

11. Бифидобактерии и использование их в молочной промышленности [Текст] / Л. В. Красникова, И. В. Салахова, В. И. Шаробайко, Т. М. Эрвольдер – М.: АгроНИИТЭИММП, 1992. – 32 с. – / Обзор. информ. Сер. Молочная пром-сть/.
12. Immunomodulatory function of lactic acid bacteria. / H. Yasui, K. Shida, T. Matsuzaki et al. // Antonie Van Leeuwenhoek. – Vol. 76. – P. 383–389.
13. Isolation and characterization of two bacteriocins of *Lactobacillus acidophilus* LF221 / Bogovič-Matijašić B., Rogelj I., Nes I.F., Holo H. // Appl. Microbiol. Technol. – 1998. – № 2. – P. 606–612.
14. *Lactobacillus* strain GG supplementation decreases colonic hydrolytic and reductive enzyme activities in healthy female adults / W. H. Ling, R. Korpela, H. Mykkanen, et al. // J. Nutr. – 1994. – № 1. – P. 18–23.
15. Tannock G.W. Molecular analysis of the composition of the bifidobacterial and *Lactobacillus* microflora of humans. / Appl. Environ. Microbiol. – 1996. – Vol. 62. – P. 4608–4613.
16. Гудков А. В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты [Текст] / А. В. Гудков. – М.: ДеЛи Принт, 2004. – 804 с.
17. Шингарева, Т. И. Развитие микрофлоры заквасок традиционных и прямого внесения при производстве сыра без созревания [Текст] / Т. И. Шингарева, О. И. Купцова, С. В. Красоцкий // Сыроделие и маслоделие. – 2008. – № 3. – С. 20–22.
18. Скрипніченко Д. М. Обґрунтування раціонального вмісту молокозсідального ферменту СНУ-МАХ у виробництві м'яких пробіотичних сирів [Текст] / Д. М. Скрипніченко, Н. А. Ткаченко // Харчова наука і технологія. – 2014. – № 2 (27). – С. 24–29.
19. Phase variations in *Bifidobacterium animalis* [Text] / V. Biavati, F. Crociani, P. Mattarelli et al. // Curr. Microbiol. – 1986. – № 9. – P. 51–55.
20. Ткаченко Н. А. Взаимодействие бифидо- и лактобактерий при производстве мягких пробиотических сыров [Текст] / Н. А. Ткаченко, Д. М. Скрипніченко // Международная научная конференция «Пищевые инновации и биотехнологии», 29 апреля 2014 г. – Кемерово, 2014 – С. 190–192.

Стаття надійшла до редакції 26.03.2015

УДК 664.3

Ткаченко Н. А., д.т.н., професор, © (nataliva.n-2013@vandex.ua)

Куренкова О. О., аспірант. (olga18@te.net.ua)

Касьянова А. Ю., студентка, (allka-vurybalka@mail.ru)

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна

### СПРЕДИ З СИНБІОТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ – НОВІ ПРОДУКТИ ОЛІЙНО-ЖИРОВОЇ ГАЛУЗІ

У статті розглянуто основні аспекти створення збалансованих емульсійних жирових продуктів функціонального призначення з урахуванням норм фізіологічних потреб сучасної людини, показано перспективність розробки солодковершкових біфідовмісних низькожирних спредів функціонального призначення з синбіотичними властивостями зі співвідношенням молочного й рослинних жирів 70:30 і збалансованими співвідношеннями НЖК:МНЖК:ПНЖК і ПНЖК  $\omega$ -6:ПНЖК  $\omega$ -3. Запропоновано введення до рецептур низькожирних спредів сухих молочних інгредієнтів для забезпечення високих органолептичних показників, зокрема, смаку й запаху, та стабілізації структури. Як пробіотичні компоненти рекомендовано використовувати адаптовані до молока культури бифидобактерій у складі бакконцентратів безпосереднього внесення: FD DVS Bb-12, Liobac BIFI або Liobac 3BIFIDI після їхньої попередньої активізації у стерилізованому молоці,

© Ткаченко Н. А., Куренкова О. О., Касьянова А. Ю., 2015

збагаченому фруктозою як біфідогенним фактором, в якості пребіотиків – застосування розчинних харчових волокон: камедів, пектину, інуліну. Можливе також збагачення спредів функціонального призначення жиророзчинними вітамінами-антиоксидантами (А, D, E).

**Ключові слова:** спред, функціональний продукт, фізіологічно функціональний харчовий інгредієнт, молочний жир, рослинна олія, пробіотик, пребіотик, синбіотик, біфідобактерії, структура, органолептичні показники.

УДК 664.3

**Ткаченко Н. А.**, д.т.н., професор, (nataliva.n-2013@vandex.ua)

**Куренкова О. А.**, аспірант. (olea18@te.net.ua)

**Касьянова А. Ю.**, студентка, (allka-vurybalka@mail.ru)

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, Украина

### **СПРЕДЫ С СИНБИОТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ – НОВЫЕ ПРОДУКТЫ МАСЛОЖИРОВОЙ ОТРАСЛИ**

В статье рассмотрены основные аспекты создания сбалансированных эмульсионных жировых продуктов функционального назначения с учетом норм физиологических потребностей современного человека, показана перспективность разработки сладкосливочных бифидосодержащих низкожирных спредов функционального назначения с синбиотическими свойствами и соотношением молочного и растительных жиров 70:30, со сбалансированными соотношениями НЖК:МНЖК:ПНЖК и ПНЖК  $\omega$ -6:ПНЖК  $\omega$ -3. Предложено введение в рецептуры низкожирных спредов сухих молочных ингредиентов для обеспечения высоких органолептических показателей, в частности, вкуса и запаха, и стабилизации структуры. В качестве пробиотических компонентов рекомендуется использование адаптированных к молоку культур бифидобактерий в составе бакконцентрата непосредственного введения FD DVS Bb-12, Liobac BIFI или Liobac 3BIFIDI после их предварительной активизации в стерилизованном молоке, обогащенном фруктозой как бифидогенным фактором, в качестве пребиотиков – применение растворимых пищевых волокон: камеди, пектина, инулина. Возможно также обогащения спредов функционального назначения жирорастворимыми витаминами-антиоксидантами (А, D, E).

