

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

27

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Харчова
ПРОМИСЛОВІСТЬ

Заснований у 1965 р.

Київ НУХТ 2020

Results of research and development operations on technology of foodstuff, chemical, biochemical, microbiological processes, devices, the equipment, automation of food productions and economy of the food industry are provided.

The journal was designed for scientists, engineers and technical personnel of the food industry

Journal "Food Industry" is included into the list of professional editions of Ukraine of technical sciences (Decree of MES of Ukraine # 241 from March 9, 2016) and the category "B" (Decree of MES of Ukraine # 612 from May 7, 2019, # 975 from July 11, 2019; in specialties 122, 133, 141, 144, 151, 162, 181), where the results of dissertations for scientific degrees of PhD and candidate of science can be published.

The Journal "Food Industry" is indexed by the following scientometric databases:

- Google Scholar
- Index Copernicus

Publications are represented in authoring edition.

Висвітлені результати науково-дослідних робіт з технології харчових продуктів, хімічних, біохімічних, мікробіологічних процесів, апаратів, обладнання, автоматизації харчових виробництв та економіки харчової промисловості.

Розрахований на наукових та інженерно-технічних працівників харчової промисловості.

Журнал «Харчова промисловість» включено в перелік наукових фахових видань України з технічних наук (Наказ МОН України № 241 від 09.03.2016) та категорію «Б» (Накази МОН України № 612 від 07.05.2019 р. та № 975 від 11.07.2019, за спеціальностями 122, 133, 141, 144, 151, 162, 181), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Журнал «Харчова промисловість» індексується такими наукометричними базами:

- Google Scholar
- Index Copernicus

Статті друкуються в авторській редакції.

Editorial office address:

National University of
Food Technologies
Volodymyrska str., 68,
01601 Kyiv, Ukraine
(044) 287-92-45, 287-94-21
E-mail: tmipt_xp@ukr.net

Адреса редакції:

Національний університет
харчових технологій
вул. Володимирська, 68,
м. Київ, 01601
(044) 287-92-45, 287-94-21
E-mail: tmipt_xp@ukr.net

Recommended for publication by the
Academic Council of the National University of
Food Technologies.
Minutes of meeting № 2 of
October 1, 2020

Рекомендовано вченою радою
Національного університету харчових
технологій.
Протокол № 2 від 1 жовтня 2020 року

Редакційна колегія

Склад редакційної колегії журналу «Харчова промисловість»

Головний редактор
Editor-in-Chief

Анатолій Соколенко
Anatoliy Sokolenko

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Відповідальний секретар
Accountable secretary

Сергій Токарчук
Serhiy Tokarchuk

канд. техн. наук, доц., Україна
Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Члени редакційної колегії:

Іван Шило
Ivan Shylo

д-р техн. наук, проф., Білорусія
Ph. D. Hab., Prof., Belarusian State Agrarian Technical University,
Republic of Belarus

Станка Дамянова
Stanka Damyanova

д-р техн. наук, доц., Болгарія
DSc, Assoc. Prof., Razgrad Branch of the University of Ruse, Bulgaria

Стефан Стефанова
Stefan Stefanov

д-р инж., проф., Болгарія
DSc, Prof., University of Food Technologies — Plovdiv, Bulgaria

Анатолій Ладанюк
Anatoly Ladanyuk

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Олександр Серьогін
Oleksandr Ser'ohin

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Тетяна Пирог
Tetyana Pyroh

д-р біол. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Олександр Шевченко
Olexander Shevchenko

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Лариса Арсенєва
Larysa Arsen'yeva

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Тамара Носенко
Tamara Nosenko

д-р техн. наук, доц., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Віра Оболкіна
Vera Obolkina

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Віктор Ємцев
Viktor Yemtsev

д-р екон. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Віра Юрчак
Vira Yurchak

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Людмила Пешук
Lyudmyla Peshuk

д-р с-г. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Віктор Доценко
Victor Dotsenko

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Віталій Прибильський
Vitaliy Prybul's'kyu

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Галина Сімахіна
Halyna Simakhina

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Олена Грабовська
Olena Hrabovs'ka

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Олександр Гавва
Oleksandr Gavva

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Микола Якимчук
Mykola Yakumchuk

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Віктор Стабніков
Viktor Stabnikov

д-р техн. наук, доц., Україна
Ph. D., As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Андрій Маринін
Andrii Marynin

канд. техн. наук, ст. наук. співр., Україна
Ph. D., Senior Research Officer, National University of Food
Technologies, Ukraine

Олександр Кургаєв
Oleksandr Kurgaev

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Світлана Літвинчук
Svitlana Lityunchuk

канд. техн. наук, доц., Україна
Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Галина Поліщук
Galina Polischuk

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Василь Кишенько
Vasil Kyshenko

канд. техн. наук, проф., Україна
Ph. D., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Наталія Гусятинська
Nataliia Husiatynska

д-р техн. наук, проф., Україна
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Наталія Пушанко
Nataliia Pushanko

канд. техн. наук, доц., Україна
Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ**Сировина та матеріали**

Капрельянц Л. В., Пожиткова Л. Г., Жук О. В., Білик О. А. Функціональні продукти: генезис, сучасний стан і тенденції

Соц С. М., Кустов І. О., Кузьменко Ю. Я. Виробництво круп і площених продуктів при переробці зерна голозерного вівса та голозерного ячменю

Рудюк В. П., Пасічний В. М., Толопа Т. І. Розроблення альтернативних рецептур сирних продуктів для використання у м'ясній промисловості

Власенко І. Г., Семко Т. В., Поліщук Г. Є., Борова М. П. Сучасний стан і перспективи розвитку ринку органічної продукції в Україні та світі

Гетьман І. А., Михонік Л. А., Кухаренко І. О. Дослідження вуглеводно-амілазного комплексу борошна круп'яних культур і його сумішей з пшеничним

Технології: дослідження, застосування та впровадження

Махінко В. М., Махінко Л. В., Мельник І. А. Обґрунтування удосконаленої схеми виробництва спеціально випечених папірувальних сухарів

