ezuan Khayat, Leonardo Rios-Solis, Murni Halim (2018). Influence of probiotics, prebiotics, synbiotics and bioactive phytochemicals on the formulation of functional yogurt. *Journal of Functional Foods*, 48, 387—399. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.07.039>.
3. Bell, V., Ferrão, J., Pimentel, L., Pintado, M., Fernandes, T. (2018). One Health, Fermented Foods and Gut Microbiota. *Foods*, 7, 195. <https://doi.org/10.3390/foods7120195>.
4. Marco, M. L., Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Foligné, B., Gänzle, M., Kort, R., Pasin, G., Pihlanto, A., Smid, E. J., Hutkins, R. (2017). Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology*, 44, 94—102. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.11.010>.
5. Balthazar, C. F., Pimentel, T. C., Ferrão, L. L., Almada, C. N., Santillo, A., Albenzio, M., Mollakhalili, N., Mortazavian, A. M., Nascimento, J. S., Silva, M. C., Freitas, M. Q., Sant'Ana, A. S., Granato, D., Cruz, A. G. (2027). Sheep Milk: Physicochemical Characteristics and Relevance for Functional Food Development. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 6(2), 247—262. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12250>.
6. Halim, M. (2018). Influence of probiotics, prebiotics, synbiotics and bioactive phytochemicals on the formulation of functional yogurt. *Journal of Functional Foods*, 48, 387—399. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.07.039>.
7. Guggisberg, D., Cuthbert-Steven, J., Piccinalli, P., Bütikofer, U., & Eberhard, P. (2009). Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition. *International Dairy Journal*, 19, 107—115. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2008.07.009>.
8. Sah Baidya, N., Vasiljevic, T., McKechnie, S., & Donkor, O. (2015). Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. *LWT - Food Science and Technology*. 65. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.09.027>.
9. Cieslik, E., & Gebusia, A. (2011). Functional foods with fructans added. *Zywnosc. Nauka. Technologia. Jakosc/Food. Science. Technology. Quality*, 18. <https://doi.org/10.15193/zntj/2011/75/027-037>.
10. Zbikowska, A., Marciniak-Lukasiak, K., Kowalska, M., & Onacik-Gür, S. (2016). Multivariate Study of Inulin Addition on the Quality of Sponge Cakes. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 67. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2016-0026>.
11. Sabater-Molina, M., Larqué, E., Torrella, F., & Zamora, S. (2009). Dietary fructooligosaccharides and potential benefits on health. *Journal of physiology and biochemistry*, 65, 315—28. <https://doi.org/10.1007/BF03180584>.
12. Akin, M. B., Akin, M. S., & Kırmacı, Z. (2007). Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in ice cream. *Food Chemistry*, 104, 93—99. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.11.030>.
13. El-Nagar, G., Clowes, G., Tudorică, C., Kuri, V., & Brennan, C. (2002). Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. *International Journal of Dairy Technology*, 55, 89—93. <https://doi.org/10.1046/j.1471-0307.2002.00042.x>.
14. Villegas, B., & Costell, E. (2007). Flow behaviour of inulin-milk beverages. Influence of inulin average chain length and of milk fat content. *International Dairy Journal*, 17, 776—781. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2006.09.007>.
15. Tárrega, A., & Costell, E. (2006). Effect of inulin on rheological and sensory properties of fat-free starch-based dairy desserts. *International Dairy Journal*, 16, 1104—1112. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.09.002>.

16. Koca, N., & Metin, M. (2004). Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh Kashar cheese produced by using fat replacers. *International Dairy Journal*, 14, 365—373. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2003.08.006>.
17. Sodor U., M., Snigdha, S., Jahan, F. F., Sohel, R., Kazi, Z., Altaf, H. F. M. (2024). Enhancing yogurt quality with inulin: a study on chemical, microbial, and sensory improvements. *Mansoura Veterinary Medical Journal*, 26(1). <https://doi.org/10.35943/2682-2512.1253>.
18. Guven, M., Yasar, K., Karaca, O. B., Hayaloglu, A. A. (2005). The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type yogurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 58, 180—184. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2005.00210.x>.
19. Arango, O., Trujillo, A. J., Castillo, M. (2020). Influence of fat substitution by inulin on fermentation process and physical properties of set yoghurt evaluated by an optical sensor. *Food and Bioprocess Processing*, 124, 24—32. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.07.020>.
20. Żbikowska, A., Szymańska, I., Kowalska, M. (2020). Impact of Inulin Addition on Properties of Natural Yogurt. *Applied Sciences*, 10(12), 4317. <https://doi.org/10.3390/app10124317>.
21. Minj, J., Vij, S. (2017). Effect of Prebiotic Inulin on the Fermentation and Growth Kinetics Pattern of Probiotic Yoghurt Bacteria. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(12), 1755—1768. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.612.199>.
22. Tsisaryk, O., Musii, L., Slyvka, I., Skulska, I., & Luchka, I. (2025). Technology of bifidoyogurt with fruit filler and with food additives. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 27(103), 78—89. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-fl0312>.
23. Геліх, А. О., Применко, В. Г., Василенко, О. О., Геращенко, М., Савісько, О. (2020). Оптимізація показників якості йогуртів із додаванням наповнювачів. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: технічні науки*, 31(70), 2(1), 102—108.
24. Крижак, Л. М. (2022). *Clitoria ternatea* — джерело функціонального компоненту для збагачення йогуртів. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2. 182—187. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2022-307-2-182-187>.
25. Maldonado-Celis, M. E., Yahia, E. M., Bedoya, R., Landázuri, P., Loango, N., Aguillón, J., Restrepo, V., Guerrero Ospina, J. C. (2019). Chemical Composition of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit: Nutritional and Phytochemical Compounds. *Front Plant Sci.*, 17(10), 1073. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01073>.
26. Muniz Pereira, C.-T., Muniz Pereira, D., Cazelatto de Medeiros, A., Yumi Hiramatsu, E., Benetti Ventura, M., André Bolini, H.-M. (2021). Skyr yogurt with mango pulp, fructooligosaccharide and natural sweeteners: Physical aspects and drivers of liking. *LWT*, 150, 112054. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112054>.
27. Jia, H., Ren, F., Liu, H. (2025). Development of low glycemic index food products with wheat resistant starch: a review. *Carbohydrate Polymers*, 361, 123637. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2025.123637>.
28. Minj, J., Vij, S. (2025). Determination of synbiotic mango fruit yogurt and its bioactive peptides for biofunctional properties. *Frontiers in Chemistry*, 12, 1470704. <https://doi.org/10.3389/fchem.2024.1470704>.
29. Oliveira, R. P., Perego, P., Oliveira, M. N., Converti, A. (2011). Effect of inulin as a prebiotic to improve growth and counts of a probiotic cocktail in fermented skim milk. *LWT-Food Science and Technology*, 44(2), 520—523. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.08.024>.
30. Mazloomi, S. M., Shekarforoush, S. S., Ebrahimnejad, H., Sajedianfard, J. (2011). Effect of adding inulin on microbial and physicochemical properties of low fat probiotic yogurt. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 12(2), 93—98. <https://doi.org/10.22099/ijvr.2011.47>.
31. Ehsani, J., Mohsenzadeh, M., Khomeiri, M., Ghasemnezhad, A. (2018). Chemical Characteristics, and Effect of Inulin Extracted from Artichoke (*Cynara scolymus* L.) Root on Biochemical Properties of Synbiotic Yogurt at the End of Fermentation. *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 37(2), 219—230. <https://doi.org/10.30492/ijcce.2018.26864>.