**Ключевые слова:** спред, функциональный продукт, физиологически функциональный пищевой ингредиент, молочный жир, растительное масло, пробиотик, пребиотик, синбиотики, бифидобактерии, структура, органолептические показатели.

UDC 664.3

**Tkachenko N. A.**, Professor, (nataliya.n-2013@vandex.ua)

**Kurenkova O. A.**, Postgraduate. (olea18@te.net.ua)

**Kasyanova A. Y.**, Student, (allka-vurybalka@mail.ru)

Odessa national academy of food technologies, Odessa, Ukraine

### **SPREAD WITH SYNBIOTIC PROPERTIES - NEW PRODUCTS IN BUTTER & FAT INDUSTRY**

The article describes the main aspects of the creation of balanced emulsion of fatty products in view a functional purpose the norms physiological requirements of modern man, shows promising developments sweet bifido low fat spreads a functional purpose with synbiotic properties in the ratio of milk and vegetable fats and balanced ratio of 70:30 UFA: MUFA:PUFA and PUFA  $\omega$ -6: PUFA  $\omega$ -3. Proposed introduction in recipes low fat spreads dry dairy ingredients to ensure high organoleptic parameters, in particular taste or smell, and stabilizing the structure. As probiotic components

*recommended adapted to milk cultures of bifidobacteria in the composition of bacterial concentrates direct introduction FD DVS Bb-12, Liobac BIFI or Liobac 3BIFIDI after their activation in pre-sterilized milk, enriched with fructose as a bifidogenic factor, as prebiotics – the use of soluble dietary fiber: gum, pectin, inulin. It is also possible enrichment functional purpose spreads fat-soluble antioxidant vitamins (A, D, E).*

**Key words:** spread, functional product, physiologically functional food ingredient, milk fat, vegetable oil, probiotic, prebiotic, synbiotic, bifidobacteria, structure, organoleptic parameters.

**Вступ.** Створення безпечних та якісних функціональних продуктів поліпшує харчовий статус населення та є актуальним завданням харчової індустрії. Сьогодні на українському і світовому ринку представлені спреди, які можуть бути позиціоновані як продукти, що забезпечують умови для здорового харчування. Особливості технології спредів, сучасні способи стабілізації лабільних інгредієнтів, а також відомі прийоми підвищення активності пробіотиків, дозволяють створити нові види спредів, які включають живі мікроорганізми.

Технологія виробництва спредів дозволяє розробляти продукти, які містять комплекс функціональних інгредієнтів. Але необхідно враховувати одну з умов: інгредієнти не повинні негативно впливати на засвоюваність організмом людини окремих компонентів рецептури.

**Постановка проблеми і її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями.** Підвищення якості продуктів харчування, збагачення їх і виробництво фізіологічно функціональних харчових продуктів – це напрямок, якому сьогодні виробники приділяють велику увагу. Функціональні продукти – це продукти харчування, що містять інгредієнти, які корисні для здоров'я людини, підвищують його опірність захворюванням, здатні поліпшити багато фізіологічних процесів в організмі людини, дозволяючи йому довгий час зберігати активний спосіб життя. Тобто це продукти, збагачені фізіологічно функціональними харчовими інгредієнтами (ФФХІ): вітамінами (А, групи В, D, Е тощо); харчовими волокнами (розчинні та нерозчинні); мінеральними речовинами (кальцій, ферум, йод, селен та ін.); поліненасиченими жирними кислотами ( $\omega$ -3 та  $\omega$ -6 жирні кислоти); антиоксидантами ( $\beta$ -каротин, аскорбінова кислота,  $\alpha$ -токоферол, біофлавоноїди тощо); олігосахаридами, які не засвоюються (фруктоолігоцукри, інулін, лактулоза та ін.), стійкими крохмаллями; пробіотичними бактеріями (біфідо- та лактобактерії, дріжджі, вищі гриби); амінокислотами та пептидами; глікозидами та ізопреноїдами; ферментами; органічними кислотами [1–4].

Роль функціональних продуктів зростає в усьому світі [3, 4]. Харчова промисловість України також повинна запропонувати нові продукти, більш корисні для людини. Споживачі вже морально готові купувати такі продукти за високою ціною (особливо у великих містах та зонах техногенних катастроф). Попит споживачів на нові продукти харчування у світі дуже великий. Згідно з опублікованим прес-релізом [5], світовий ринок продуктів функціонального харчування у 2013 році склав 43,27 мільярдів доларів США. Порівняно з 2009 роком зростання склало 26,7 %. Найбільшу питому вагу у виробництві функціональних продуктів харчування займає Японія (40 %), далі йдуть Сполучені Штати Америки (38 %) і Австралія (14 %) [6]. Частка європейських виробників складає лише 2 %. В Україні виробництво продуктів функціонального харчування є незначним і представлене переважно молочними, зерно-борошняними, олійно-жировими виробами та безалкогольними напоями, які користуються надзвичайно високою популярністю серед споживачів; 65 % функціональних продуктів

харчування в Україні та країнах ЄС складають функціональні молочні продукти, зокрема, кисломолочні напої та сири [1–4, 7–8].