Страшинський І. М., Пасічний В. М., Фурсік О. П. Вплив технології забою на формування функціональних показників м'яса

Соломон А. М., Семко Т. В., Ножечкіна-Єрошенко Г. М. Обґрунтування складу і розроблення технологій десертних ферментованих продуктів функціонального призначення з використанням рослинних наповнювачів

Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Удосконалений спосіб отримання заморожених ягідних напівфабрикатів

РОЗДІЛ 2. ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ**Процеси харчових виробництв**

Олішевський В. В., Бабко Є. М., Пушанко Н. М., Українець А. І., Бабко Д. Є. Передова технологія використання гідрооксиду алюмінію на цукрових заводах України

Васильківський К. В., Максименко І. Ф., Чагайда А. О., Піддубний В. А., Ступак Ю. О. Створення і підтримання енерго- і масообмінних процесів у газорідних середовищах

Пакування: розробка, дослідження, переробка

Деренівська А. В., Кривопляс-Володіна Л. О., Токарчук С. В. Визначення раціональних параметрів забезпечення стійкості транспортних пакетів методами підвищення сил тертя між шарами тарних вантажів

SECTION 1. TECHNOLOGY**Raw Materials and Materials**

7 Kaprelyants L., Pozhitkova L., Zhuk O., Bilyk O. Unctional foods: the genesis, current status and trends

21 Sots S., Kustov I., Kuzmenko Y. Manufacture of groats and flaked products by processing of naked oats grain and hull-less barley

29 Rudiuk V., Pasichnyi V., Toliupa T. Development of alternative cheese recipes for use in meat industry

37 Vlasenko I., Semko T., Polishcuk G., Borova M. Current situation and prospects of organic products market development in Ukraine and the world

46 Hetman I., Mykhonik L., Kukharenko I. Study of the carbohydrate-amylase complex of cereal flour and its mixture with wheat

Technologies: Researches, Application and Introduction

53 Makhynko V., Makhynko L., Melnyk I. Reasoning of improved flowchart for production of specially baked rusk flour

60 Strashynskiy I., Pasichnyi V., Fursik O. The influence of slaughter technology on the formation of functional indicators of meat

69 Solomon A., Semko T., Nozhechkina-Eroshenko H. Rationale of the composition and development of dessert enzymed products technologies of functional purpose with the use of plant fillers

80 Simakhina G., Naumenko N. The improved method to obtain the frozen berry half products

SECTION 2. PROCESSES AND EQUIPMENT**Processes of Food Industries**

88 Olishkevskyy V., Babko E., Pushanko N., Ukrainets A., Babko D. Advanced technology of using aluminum hydroxide in sugar plants of Ukraine

95 Vasylykivsky K., Maksymenko I., Chagaida A., Pidubny V., Stupak Yu. Creation and maintenance of energy-mass exchange processes in gas-liquid environments

Packing: Development, Researches, Processing

105 Derenivska A., Kryvoplias-Volodina L., Tokarchuk S. Determination of rational parameters for ensuring the sustainability of the transport packaging by methods of increasing the friction forces between layers of packaged items

Якимчук М. В., Кривопляс-Володіна Л. О., МIRONENKO С. М., Якимчук В. М. Дослідження впливу конструкцій захоплювальних пристроїв на динаміку роботи лінійних двигунів у мехатронних модулях переміщення упаковок

Керування виробничими процесами

Грибков С. В., Седих О. Л. Розробка модифікованих ітераційних алгоритмів для розв'язання задачі формування оптимальних варіантів розкладу виконання замовлень

Енергетика та виробничі процеси

Сінат-Радченко Д. Є., Іващенко Н. В., Василенко С. М. Тепловіддача води за поперечного обтікання труб і трубних пучків

114 Iakymchuk M., Kryvoplias-Volodina L., Myronenko S., Yakymchuk V. Research of injection devices structure influence to the dynamics work of linear motors in mechatronic modules of packing movement

Control of Production Processes

126 Hrybkov S., Seidykh O. Development of the modified iteration algorithms to solve the problem of forming the optimal variants of the order execution schedule

Power engineering and productions

138 Sinat-Radchenko D., Ivashchenko N., Vasilenko S. Water heat transfer with transverse flow pipes and tube bundles

УДК 637.146:67:613.2

RATIONALE OF THE COMPOSITION AND DEVELOPMENT OF DESSERT ENZYMED PRODUCTS TECHNOLOGIES OF FUNCTIONAL PURPOSE WITH THE USE OF PLANT FILLERS

A. Solomon

Vinnytsia National Agrarian University

T. Semko

Vinnytsia Trade and Economic Institute of Kyiv National University of Trade and Economics

H. Nozhechkina-Eroshenko

Poltava State Agrarian Academy

ABSTRACT

Key words:
bifidobacteria,
lactobacilli,
growth promoters,
stabilizers,
plant fillers,
biological value

Article history:
Received 07.02.2020
Received in revised form
14.06.2020
Accepted 30.06.2020

Corresponding author:
semko1965@ukr.net

The fermented soul-milk dessert products of functional orientation acquire in Ukraine of all greater popularity. The fermented dairies are the basic suppliers of microorganisms of probiotic, that assist support and proceeding in microbial ecology of man. To the cultures of probiotic, that provide an useful effect on the organism of consumer and normalize composition and functions of microflora of gastrointestinal tract, such types of лакто- belong and bifidobacterium, as *Lactobacillus* of *acidophilus*, *Lactobacillus* of *casei*, *Bifidobacterium* of *spp.* (*B. of adolescentis*, *B. animalis ssp. lactis*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*). Bifidobacterium — one of the most essential groups of microorganisms to the bowels, that prevail in the anaerobic flora of colon. It should be noted that for most microorganisms that are the representatives of normal microflora of intestinal highway of human, milk is an unfavorable environment for their development.