На споживчому ринку спредів та вершкового масла в Україні не представлені спреди функціонального призначення, як це спостерігається у провідних країнах світу (США, Японії, країнах ЄС, Білорусії, Російській Федерації тощо), тому наукові дослідження, спрямовані на розробку та впровадження у виробництво спредів з вираженими функціональними властивостями, є актуальними і своєчасними.

**Метою** даного дослідження стало визначення основних напрямків у розробці спредів функціонального призначення, зокрема лінійки солодковершкових низькожирних спредів з синбіотичними властивостями.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасні спреди з функціональними властивостями у провідних країнах світу поступово починають відповідати зразкам поліпшеного жирного продукту [8]:

- за органолептичними і структурно-механічними показниками вони все більше наближаються до вершкового масла;
- жирова основа спредів підбирається таким чином, щоб забезпечити збалансованість жирнокислотного складу, оптимальний вміст поліненасичених жирних кислот, низьку концентрацію або повну відсутність транс-ізомерів жирних кислот;
- у більшості випадків спреди збагачують жиророзчинними вітамінами А, D, Е;
- внаслідок переважання в рецептурі рослинних жирів, спреди містять мінімальну кількість холестерину;
- спреди середньої та низької жирності мають понижено енергетичну цінність.

Однією із головних проблем створення низькокалорійних спредів є поява дефектів смаку: «пустий», водянистий або жирний смак, зумовлений складом рослинних жирів. Сформувати приємний вершковий смак можна включенням у рецептуру молочного жиру або молочних інгредієнтів (сухе молоко, йогурт, маслянка, сироватка) [8]. При виробництві низькожирних спредів (з масовою часткою жиру 40...60 %) сухі молочні компоненти (сухе знежирене або незбиране молоко, сухі концентрати сироваткових білків, казеїнати або копреципітати), введені до рецептури, крім забезпечення високих органолептичних показників, зокрема смаку й запаху, будуть виконувати функцію стабілізаторів структури, оскільки молочні білки мають високі гідрофільні властивості [9]. Також для забезпечення необхідних структурно-механічних властивостей низькожирних спредів можуть бути використані природні стабілізаційні системи на основі желатину, наприклад система стабілізаторів «Хамульсіон QNA» фірми «ГК.ХАН и Ко», основу якої складає желатин в комплексі з камеддю рожкового дерева, гуаровою камеддю та модифікованим крохмалем [10].

Деякі науковці пропонують використовувати для нормалізації молочної сировини з низьким вмістом сухого знежиреного залишку у виробництві спредів функціональні суміші «Промікс» і «Альболак», до складу яких входять соєвий білок і природні антиоксиданти: лецитин, ізофлавіони, вітаміни антиоксидантного ряду, мікроелементи, клітковина. Завдяки цьому продукти збагачуються протеїном, поліненасиченими жирними кислотами, клітковиною, кальцієм, залізом, цинком і магнієм. Ці суміші рекомендують використовувати у виробництві високо- і

середньожирних спредів з метою поліпшення розподілу вологи й попередження її виділення на поверхні моноліту [8].

Перспективним напрямком у виробництві спредів є використання фосфоліпідних компонентів. Завдяки їхній високій фізіологічній активності можливе створення функціональних жиркових продуктів.

З метою оптимізації жирнокислотного складу у проектуванні жиркових основ спредів пропонуються композиції, які включають молочний, переетерифікований жири та рижикову олію. Використання переетерифікованих жирів у жировій основі суттєво поліпшує структурно-механічні властивості спредів і дозволяє одержати різноманітну продукцію з вузького асортименту жирової сировини, а введення до рецептури спредів рижикової олії забезпечує рекомендований вміст ПНЖК [8].

Для спредів функціонального призначення характерний підвищений вміст поліненасичених жирних кислот. З метою запобігання їхньому окисненню в такі спреди вносять натуральні антиоксиданти, зокрема екстракти рослин [8]. Безумовно, рослинні жири корисніші для організму людини, ніж тваринні. І зараз вони дозволяють створювати різноманітні, в тому числі й фізіологічно функціональні, продукти харчування, які можуть бути використані для підтримки здорового способу життя [11].

Останні медико-біологічні дослідження впливу сумішей молочного жиру й рапсової олії, до складу якої входить альфа-лінолева кислота, на метаболізм щурів доводять, що молочний жир за рахунок особливостей його жирнокислотного складу сприяє більш швидкому перетворенню в організмі тварин альфа-лінолевої кислоти у інші ПНЖК  $\omega$ -3, необхідні для його функціонування [12]. Опираючись на дані дослідження, можна прогнозувати, що поєднання у складі спредів молочного жиру з рослинними оліями, до складу яких входить альфа-лінолева кислота (ляною, ріпаковою, рижиковою, гірчичною) при обмеженому вмісті ПНЖК  $\omega$ -6, сприятиме інтенсифікації в організмі людини синтезу незамінних ПНЖК – ейкозапентаєнової та докозагексаєнової кислот. Нормований вміст мононенасичених жирних кислот, зокрема, олеїнової, у спредах може бути забезпечений за рахунок введення до рецептур оливкової або соняшникової високоолеїнової олій. Використання останньої більш перспективне, оскільки вона забезпечить кращі органолептичні властивості спредів, зокрема смак, а також нижчу собівартість продуктів.

За рекомендаціями провідних фізіологів [1, 2], співвідношення тваринних і рослинних жирів у харчуванні людини повинно складати 70:30, тому нами запропоновано до розробки нову лінійку низькожирних спредів функціонального призначення з масовою часткою жиру 40...60 %, в яких співвідношення молочного й рослинних жирів складатиме 70:30. Як рослинні компоненти доцільно використовувати соняшникову високоолеїнову та гірчичну (або рижикову, або ляну, або ріпакову) олій у співвідношеннях, які забезпечать рекомендовані нутриціологами співвідношення НЖК:МНЖК:ПНЖК – (0,27...0,30):(0,46...0,60):(0,10...0,27), ПНЖК  $\omega$ -6:ПНЖК  $\omega$ -3 – (5...10):1 [1, 2].

Серед функціональних інгредієнтів особливе місце займають пробіотики – живі мікроорганізми, які при вживанні в певній кількості забезпечують корисну для здоров'я дію додатково до характерної для основного харчування [1-2, 7]. Термін «пробіотики» вперше був введений в 1965 році Ліллі та Стіллуеллом; на противагу антибіотикам, пробіотики були описані як мікробні фактори, що стимулюють розвиток інших мікроорганізмів. У 1989 р. Рой Фуллер підкреслив необхідність життєздатності пробіотиків і висунув ідею про їх позитивні дії для пацієнтів [13]. У

випадку застосування пробіотиків як компонентів функціональних харчових продуктів оздоровчий ефект спрямований на нормалізацію кишкових мікробіоценозів організму людини [1, 2, 7, 13, 14].

Зростаюча кількість наукових досліджень вказують на те, що пробіотики приносять користь здоров'ю людини. Пробиотики підтримують здоров'я травної та імунної функції організму людини. Це включає в себе: зниження антибіотик-асоційованої діареї за рахунок управління травними симптомами; підвищення здатності організму людини боротися із застудою; забезпечення здоров'я піхви і сечовивідних шляхів; поліпшення травлення лактози тощо [5].

Мікроорганізми-пробиотики відбираються за чітко визначеними критеріями з урахуванням безпеки й з обов'язковими клінічними дослідженнями [1, 2, 7, 13]. Вони повинні відповідати таким основним вимогам: бути нормальними представниками ШКТ, бути непатогенними й нетоксигенними, бути метаболічно активними, мати здатність до адгезії, синтезувати антибіотичні речовини, запобігати розвитку патогенних мікроорганізмів, бути безпечними при використанні в продуктах і клініці, здійснювати чітко виражений і підтверджений клінічними дослідженнями позитивний вплив на здоров'я людини або тварин [1-2, 7].

При використанні штамів-пробиотиків у виробництві харчових продуктів виникають додаткові умови – тип метаболізму, стійкість у процесі технологічного оброблення, забезпечення прийнятних органолептичних характеристик, фагорезистентність, здатність до росту на певних субстратах (наприклад, у молоці), стабільність біологічних властивостей при зберіганні [1-2, 7]. При виробництві спредів пробіотики доцільно вводити до водно-молочної фази внаслідок їх доброї розчинності у воді. Завдяки утворенню зворотної емульсії в процесі виробництва спредів, стає можливим додатковий захист пробіотичних мікроорганізмів, що знаходяться в гідрофільній дисперсійній фазі, за допомогою гідрофобного дисперсійного середовища. Жирова фаза сприяє захисту пробіотиків, в першу чергу, анаеробних, які перебувають у водно-молочній фазі, від негативних впливів навколишнього середовища, що призводять до загибелі живих мікроорганізмів [15]. Однак в умовах технологічного процесу, при зберіганні та споживанні спредів, що містять життєздатні клітини мікроорганізмів-пробиотиків, останні можуть піддаватися негативному впливу стресових факторів [15, 16].

Лакто- й біфідобактерії повністю відповідають вимогам, які ставляться до пробіотиків, і сьогодні – це визнані класичні пробіотики, які широко застосовуються як фармацевтичні препарати й біологічно активні компоненти в харчових продуктах [1, 2, 7, 13, 14].

Для виробництва солодковершкових низькожирних спредів функціонального призначення доцільно в якості пробіотиків застосовувати біфідобактерії. Як пробіотики біфідобактерії почали досліджувати та використовувати у кінці двадцятого століття. Позитивний вплив цих мікроорганізмів на здоров'я людини обумовлюють такі властивості: біфідобактерії (ББ) продукують коротколанцюгові жирні кислоти – оцтову, молочну, мурашину, які можуть діяти як перистальтичні стимулятори, що допомагає здоровому функціонуванню товстого кишечника; знижують рН середовища та роблять його несприятливим для розвитку потенційно патогенних мікроорганізмів, таких як колі-форми, ентерококки, клостридії та інші, стимулюючи імунні механізми слизової оболонки і неімунні механізми через антагонізм / суперництво з потенційними патогенами. Цей феномен викликає позитивні ефекти, що включають зменшення частоти та тяжкості діареї, і є одним з