The article investigates and substantiates the composition of pro- and prebiotics, the influence of the bifidostimulant component and the stabilizing system on the quality indices of fermented dessert products, and the technologies of dairy desserts based on the consortium of bifidobacteria and lactobacilli. Since milk is an unfavorable environment for the development of most microorganisms — representatives of the normal bacterial flora of the gastrointestinal tract of man and does not contain the low molecular weight compounds required for the development of microorganisms, and most bacteria of the genus *Lactobacillus*, *Lactococcus* and *Bifidobacterium* are related to in milk oxygen, they develop very slowly in milk. The conducted researches have allowed to develop recipes and technologies of production of fermented desserts on milk and milk-grain basis, with the use of bifidobacteria and lactobacilli, as well as bifidostimulants, structure-forming agents and fruit-berry fillers, which retain high biological value, 15 flavors and aromatic texture.

DOI: 10.24263/2225-2916-2020-27-10

ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ І РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДЕСЕРТНИХ ФЕРМЕНТОВАНИХ ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ РОСЛИННИХ НАПОВНЮВАЧІВ

А. М. Соломон, канд. техн. наук

Вінницький національний аграрний університет

Т. В. Семко, канд. техн. наук

Вінницький торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету

Г. М. Ножечкіна-Єрошенко, канд. техн. наук

Полтавська державна аграрна академія

У статті науково досліджено й обґрунтовано склад про- і пребіотиків, вплив біфідо-стимулюючої складової і стабілізуючої системи на показники якості ферментованих десертних продуктів, розроблено технології кисломолочних десертів на основі консорціуму біфідо- і лактобактерій. Проведені дослідження дали змогу розробити рецептури й технології виробництва ферментованих десертів на молочній і молочно-борошняній основі з використанням біфідобактерій та лактобактерій, а також біфідостимуляторів, структуроутворювачів і фруктових-ягідних наповнювачів, які зберігають високу біологічну цінність, ніжню текстуру, смак та аромат протягом 15 днів.

Ключові слова: біфідобактерії, лактобактерії, стимулятори росту, стабілізатори, рослинні наповнювачі, біологічна цінність.

Постановка проблеми. Ферментовані молочні продукти є основними постачальниками пробіотичних мікроорганізмів, які сприяють відновленню мікрофлори шлунково-кишкового тракту людини. Всі види біфідобактерій і окремі види лактобактерій, такі як *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* subsp. *casei*, *Bifidobacterium* spp. (*B. adolescentis*, *B. animalis*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*) та інші належать до пробіотичних культур, які позитивно впливають на споживача і нормалізують склад та функції бактеріальної флори шлунково-кишкового тракту.

Біфідобактерії — одна з основних груп мікроорганізмів, що домінують в анаеробній флорі кишківника. Міжнародна молочна федерація вважає, що біобазова продукція — це сполуки, що містять щонайменше $1 \cdot 10^7$ біфідобактерій в 1 см^3 [3; 4].

Для створення молочних десертних ферментованих продуктів функціонального призначення, які здатні підтримати і відновити мікробну екологію людини, забезпечити активацію життєво важливих функцій організму, підвищити опір агресивним умовам навколишнього середовища, необхідно дослідити фактори, визначити вплив стабілізуючої системи на реологічні властивості десертних ферментованих продуктів з синбіотичними властивостями на основі про- і пребіотиків, що дасть змогу надати десертним продуктам функціональної спрямованості.

Створення симбіотичних функціональних продуктів з використанням пребіотиків — інгредієнтів природного походження, які здатні стимулювати розвиток пробіотичних культур, відноситься до перспективних напрямків розширення асортименту функціональних продуктів харчування.

Для створення функціональних ферментованих продуктів необхідно визначити склад високоефективних культур мікроорганізмів, які поряд з високою продуктивністю володіють високою та різноманітною біохімічною активністю. Правильний вибір біологічно активних штамів біфідо- та лактокультур для виробництва ферментованих молочних продуктів дасть змогу отримати якість, що відповідає вимогам нормативних документів за органолептичними і фізико-хімічними показниками.

Експертами встановлено можливість комбінованого використання біфідобактерій і лактобактерій. Визначено, що значна кількість молочної кислоти, яка утворюється у процесі життєдіяльності стрептококів і бацил, стимулює ріст *bifidobacterim*-флори у молоці, сприяє збільшенню кількості активних клітин та інтенсивному накопиченню продуктів метаболізму [8].

Біфідобактерії регулюють якісний і кількісний склад нормальної мікрофлори кишківника, перешкоджають росту і запобігають розмноженню патогенної, гнильної та аерогенної флори, відновлюють пошкоджену структуру слизової оболонки кишківника. Разом з іншими представниками нормальної кишкової флори, біфідобактерії беруть участь у перетравлюванні і всмоктуванні поживних елементів, синтезі вітамінів групи В, вітаміну D, фолієвої та ніотинової кислот, сприяють синтезу незамінних амінокислот, кращому поглинанню вітаміну D і кальцію, підвищенню функції організму до захисту — імунітету, стимулюють активність лізоциму та синтез антитіл [9].

Створення синбіотиків (комплекс про- і пребіотиків) та виготовлення на їх основі продуктів харчування є ефективним способом нормалізації кишкової бактеріальної флори і стимулює розвиток власної кишкової бактеріальної флори та підвищення захисних функцій кишківника.

Ферментовані молочні десерти функціонального призначення дуже популярні в Україні. У процесі їх виробництва використовується широкий асортимент ароматизаторів і стабілізаторів, які покращують смак і запах продукту, регулюють процеси структуроутворення.

Розробка технологій десертів на основі молочної сировини з використанням фруктових та овочевих наповнювачів, які збагачують продукти вітамінами, мінералами, поліфенолами, дає змогу значно підвищити біологічну цінність і розширити асортимент функціональних десертних продуктів. Як наповнювачі використовують різноманітні фруктові та ягідні соки, пюре, сиропи, натуральні фрукти та ягоди у замороженому вигляді або у вигляді цукатів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Лактококи та стрептококи характеризуються високим ступенем утворення кислот, але лактобацили *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* і *Lactobacillus acidophilus* перевищують інші молочнокислі бактерії за рівнем кислотоутворення. На думку вчених, штами молочнокислих стрептококів *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* виробляють переважно L(+)-молочну кислоту, яка фізіологічно важлива для організму людини. *Lactobacillus acidophilus* інгібують шкідливу бактеріальну флору (сальмонелу, стафілококи тощо) завдяки здатності продукувати антибіотики лактоцидину та ацидофілу, які посилюються при контакті з молочною кислотою [8; 15].