найбільш визнаних дій пробіотиків. Дефіцит ББ є одним з патогенетичних факторів тривалих кишкових порушень у дітей і дорослих, веде до формування хронічних розладів травлення. Важливою функцією біфідобактерій є їхня участь у формуванні імунологічної реактивності організму. ББ стимулюють лімфоїдний апарат, синтез імуноглобулінів, підвищують активність лізоциму та сприяють зменшенню проникності судинних тканинних бар'єрів для токсичних продуктів патогенних і умовно-патогенних організмів. ББ знижують концентрацію потенційно небезпечного аміаку та вітамінів у крові. Цей ефект також пов'язаний з продукуванням кислот та пояснюється протонуванням аміаку та амінів з утворенням катіонів, які не здатні до дифузії у кров. Ця властивість ББ є важливою для хворих на цироз печінки. Біфідобактерії синтезують вітаміни групи К та В, тіамін, рибофлавін, які виділяються позаклітинно та всмоктуються у кров [1, 2, 7, 13, 14, 17–22]. Все це дозволяє розглядати їх як ефективний біокоректор і основу для створення продуктів, що володіють багатофакторним регулюючим і стимулюючим впливом на організм, а також як одну з основних категорій для створення солодковершкових спредів функціонального призначення [7, 15, 17].

Сьогодні всі біфідовмісні молочні продукти поділяють на п'ять груп [7]. Перша включає продукти, у які вносять життєздатні клітини ББ, вирощені на спеціальних середовищах; розмноження цих мікроорганізмів у продуктах не передбачається. Друга група біфідовмісних продуктів включає продукти змішаного бродіння, сквашені симбіотичною культурою біфідобактерій та молочнокислих мікроорганізмів. До третьої групи відносять продукти, сквашені чистими або змішаними культурами біфідобактерій, у виробництві яких активізація росту біфідофлори досягається збагаченням молока біфідогенними факторами різної природи. До четвертої групи входять неферментовані молочні продукти, збагачені життєздатними клітинами ББ та їх метаболітами за рахунок попередньої активізації ББ у стерилізованому молоці з додаванням біфідогенних факторів. П'ята група об'єднує ферментовані молочні продукти змішаного бродіння, отримані ферментацією молочної сировини заквашувальними композиціями з використанням змішаних культур біфідо- й лактобактерій, у виробництві яких активізація росту бактерій роду *Bifidobacterium* досягається збагаченням молочної сировини біфідогенними факторами. Найвищі пробіотичні властивості проявляють біфідовмісні молочні продукти третьої, четвертої та п'ятої груп [7].

З огляду на технологічні особливості виробництва солодковершкових спредів, доцільно розробляти функціональні біфідовмісні спреди четвертої групи. Як пробіотичні компоненти автори рекомендують використовувати адаптовані до молока культури біфідобактерій у складі одного з бакконцентратів безпосереднього внесення: *FD DVS Bb-12*, *Liobac BIFI* або *Liobac 3BIFIDI* [7]. Бакконцентрат *FD DVS Bb-12* фірми «CHR. Hansen» (Данія) містить термофільні культури *Bifidobacterium animalis Bb-12*, бакконцентрат *Liobac BIFI* фірми «ALCE MOFIN GROUPPO» (Італія) – змішані культури *Bifidobacterium bifidum BB 03+*, *Bifidobacterium longum BL 03+*, *Bifidobacterium breve BR 03*, бакконцентрат *Liobac 3BIFIDI* фірми «ALCE MOFIN GROUPPO» (Італія) – змішані культури *Bifidobacterium bifidum BB 03+*, *Bifidobacterium longum BL 03+*, *Bifidobacterium adolescentis BA 03*. Культури біфідобактерій, які входять до складу запропонованих до використання бакконцентратів відповідають всім загальноприйнятим критеріям, які дозволяють розглядати їх як пробіотики [7]: вони стійкі до жовчі, фенолу, зберігають свою життєдіяльність у травному тракті, в тому числі при рН 2,0...3,0;

стійкі до технологічних факторів – підвищених концентрацій кухонної солі та молочної кислоти тощо.

Результати численних досліджень, які довели клінічну ефективність і безпеку штаму *Bifidobacterium animalis Bb-12*, послужили підставою для його широкого використання у всьому світі в якості компонента продуктів харчування або лікарських препаратів і харчових добавок. У 2008 році штамам *Bifidobacterium animalis* було присвоєно статус карантинної обробки та обробки (*Qualified Presumption of Safety* – статус кваліфікованої презумпції безпеки) в Європі (Європейське агентство з безпеки продуктів харчування). Згодом Управління з контролю якості харчових продуктів і лікарських препаратів США додало штаму статус *GRAS* (*Generally Regarded as Safe* – загальноновизнаний як безпечний), що дозволяє використовувати цей штам як інгредієнт різних харчових продуктів [20, 21].

Тому споживання спредів, збагачені пробіотиками, які входять до складу бакконцентратів *FD DVS Bb-12*, *Liobac BIFI*, *Liobac 3BIFIDI*, після їх попередньої активізації у стерилізованому молоці, збагаченому фруктозою як біфідогенним фактором, за методикою, розробленою на кафедрі технології молока, жирів і парфумерно-косметичних засобів Одеської національної академії харчових технологій [7], сприятиме покращенню функціонування шлунково-кишкового тракту і загальному оздоровленню та зміцненню імунної системи людини.

Пребіотики – це харчові речовини (в основному складаються з некрохмальних полісахаридів і олігосахаридів, що погано перетравлюються людськими ферментами), які живлять певну групу кишкових мікроорганізмів.