Метою статті є наукове обґрунтування складу заквашувальних препаратів і розроблення технологій кисломолочних десертних продуктів функціонального призначення, збагачених біологічно активними речовинами рослинного походження.

Матеріали і методи. Використано штами лактобактерій *S. Thermophilus* СТ-14, *Lactobacillus acidophilus*, а також найбільш поширені штами біфідобактерій, притаманні організму людини, — *Bifidobacterium bifidum* 791, *Bifidobacterium longum* subsp. *longum* В 379 М, *Bifidobacterium adolescentis* В-1.

Дослідження біохімічних, фізико-хімічних і органолептичних показників кисломолочних ферментованих продуктів здійснювали загальноприйнятими методами аналізу. Використані методи викладені у відповідних стандартах і керівних документах з технохімічного, мікробіологічного контролю виробництва молока і молочних продуктів. Усі отримані результати досліджень обробляли методами математичної статистики.

У результаті проведених досліджень виявлено, що підібрані штами біфідобактерій у процесі розвитку є стійкими до високих концентрацій жовчі, фенолу, вони розмножуються в середовищі низького та високого рН, не утворюють каталази та сірководню, не відновлюють нітрати та нітрити і не розчиняють желатин [19].

Консорціум підібраних біфідобактерій у співвідношенні 1:1:1 оцінювали за резистентністю в умовах, близьких до середовища шлунку (НСІ, рН 2—3) протягом 5 год, і в умовах, близьких до зберігання готових молочних десертів (рН 3—4), протягом 24 годин.

Результати і обговорення. При контакті із соляною кислотою при рН 3 кількість життєздатних клітин біфідобактерії консорціуму зменшилась на 5,2%, при рН 2 на — 9,8%. Під час зберігання молочних продуктів у контакті з молочною кислотою при рН 4 кількість життєздатних клітин біфідобактерій була знижена на 3,4%, при рН 3 на — 6,2%. На підставі експериментальних даних можемо побачити, що збереження активності біфідобактерій при проходженні через шлунково-кишковий тракт надає можливість прогнозувати виживання біфідобактерій у складі ферментованого молочного десерту під час зберігання готової продукції до експериментального кінцевого терміну.

Досліджено зміну технологічних властивостей консорціуму пристосованих лакто- та біфідобактерій та їх складу протягом 6 год зберігання (табл. 1).

Таблиця 1. Технологічні властивості композицій мікроорганізмів

Композиції мікроорганізмів	Активна кислотність (рН)	Енергія кислотоутворення при бродінні, °Т	Кількість життєздатних клітин у згустку, Lg CFU / см ³	
			бактерії	лактобактерії
Консорціум лактобацил (<i>L.acidophilus</i> + Str. <i>thermophilus</i>) (1:1)	4,5±0,2	73±0,5	—	7,2±0,2
Консорціум біфідобактерій (<i>B. bifidum</i> + <i>B. longum</i> + <i>B. adolescentis</i>) (1:1:1)	4,7±0,2	66±0,3	8,9±0,2	—
Композиція (консорціум біфідобактерій та консорціум лактобактерій) (2:1)	4,6±0,2	69±0,5	9,5±0,3	8,0±0,2

Встановлено, що при використанні композиції консорціумів лакто- і біфідобактерій, енергія кислотоутворення, порівняно із консорціумом біфідобактерій, зростає. Але порівняно з консорціумом лактобактерій зменшується, що є сприятливим явищем для росту біфідобактерій.

Важливою характеристикою штамів пробіотичних бактерій, які використовуються при виробництві функціональних продуктів, є антагоністична дія щодо патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів. В умовах *in vitro* досліджено антагоністичну активність консорціумів штамів біфідо- і лактобактерій та композиції.

У процесі розвитку біфідобактерій важливу роль відіграють поживні речовини, які накопичуються в результаті життєдіяльності штамів молочнокислих бактерій, збільшуючи кількість життєздатних колонієутворюючих клітин біфідобактерій.

Ми використовували біфідобактерії-пробіотики і стимулятори росту та розвитку — фруктозу, лактулозу, концентрат артишоку, як джерело інуліну, а також пектин, желатин, крохмаль, крупи, рис та вівсяну муку як стабілізуючі системи.

Під час ферментації стерилізованого знежиреного молока консорціум біфідобактерій протягом 6 год активізували, змішуючи з такими біфідостимуляторами: фруктозою до досягнення рН — 4,64; лактулозою до рН — 4,6; інуліном до рН — 4,5; без стимуляторів для біфідобактерій значення рН складало 4,7, в той час як титрована кислотність становила, відповідно, 68°Т, 72°Т, 74°Т і 52°Т.

Лактулоза є найбільш дослідженим пребіотиком у світі. Відмінність лактулози від інших цукрів полягає в тому, що вона не перетравлюється у верхньому відділку шлунково-кишкового тракту, а надходить у товсту кишку в незмінному вигляді, де слугує стимулятором росту і розвитку власної біфідо-флори «господаря». В той же час лактулоза не слугує субстратом для патогенної мікрофлори, зокрема кишкової палички і сальмонели [20; 21].

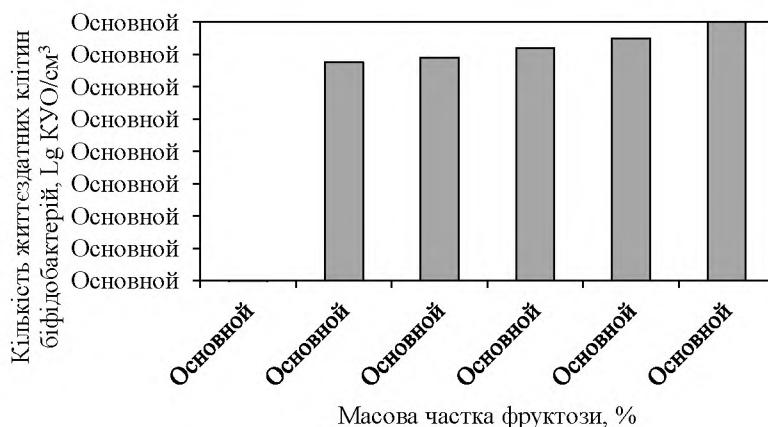


Рис. 1. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у кисломолочних згустках від масової частки фруктози:

1 — 0,1%; 2 — 0,2%; 3 — 0,3%; 4 — 0,4%; 5 — 0,5%

Клінічними дослідженнями доведено, що лактулоза може бути рекомендована як пребіотична добавка при виготовленні ферментованих кисломолочних продуктів функціональної спрямованості при захворюваннях шлунково-кишкового тракту. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій в отриманих згустках від масової частки інуліну, як біфібостимулюючого фактора, наведена на рис. 2.

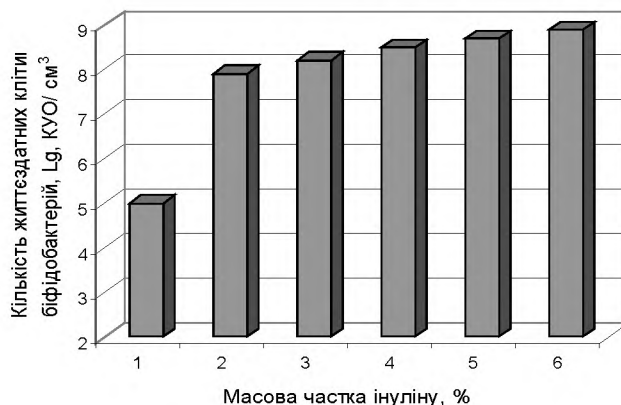


Рис. 2. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у кисломолочних згустках від масової частки інуліну: 1 — контроль; 2 — 0,1%; 3 — 0,2%; 4 — 0,3%; 5 — 0,4%; 6 — 0,5%

При використанні як біфідостимулятора інуліну відбувається значне зростання кількості життєздатних клітин біфідобактерій, що можна пояснити хімічним складом концентрату топінамбура, вуглеводи якого представлені інуліном, фруктозою і її похідними. Крім того, до складу концентрату топінамбура входять повноцінні білки, вітаміни, мінеральні речовини, пектини, які теж сприяють покращенню росту і розвитку біфідобактерій. Тож представлені результати з дослідження дії обраних біфідостимуляторів свідчать, що добавки фруктози, лактулози та інуліну навіть у кількості 0,1% здатні забезпечити пробіотичний ефект, стимулювати ріст і розвиток біфідобактерій у знежиреному стерилізованому молоці в кількості значно вищій, ніж $1 \cdot 10^6$ КУО/см³.

На думку фахівців, лактулоза і лактоза гідролізуються до моноцукрів, які виконують роль енергетичного матеріалу для розвитку біфідобактерій. Збродження моноцукрів відбувається фруктозо-глюкозним шляхом, тому передусім зброджується фруктоза, а глюкоза й галактоза ізомеризуються у фруктозу і також зброджуються до молочної й оцтової кислот [23; 24].

Як показали дослідження, при використанні біфідостимуляторів продукт набував більш низького значення активної кислотності і підвищеного значення титрованої кислотності, що пояснюється збільшенням активності біфідобактерій і утворенням оцтової кислоти, яка є досить сильним електролітом.

Для визначення раціональної концентрації сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) використовували сухе знежирене молоко (NFDM), як молочну знежирену основу (MSNF) продуктів. Підвищення вмісту СЗМЗ сприяє збільшенню кількості контактів між казеїновими міцелами під час коагуляції на одиницю об'єму дисперсійного середовища і призводить до їх інтенсивної взаємодії в процесі утворення згустку, збільшення в'язкості продукту та покращення його консистенції. Підвищення концентрації MSNF у поживному середовищі суттєво стимулює ріст і

розвиток біфідобактерій за рахунок збільшення вмісту амінокислот [10]. Це, у свою чергу, підвищує титр біфідобактерій і збільшує казеїнат-кальцій-фосфатний комплекс (ККФК) у молочній основі — утворює буферну систему, яка пригнічує наростання кислотності при збільшенні біомаси біфідобактерій. У ролі стабілізаторів молочної структури десертів використовували пектин, желатин, крохмаль, вівсяне та рисове борошно.

Важливою складовою будь-якого продукту виступають смакові наповнювачі, які не тільки формують органолептичні властивості, але й збагачують продукти біологічно-активними інгредієнтами — вітамінами, мінеральними речовинами, поліфенолами, підвищують опір організму несприятливим умовам навколишнього середовища.

Рецептуру десертних ферментованих продуктів функціональної спрямованості з масовою часткою жиру 2,5% наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Рецептури десертних ферментованих продуктів на молочній основі

Сировина	Масова частка сировини, кг
Молоко знежирене Ж = 0,05%	709,0
Молоко сухе знежирене Ж = 1%	61,8
Вершки Ж = 35%	34,4
Фруктоза	50,0
Крохмаль желеподібний	40,0
Желатин	10,0
Сироп «Лактусан»	20,0
Пектин яблучний	3,0
Ванілін	0,1
Натрій лимоннокислий	1,2
Закваска	50,0
Сік плодово-ягідний	20,5
Всього:	1000,0

Пектин активізує розвиток біфідобактерій, розмноження і вирощування нормальної бактеріальної флори шлунково-кишкового тракту і має детоксикаційні та радіозахисні властивості [10]. У контакті з пектином кількість життєздатних клітин біфідобактерій протягом 24 год збільшується з $1 \cdot 10^4$ КУО/см³ до $2,5 \cdot 10^8$ КУО/см³ порівняно з контролем, у якому кількість біфідобактерій збільшується з $1 \cdot 10^4$ КОЕ/см³ до $1,2 \cdot 10^7$ КУО/см³.