При застосуванні пребіотиків простежується зміна стратегії впливу на нормальну мікрофлору споживача шляхом підтримки й стимуляції росту домінуючої корисної мікрофлори й, насамперед, власних біфідо- і лактобактерій. Критеріями, що характеризують ці інгредієнти, такі:

- пребіотики не повинні гідролізуватися та всмоктуватися у верхній частині шлунково-кишкового тракту;

- повинні бути селективним субстратом для одної або обмеженої кількості тільки корисних представників нормальної мікрофлори кишечника, стимулюючи їхній розвиток або метаболічну активність;

- змінювати баланс кишкової мікрофлори в сторону більш сприятливого складу для організму людини;

- індукувати корисні ефекти не тільки на рівні шлунково-кишкового тракту, але й організму в цілому, тобто забезпечувати системні ефекти, поліпшувати стан макроорганізму [1–2, 7, 23].

На відміну від пробіотиків, більшість пребіотиків використовуються як харчові добавки. Найбільша кількість пребіотиків має вуглеводну природу. Найбільш відомі полі- і олігофруктани, соєві олігоцукри, галактоолігоцукри, ізольовані з природних джерел або отримані біотехнологічним чи синтетичним методами. Крім перерахованих, в якості пребіотичних субстанцій використовують також різноманітні блокатори адгезії та інгібітори росту патогенних і опортуністичних мікроорганізмів (лектини, антиадгезини та ін.). [1–2, 7, 23–25].

Умовно виділяють такі групи пребіотиків: аміноцукри, нейтральні цукри, фруктоолігоцукри, галактоолігоцукри, лактулоза, лактитол та інулін. Аміноцукри містять залишок N-ацетилглюкозаміну, який входить до складу «біфідус фактора» жіночого молока. Найбільш активним пребіотиком цієї групи є β-етилловий глікозид ацетилглюкозаміну. Група нейтральних цукрів – олігоцукри, які не всмоктуються в



кишечнику, а засвоюються лише ті з них, що розщеплюються травними ферментами – цукроза, мальтоза, мальтоолігоцукри, лактулоза [1–2, 7–8]. Вуглеводні промотори біфідобактерій з групи нейтральних цукрів виконують подвійну функцію: служать енергетичним субстратом лише для біфідобактерій і не засвоюються іншими мікроорганізмами; продуктами ферментації цих цукрів біфідобактеріями є коротколанцюгові жирні кислоти, які знижують рН у кишечнику і пригнічують ріст багатьох мікроорганізмів. До промоторів відносять трансгалактозилізовані олігоцукри, фруктоолігоцукри, ізомальтоолігоцукри [1, 7–8].

Лактулоза – це синтетичний дицукрид, який отримують спеціальною обробкою молекули лактози, що виділяється із молочної сироватки. За рахунок бактеріального розщеплення лактулози на коротколанцюгові жирні кислоти (молочна, оцтова, пропіонова, масляна) знижується рН середовища товстого кишечника, яке призводить до підвищення осмотичного тиску, затримання рідини в порожнині кишки та посилення її перистальтики. Лактулоза займає провідне місце за об'ємом використання пребіотиків у харчовій промисловості [24–28]. Включення у рецептуру спредів лактулози і β-каротину дозволяє створити нові пребіотичні продукти функціонального призначення і розширити асортимент продуктів функціонального харчування. Розроблена рецептура і технологія виробництва нових видів спредів бутербродних «Здоров'я» з масовою часткою загального жиру 39–95 %, які містять біфідобактерії та лактулозу. Для підтримання мікроекології кишечника у спред вводять 1 % рідкого концентрату біфідобактерій (*Bifidobacterium bifidum*) з вмістом в 1 г не менше  $10^{10}$  КУО живих біологічно активних клітин [8].

Визнаними пребіотиками є також баластні речовини – харчові волокна. Вони відіграють важливу роль у нормалізації діяльності шлунково-кишкового тракту, впливають на його перистальтику, на швидкість всмоктування харчових речовин у тонкому кишечнику, на стимулювання росту бактерій у кишечнику і є для них одним з важливих джерел харчування [1–2, 7, 23]. Харчові волокна в наш час визнані необхідним компонентом харчування. Надмірне захоплення рафінованими продуктами в минулому стало причиною збільшення частоти виникнення ожиріння, цукрового діабету, захворюваності серцево-судинними захворюваннями, захворюваннями товстого кишечника. Харчові волокна відрізняються за складом та властивостями. Розчинні волокна (інулін, пектини, камеді) краще виводять важкі метали, токсичні речовини, радіоізотопи, холестерин. У товстому кишечнику біля 50 % розчинних харчових волокон під дією бактерій розпадаються до жирних кислот, двоокису вуглецю, водню, метану, які здійснюють хімічний вплив на товстий кишечник. Нерозчинні волокна (клітковина) краще утримують воду, сприяючи формуванню м'якої еластичної маси в кишечнику й поліпшуючи її виведення [1–2, 7, 23].

Перспективними до використання у виробництві низькожирних солодковершкових спредів функціонального призначення є розчинні харчові волокна, оскільки, крім пребіотичних властивостей, вони будуть забезпечувати необхідні структурно-механічні властивості продукту.