Желатин як білкова речовина в кислому середовищі створює позитивний ефект; він зв'язує вологу і утворює твердий гель при низькому рН. Здатність желатину зв'язувати вільну вологу й утворювати щільні згустки та гелі шляхом формування тривимірної сітчастої структури має важливе значення у молочній промисловості, оскільки знижує ризик синерезису у виготовлених продуктах. У результаті збільшується термін придатності, зменшується собівартість і покращується якість готового продукту.

Крохмаль є нейтральним полісахаридом і служить як структурним зв'язуючим агентом, так і стабілізатором отриманих структур. Крохмаль підвищує вологотримуючу здатність молочної основи, але це впливає на здатність біфідобактерій до кислотоутворення. Так, у контрольному зразку без крохмалю титрована кислотність становить майже 88°Т, а у зразках із вмістом крохмалю 5,0% — титрована кислотність менше 76°Т.

Можемо вважати, що крохмаль є нейтральним гідроколоїдом і безпосередньо не впливає на процес бродіння, але зв'язує вологу і підвищує в'язкість, що перешкоджає розвитку мікрофлори та уповільнює процес бродіння. Встановлено, що

використання стабілізаторів у раціональній кількості (пектину — 0,3%, желатину — 3%, крохмалю — 4%) надає можливість отримати структуру, властиву кисломолочним продуктам, забезпечити необхідну вологу та в'язкість, збільшити кількість життєздатних клітин біфідобактерій і запобігти агрегації молочного білка при використанні фруктових та ягідних наповнювачів.

У ролі стабілізаторів використовували вівсяне і рисове борошно, призначене для дитячого харчування, без ферментативної ліпази. Рисове борошно відрізняється від вівсяного борошна підвищеним вмістом крохмалю, мінералами і меншим вмістом білків та жирів. Крохмальне рисове борошно добре набухає, його об'єм збільшується в 5—7 разів порівняно з вівсяним борошном, об'єм якого збільшується лише в 4,5 раза. Для дослідів використовували суміш рисового борошна та вівсяного у співвідношенні 1:1. Вівсяне борошно збагачує суміш білками та жирами, а рисовий борошняний крохмаль забезпечує високу вологопоглинальну здатність.

Вищевказана двокомпонентна стабілізуюча система дає змогу отримати гель з ніжною однорідною консистенцією і глянцевою поверхнею, типовою для молочних десертних продуктів, таких як пасти та пудинги. Після 18 год бродіння титрована кислотність контрольних зразків становить 82°Т, активна кислотність — рН 4,5. У тестових зразках титрована кислотність становить, відповідно, 88°Т і рН 4,4. Згусток починає утворюватися після 12 год бродіння, коли титрована кислотність у контрольних та експериментальних зразках дорівнює, відповідно, 72°Т і 76°Т, а активна кислотність — рН 4,7 і рН 4,6 відповідно. Суміш з вівсяної та рисової муки стимулює ріст і проліферацію біфідобактерій, збільшуючи кількість життєздатних клітин під час бродіння від $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^9$ КУО/см³.

Встановлено, що для пастеризації молочної основи, нормалізованої за білком і жиром, доцільно використовувати режим (90±2)°С з витримкою 2 хвилини. З огляду на те, що молочна основа і суміш вівсяного та рисового борошна можуть бути засіяні спорами шкідливих мікроорганізмів, температуру пастеризації встановлювали (95±2)°С з витримкою 5 хвилин.

У виробництві молочних десертів на основі знежиреного і нормалізованого молока ми додавали в суміш підготовлені стимулятори росту біфідобактерій і стабілізатори структури у встановленій раціональній кількості.

Закінчення процесу ферментації визначали за показниками титрованої і активної кислотності. В охолодженому до (4±2)°С продукті визначали вплив використаних біфідостимуляторів і стабілізаторів на розвиток пробіотиків, титровану, активну кислотність та фізико-хімічні властивості.

Процес гелеутворення починається на третій і майже закінчується на п'ятій годині процесу ферментації. Тривалість lag- фази при ферментації десертних продуктів з гелеподібною структурою становить 1 год, що свідчить про правильно визначений склад і кількість використаних біфідостимуляторів. Найбільш різке підвищення титрованої і зниження активної кислотності відбувається з третьої по п'яту годину ферментації.

Титрована кислотність дослідних зразків через 6 год ферментації становить 72°Т, контрольних — 85°Т, активна кислотність, відповідно, — 4,7 і 4,5. Кількість життєздатних клітин біфідобактерій у кисломолочних згустках після 6 год ферментації збільшується з $1 \cdot 10^4$ КУО/см³ до $2,5 \cdot 10^{10}$ КУО/см³ порівняно з контролем, в якому кількість біфідобактерій зростає до $2 \cdot 10^8$ КУО/см³.

В'язкість продуктів визначали за допомогою віскозиметра «Reotest-2» (градієнт швидкості зсуву $D\dot{\gamma}=0,3333$ с⁻¹). Встановлено, що процес структуроутворення при ферментації десертного продукту на молочній основі майже закінчується при досягненні в'язкості $1,65 \cdot 10^2$ Па·с.

Важливою складовою будь-якого продукту виступають смакові наповнювачі, які не тільки формують органолептичні властивості, але й збагачують продукти біологічно-активними інгредієнтами — вітамінами, мінеральними речовинами, поліфенолами, підвищують опір організму несприятливим умовам навколишнього середовища. Як збагачувачі найчастіше використовують плодово-ягідні соки або сиропи, які рівномірно розподіляються по всьому об'єму продукту. При виготовленні кисломолочних продуктів функціональної спрямованості доцільно використовувати тільки соки прямого віджиму з вітамінів, поліфенолів, мінеральних речовин тощо.

Складність використання плодово-ягідних збагачувачів пов'язана з тим, що внесення добавок до процесу заквашування може порушити процес ферментації молочної основи, змінити колір, смак і реологічні властивості готової продукції, що позначається на тривалості зберігання готової продукції. Експериментально доведено, що виробництво десертних ферментованих продуктів доцільно проводити термостатним способом, а плодово-ягідні збагачувачі краще вносити після заквашування під час процесу перемішування.

При додаванні фруктових та ягідних наповнювачів потрібно враховувати, що вони мають низьку кислотність, тому може відбуватися ущільнення тривимірної структурної сітки білкового гелю, порушення структури солодких ферментованих продуктів і виникнення синерезису.

Результати досліджень основних показників якості ферментованих десертів з фруктовими наповнювачами відразу після охолодження до температури зберігання $(3\pm 1)^\circ\text{C}$ наведено в табл. 3.

Процес сквашування експериментальних зразків триває 5—6 годин. Отримані згустки симбіотичних продуктів щільні, текстура однорідна, ніжна, желатиноподібна та помірно в'язка. Смак чистий, приємний, із запахом фруктових наповнювачів.

Результати експериментальних досліджень стали основою для розроблення нових технологій кисломолочних десертів функціонального призначення.

Було проведено дослідження змін кількості життєздатних біфідобактерій під час зберігання готового продукту протягом 25 днів при температурі $(4\pm 2)^\circ\text{C}$. Встановлено, що протягом перших 10 днів кількість життєздатних біфідобактерій практично не змінюється, протягом наступних 5 днів починається поступове відмирання клітин біфідобактерій, але їх вміст у продуктах залишається високим.

Таблиця 3. Показники якості десертних продуктів з фруктовими наповнювачами

Показники	Десертні продукти			
	на молочній основі		на молочно-борошняній основі	
	Контроль	Тест	Контроль	Тест
Активна кислотність, рН	4,5 \pm 0,1	4,67 \pm 0,1	4,52 \pm 0,1	4,64 \pm 0,1
Титрована кислотність, $^\circ\text{T}$	77,5 \pm 0,2	75,2 \pm 0,2	78 \pm 0,2	78,8 \pm 0,2
Кількість життєздатних клітин біфідобактерій, $\cdot 10^8$ КУО/см ³	9,2 \pm 2	9,8 \pm 2	10,1 \pm 2	10,5 \pm 2
Тривалість коагуляції, годин	5,0 \pm 0,5	5,5 \pm 0,5	5,0 \pm 0,5	5,5 \pm 0,5
В'язкість, $\eta \cdot 10^3$, Па \cdot с	1,89 \pm 0,2	1,93 \pm 0,2	1,91 \pm 0,2	1,95 \pm 0,2
Синерез, см ³	Відсутній	Відсутній	Відсутній	Відсутній

Дослідження змін реологічних властивостей молочних і молочно-борошняних продуктів під час зберігання показало, що протягом перших п'яти днів зберігання отримані структури посилюються і в'язкість ферментованих десертних

продуктів зростає в результаті процесу комплексного утворення гідроколідів, а також завдяки адсорбції поліфенольних речовин фруктово-ягідної сировини на поверхні білків та полісахаридів з утворенням складних структур, що ущільнюють структуру.

Висновки. Встановлено, що структура контрольних зразків десертів не змінюється протягом 15 днів, тестових зразків — протягом 20 днів, з подальшим поступовим руйнуванням структури, а в окремих зразках спостерігається незначне відділення вологи у вигляді окремих крапель. Через 25 днів синерезис солодких молочних продуктів становить 1,2 см³, продуктів на молочно-борошняній основі — 0,8 см³. Пробиотичні властивості як контрольних, так і тестових зразків підтверджуються тим, що протягом 20 днів зберігання кількість життєздатних біфідобактерій була не нижче ніж $1 \cdot 10^9$ КУО/см³, але з огляду на те, що через 10 днів зберігання клітини біфідобактерій починають гинути, час зберігання ферментованих солодких продуктів обмежується 15 днями.

Проведені дослідження дали змогу розробити рецептури й технології виробництва ферментованих десертів на молочної і молочно-борошняній основі з використанням біфідобактерій та лактобактерій, а також біфідостимуляторів, структуроутворювачів і фруктово-ягідних наповнювачів, які зберігають високу біологічну цінність, ніжну текстуру, смак та аромат протягом 15 днів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Roberfroid M. B. Global view on functional foods: European perspectives / Roberfroid M. B. // *British J. Nutr.* — 2002. — Vol. 88 (S2). — P. 133—138.
2. Roberfroid M. B. Prebiotics and probiotics: are they functional foods? / Roberfroid M. B. // *Am. J. Clin. Nutr.* — 2000. — № 6. — P. 1682—1687.
3. Rolfe R. D. The role of probiotic cultures in the control of gastrointestinal health / Rolfe R. D. // *J. Nutr.* — 2000. — № 2. — P. 396—402.
4. Shah N. P. Probiotic bacteria: selective enumeration and survival in dairy foods / Shah N. P. // *J. Dairy Sci.* — 2000. — № 4. — P. 894—907.
5. Sanders M. E. Considerations for use of probiotic bacteria to modulate human health / Sanders M. E. // *J. Nutr.* — 2000. — № 2. — P. 384—390.
6. Ботина С. Г. Штаммы *Streptococcus thermophilus*, ферментующие галактозу / Ботина С. Г. // *Молочная пром-сть.* — 2008. — № 4. — С. 54—56.
7. Richardson D. P. Functional Food and Health Claims / Richardson D. P. // *The world of Functional ingredients.* — 2002. — Vol. 9. — P. 12—20.
8. Schrezenmeir J. Probiotics, prebiotics and synbiotics — approaching a definition / Schrezenmeir J., M. de Vrese. // *Am. J. Clin. Nutr.* — 2001. — № 2. — P. 361—364.
9. Смирнов В. В. Пробиотики на основе живых культур / Смирнов В. В., Коваленко Н. К., Подгорный В. С., Сорокулова И. Б. // *Микроб. журн.* — 2002. — № 4. Т. 64. — С. 62—80.
10. Kailsapathy K. Survival and therapeutic potential of probiotic organisms with reference to *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* spp. / Kailsapathy K., Chin J. // *Immunology and Cell Biology.* — 2000. — Vol. 78. — P. 80—88.
11. Танапук С. В. Основные характеристики лактулозы, как функционального ингредиента / Танапук С. В., Савченко О. А., Подосинников А. Р. // *Молочное Дело.* — 2005. — № 9. — С. 38—39.
12. Ярошук О. А. Фруктовые десерты с пектином на основе молочной сыворотки / Ярошук О. А., Овчарова Г. П., Донченко Л. В. // *Переработка молока.* — 2007. — № 12. — С. 14—15.
13. Семенихина В. Ф. Технологические аспекты использования бифидобактерий для кисломолочных продуктов / Семенихина В. Ф., Рожкова И. В., Бегунова А. В. // *Молочная пром-сть.* — 2009. — № 12. — С. 9—11.
14. Храпцов А. Г. Комплексная система пробиотически-сорбционной направленности / Храпцов А. Г., Садовой В. В., Самылина В. А. // *Изв. ВУЗов. Пищ. технология.* — 2005. — № 4. — С. 40—42.
15. Дідух Н. А. Симбіотичний комплекс для виробництва ацидофільних кисломолочних продуктів з підвищеними функціональними властивостями / Дідух Н. А., Могилянська Н. О.,