Термін синбіотики використовується для позначення продуктів, до складу яких входять про- і пребіотики [1–2, 7–8]. Їхнє спільне застосування базується на ефекті синергізму від використання живих і неживих біологічно активних об'єктів, яке вимагає забезпечення певних вимог при їхньому відборі. Синбіотик повинен стимулювати не тільки розвиток індигенної кишкової мікрофлори, але й бути активним стосовно живих компонентів продукту, забезпечуючи ефективність їх

інтродукції в ШКТ і метаболізму. Концепція синбіотиків поєднує позитивні риси про- і пребіотиків і реалізується в деяких природних продуктах, наприклад ферментованих овочах. Синбіотики й синбіотичні продукти у функціональному харчуванні є новим і перспективним напрямком.

#### **Висновки.**

Сьогодні основні інноваційні розробки в сфері виробництва спредів пов'язані з введенням в їхню рецептуру функціональних харчових інгредієнтів. Основними напрямками у розробці солодковершкових біфідовмісних низькожирних спредів функціонального призначення з синбіотичними властивостями є:

– розробка спредів з масовою часткою жиру 40...60 %, в яких співвідношення молочного й рослинних жирів складає 70:30 при використанні в якості рослинних компонентів соняшникової високоолеїнової та гірчиної (або рижикової, або лляної, або ріпакової) олій у співвідношеннях, які забезпечать рекомендовані нутриціологами співвідношення НЖК:МНЖК:ПНЖК – (0,27...0,30):(0,46...0,60):(0,10...0,27), ПНЖК  $\omega$ -6:ПНЖК  $\omega$ -3 – (5...10):1;

– введення до рецептур низькожирних спредів сухих молочних інгредієнтів (сухого знежиреного або незбираного молока або сухих концентратів сироваткових білків, або казеїнатів, або копреципітатів) для забезпечення високих органолептичних показників, зокрема, смаку й запаху, та стабілізації структури;

– використання як пребіотичних компонентів адаптованих до молока культур біфідобактерій у складі одного з бакконцентратів безпосереднього внесення: *FD DVS Bb-12*, *Liobac BIFI* або *Liobac 3BIFIDI* після їх попередньої активізації у стерилізованому молоці, збагаченому фруктозою як біфідогенним фактором;

– застосування розчинних харчових волокон (камедів, пектину, інуліну) як пребіотиків та стабілізаторів структури продукту;

– збагачення спредів функціонального призначення жиророзчинними вітамінами-антиоксидантами (А, D, E).

#### **Перспективи подальших досліджень.**

Розробка рецептур солодковершкових біфідовмісних спредів четвертої групи з масовою часткою жиру 40...60 % і синбіотичними властивостями, обґрунтування технологічних параметрів і технологій виробництва продуктів, промислова апробація розроблених технологій, визначення економічної ефективності виробництва нових продуктів олійно-жирової галузі.

#### **Література**

1. Тихомирова Н. А. Технология продуктов функционального питания. [Текст] / Н. А. Тихомирова. М.: ООО «Франтера», 2002. – 213 с. ISBN 5-94009-004-4
2. Капрельянц, Л. В. Функціональні продукти [Текст] / Л. В. Капрельянц, К. Г. Юргачова. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с. – ISBN 966-8099-83-4.
3. Granato D. Functional foods and nondairy probiotic food development: trends, concepts and products [Text] / D. Granato, G. F. Branco, F. Nazzaro, A. G. Cruz, J. A. F. Faria // Comprehensive reviews in food science and food safety – 2010. – № 9. – P. 292-302.
4. Henry, C. J. Functional foods [Text] / C. J. Henry // European Journal of Clinical Nutrition. – 2010. – № 64 – P. 657–659.
5. Leatherhead food research. Functional foods market increases in size. Jonathan Thomas, Lucy Beverley. Електронний ресурс. Режим доступу \www/ URL: <http://www.leatherheadfood.com/functional-foods-market-increases-in-size> – 03.04.2014 г. – Загол. з екрана.

6. WHO Library Cataloguing in Publication Data Food and health in Europe : a new basis for action (WHO regional publications. European series ; No. 96.
7. Дідух Н. А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення [Текст] / Н. А. Дідух, О. П. Чагаровський, Т. А. Лисогор. – Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008. – 236 с. – ISBN 978-966-8788-79-6
8. Сірохман І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. пос. [для студ. вищ. навч. закл.] [Текст] / І. В. Сірохман, В. М. Завгородня. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 544 с. ISBN 978-966-364-803-3
9. Горбатова К. К. Биохимия молока и молочных продуктов [Текст]. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2001. – 314 с. ISBN 978-5-904757-26-7
10. Стабилизационные системы фирмы «ГК.ХАН и Ко» [Текст] // Молочная промышленность. – 2003. – №4. – С. 37.
11. Зобкова З. С. Растительные жиры в молочных продуктах [Текст] / З. С. Зобкова, С. К. Кутилина // Молочная промышленность. – 1999. – № 1. – С. 6-8.
12. Beneficial impact of a mix of dairy fat with rapeseed oil on n-6 and n-3 PUFA metabolism in the rat: A small enrichment in dietary alpha-linolenic acid greatly increases its conversion to DHA in the liver / Hélène Ezanno, Erwan Beauchamp, Daniel Catheline, Philippe Legrand and Vincent Rioux // European Journal of Lipid Science and Technology. –2014. – № 116. – P. 281-290. DOI: 10.1002/ejlt.201400304
13. Probiotics: A Consumer Guide for Making Smart Choices [Електронний ресурс] / International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics.— Режим доступа:\WWW/URL:<http://www.isapp.net/Portals/0/docs/Consumer%20Guidelines%20probiotic.pdf/> – 05.03.2015 р. – Загл. з екрану.
14. Пробиотики и пребиотики [Текст] // Всемирная Гастроэнтерологическая Организация. Практические рекомендации. – 2008. – С. 1–24.
15. Самойлов А. В. Разработка технологии спредов функционального назначения с синбиотическим комплексом [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.18.06 / А. В. Самойлов; [Место защиты: Моск. гос. ун-т пищевых пр-в (МГУПП)]. – Москва, 2008. – 188 с.: ил. РГБ ОД, 61 09-5/399.
16. Терещук Л. В. Технологические аспекты производства спредов функционального назначения / Л. В. Терещук, О. А. Ивашина // Техника и технология пищевых производств. – 2012, Т.4. – № 27. – С. 64–68.
17. Nomayouni A. Effects of Probiotic on Lipid Profile: A Review [Text] / A. Nomayouni, L. Payahoo, A. Azizi // American Journal of Food Technology.– 2012. – № 7 (5) – P. 251–265.
18. Ипатова Л. Г. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд [Текст] / Л. Г. Ипатова, А. А. Кочеткова, А. П. Нечаев, В. А. Тутельян. – М.: ДеЛи Принт, 2009. – 396 с.
19. Hazal V. O. Properties of probiotics and encapsulated probiotics in food [Text] / V. Hazal Ozyurt, Semih Ötles // Acta Sci. Pol. – Bornova Izmir, Turkey, 2014 – № 13(4). – P. 413–424.
20. Matsumoto M. H<sup>+</sup>-ATPase activity in Bifidobacterium with special reference to acid tolerance [Text] / M. Matsumoto, H. Ohishi, Y. Benno // Int. J. Food Microbiol. – 2004. – Vol. 93. – № 1. – P. 109–113.
21. Bevilacqua A. Bifidobacteria as potential functional starter cultures: a case study by MSc students in Food Science and Technology (University of Foggia, Southern Italy) [Text] / A. Bevilacqua, M. T. Cagnazzo, C. Caldarola, E. Ciuffreda, A. R. Dragano,

S. Franchino, R. Lauriola, A. Pacifico, M. R. Corbo, M. Sinigaglia // Food and Nutrition Sciences – 2012. – № 3 – Р. 55–63.

22. Grover S. Probiotics for human health – new innovations and emerging trends [Text] / S. Grover, H. M. Rashmi, A. K. Srivastava, V. K. Batish // Gut Pathogens.– 2012. – № 4:15 – Р. 1–14.

23. Тарасенко Н. А. Кратко о пребиотиках: история, классификация, получение, применение [Текст] / Н. А. Тарасенко, Е. В. Филиппова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6-1. – С. 33–35.

24. Храмов А. Г. Лактулоза и функциональное питание. Клиническое исследование продуктов, обогащённых лактулозой. Лактулоза и детское питание [Текст] / А. Г. Храмов, В. Д. Харитонов, И. А. Евдокимов // Молочная пром-сть. – 2002. – № 7. – С. 23–24.

25. Храмов А. Г. Лактулоза и функциональное питание. Нормализация микрофлоры – основная задача в решении проблемы ухудшающегося здоровья населения [Текст] / А. Г. Храмов, В. Д. Харитонов, И. А. Евдокимов // Молочная пром-сть. – 2002. – № 5. – С. 41–42.

26. Храмов А. Г. Лактулоза и функциональное питание. Развитие рынка функционального питания. История лактулозы [Текст] / А. Г. Храмов, В. Д. Харитонов, И. А. Евдокимов // Молочная пром-сть. – 2002. – № 6. – С. 29–30.

27. Лактулоза. Назначение и использование [Текст] / В. Д. Харитонов, Ю. И. Филатов, Д. С. Мищенко и др. // Молочная пром-сть. – 2000. – № 7. – С. 16–19.

28. Лечебно-профилактические свойства молочных продуктов, обогащённых лактулозой [Текст] / В. Е. Родоман, В. И. Максимов, В. В. Бондаренко и др. // Молочная пром-сть. – 2002. – № 2. – С. 39–40.

*Стаття надійшла до редакції 20.04.2015*

УДК 664.9

**Федишин Я. І.**, к.ф.-м.н., професор<sup>©</sup>  
ЛНУВМтаБТ імені С.З. Гжицького, Львів, Україна  
**Гембара Т. В.**, к.т.н., доцент (taras.gembara.@ gmail.com.)  
ЛНУ «Львівська політехніка», Львів, Україна  
**Федишин Т. Я.**, к.вет.н., доктор філософії

### **ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ В ОПТИМАЛЬНОМУ УПРАВЛІННІ ТЕПЛОФІЗИЧНИМ ПРОЦЕСОМ СТЕРИЛІЗАЦІЇ**

*Розроблено уточнену методику визначення температурно-часових режимів стерилізації в автоклавах неперервної дії. Її основу складає розв'язок задачі оптимального управління технологічним теплофізичним процесом стерилізації за допомогою чисельних методів. При тому забезпечена розрахункова мікробіологічна безпека. Запропоновані алгоритми різницевого методу забезпечують мінімальні витрати теплової енергії, харчову цінність та органолептичні властивості.*

**Ключові слова:** чисельні методи, різницевий метод, оптимізація, управління, мінімізація, витрати тепла, харчова цінність, органолептичні властивості, теплопровідність, стерилізація.