Власенко О. В. // 36. наук. пр. ОНАХТ. — Одеса: ОНАХТ, 2009. — Вып. 36. Том. 2. — С. 129—133.

16. Наследова Л. Ф. Еще раз о лактулозе / Наследова Л. Ф. // Молочная пром-сть. — 2009. — № 9. — С. 68—69.

17. Храпцов А. Г. Технологическая платформа отечественного пребиотика лактулозы / Храпцов А. Г., Евдокимов И. А., Рябцева С. А., Кожевникова О. Н. // Молочная пром-сть. — 2009. — № 12. — С. 53—56.

18. Полянский К. К. Пищевые волокна в молочных продуктах / Полянский К. К., Глаголева В. Э., Ряховский Ю. В. // Молочная пром-сть. — 2009. — № 12. — С. 9—11.

19. Станкевич Г. М. Оптимізація параметрів гомогенізації молочно-жирових сумішей для геродістичних напоїв / Станкевич Г. М., Дідух Г. В. // Харчова наука і технологія. — 2009. — № 2(7). — С. 69—71.

20. Дідух Н. А. Симбиотические комплексы для производства ферментированных молочных геронапитков [Текст] / Н. А. Дидух, Г. В. Дидух // 36. наук. пр. ОНАХТ. — Одеса: ОНАХТ, 2008. — Вып. 33. — С. 147—153.

21. Дідух Н. А. Наукові основи використання синбіотичних комплексів з чистими культурами *Bifidobacterium longum* у виробництві ферментованих функціональних молочних продуктів / Дідух Н. А. // Молочное Дело. — 2008. — № 3. — С. 21—23, — № 4. — С. 52—54; — № 5. — С. 38—39.

22. Власенко В. В. Сучасний стан та перспективи виробництва кисломолочних продуктів функціонального призначення [Текст] / В. В. Власенко, А. М. Соломон, Я. Б. Паулина // Харчова наука і технол. — № 4(9). — 2009. — С. 21—23.

23. Патент на корисну модель 54607 UA Україна, МПК А 23 С 9/00. Кисломолочний десертний продукт / А. М. Соломон, В. В. Власенко, А. К. Д'яконова. — № 201010363; Заявл. 25.08.2010; Опубл. 10.11.2010, Бюл. № 21. — 6с.

24. Власенко В. В. Визначення пробіотичної складової для десертних кисломолочних продуктів функціонального призначення / В. В. Власенко, А. М. Соломон, Г. В. Дідух та ін. // Харчова наука і технологія. — 2010. — № 13(4). — С. 69—71.

ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА И РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕСЕРТНЫХ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

А. М. Соломон

Винницький національний аграрний університет

Т. В. Семко

*Винницький торгово-економічний інститут Київського національного
торгово-економічного університета*

Г. М. Ножечкина-Ерошенко

Полтавська державна аграрна академія

В статтє научно досліджені та обґрунтовані складові про- та пребіотиків, вплив біфідостимулюючої складової та стабілізуючої системи на показателі якості ферментованих десертних продуктів, розроблені технології кисломолочних десертів на основі консорціуму біфідобактерій та лактобактерій. Проведені випробування дозволили розробити рецептури та технології виробництва ферментованих десертів на молочної та молочно-мучної основі, з використанням біфідобактерій та лактобактерій, а також біфідостимуляторів, структурообразователів та фруктових-ягідних наповнителів, котрі зберігають високу біологічну цінність, ніжню структуру, смак та аромат в період 15 днів.

Наукове видання

ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Науковий журнал

№ 27

Журнал «Харчова промисловість» затверджений наказом МОН України (постанова № 241 від 09.03.2016) як наукове видання з технічних наук. Реєстраційне свідоцтво: серія КВ № 6890 від 23.01.2003. Засновник і видавець: Національний університет харчових технологій.

Журнал є продовженням міжвідомчого тематичного збірника «Харчова промисловість», заснованого в 1965 р. Виходить двічі на рік.

Статті друкуються в авторській редакції.

Відповідальний редактор журналу: А.І. Соколенко

Відповідальний секретар: С.В. Токарчук

Комп'ютерна верстка: Т. В. Соколова

Підп. до друку 22.06.2018 р. Формат 70 × 100/16.

Гарнітура TimesNewRoman. Друк цифровий.

Ум. друк. арк. 11,45. Обл.-вид. арк. 12,32.

Наклад 100 прим. Вид. № 07/16. Зам. № 23-16

НУХТ 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.2004