

Анотація. В роботі обґрунтовано доцільність розробки науково-практичних основ технологій нових біфідовмісних кисломолочних напоїв на молочно-зерновій основі з використанням для біотехнологічного оброблення сировини монокультур/змішаних культур біфідобактерій; наведено принципову технологічну схему виробництва біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення.

Ключові слова: функціональний комбінований кисломолочний продукт, технологія, пробіотик, пребіотик, синбіотик, біфідобактерія, біфідогенний фактор, адаптація.

Аннотация. В работе обоснована целесообразность разработки научно-практических основ технологий новых бифидосодержащих кисломолочных напитков на молочно-зерновой основе с использованием для биотехнологической обработки сырья монокультур/смешанных культур бифидобактерий; приведена принципиальная технологическая схема производства бифидосодержащих комбинированных кисломолочных напитков функционального назначения.

Ключевые слова: функциональный комбинированный кисломолочный продукт, технология, пробиотик, пребиотик, синбиотик, бифидобактерия, бифидогенный фактор, адаптация.

УДК 637.146:613.3

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ БІФІДОВМІСНИХ КОМБІНОВАНИХ КИСЛОМОЛОЧНИХ НАПОЇВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

П. О. Некрасов

доктор технічних наук, професор,
кафедра технології жирів та продуктів бродіння
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002
E-mail: nekrasov2007@gmail.com, тел.

Н. А. Ткаченко

доктор технічних наук, професор,
в.о. директора навчально-наукового
технологічного інституту ім. М.В. Ломоносова,
завідувач кафедри технології молока,
жирів і парфумерно-косметичних засобів
Одеська національна академія харчових технологій
вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039
E-mail: nataliya.n-2013@yandex.ru, тел.

Вступ

Сьогодні відбуваються суттєві зміни в нутриціології та харчових технологіях. Це пов'язано з виникненням нового напрямку в харчовій промисловості, орієнтованого на розробку та впровадження у виробництво продуктів функціонального призначення. Функціональні харчові продукти – це продукти, які отримані з природних інгредієнтів, та містять велику кількість біологічно активних речовин; можуть і повинні входити до щоденного раціону харчування людини; при вживанні повинні регулювати певні процеси в організмі (наприклад, стимулювати імунні реакції, попереджувати розвиток захворювань, передчасне старіння і т.д., інакше кажучи, призначені покращити здоров'я споживача та зменшити ризик захворювань) [1-4].

Функціональні продукти розглядаються не тільки як джерела пластичних речовин та енергії, але й як складний немедикаментозний комплекс, який забезпечує яскраво виражені лікувальні, профілактичні або оздоровчі властивості. Місце функціональних продуктів визначається як проміжне між продуктами загального вжитку, які входять до раціону основних груп населення, та продуктами лікувального призначення [1, 4].

Постановка проблеми

Позитивний вплив продуктів функціонального харчування на організм людини фахівці

пов'язують із наявністю в них фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів, які здатні здійснювати біологічно значимий вплив на організм людини в цілому або на окремі його органи та системи [1-2, 4-5]. Основними з них визнано [4-5]: позитивний вплив на метаболізм різних субстратів; захист проти сполук, які характеризуються окисднтною активністю; позитивний вплив на серцево-судинну систему; позитивний вплив на фізіологію шлунково-кишкового тракту; позитивний вплив на стан кишкової мікрофлори; фізіологічний вплив на стан імунної системи і т.д.

На сучасному етапі розвитку харчової науки і технології можна виділити такі основні категорії фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів [1, 4]: пробіотичні бактерії; олігосахариди, які не засвоюються, стійкі крохмалі; харчові волокна; поліненасичені жирні кислоти; вітаміни; антиоксиданти; органічні кислоти; мінеральні речовини; глікозиди та ізопреноїди; амінокислоти та пептиди; ферменти.

Літературний огляд

Основними категоріями функціонального харчування, які визначають характер і стратегію впливу на нормальну мікрофлору організму людини, є пробіотики, пребіотики та синбіотики [4-15].

Пробіотики – живі мікроорганізми, які при вживанні в певній кількості забезпечують корисну для здоров'я дію додатково до характерної для ос-

новного харчування. У випадку застосування пробіотиків як компонентів функціональних продуктів оздоровчий ефект спрямований на нормалізацію кишкової мікрофлори [4, 6-8, 10].

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 [4-5, 7-10].

Ферментовані молочні продукти є основними «постачальниками» пробіотичних мікроорганізмів в організм людини. Біфідобактерії у ферментованих молочних продуктах перебувають в активному стані; продукти, які містять ці мікроорганізми, проявляють як профілактичні властивості, так і лікувальні, оскільки сприяють швидкому відновленню нормальної мікрофлори [5, 6, 9]. Максимальний позитивний ефект досягається при попередній ферментації молочних продуктів з використанням біфідобактерій [5, 9]. Культури біфідобактерій одержують енергію в результаті бродіння. Спектр цукрів, які зброджують ці бактерії, досить широкий; усі бактерії цього роду утилізують фруктозу, більшість – глюкозу, сахарозу, мальтозу, рафінозу. Чотирнадцять із двадцяти чотирьох відомих біфідобактерій зброджують лактозу [6].

У молоці біфідобактерії розвиваються повільно, оскільки коров'яче молоко не є природним середовищем їх існування. Однією з причин поганого росту біфідобактерій у молоці може служити розчинений у ньому кисень, тому що біфідобактерії – суворі анаероби. Тому одним із способів стимулювання їх росту при виробництві молочних продуктів є використання адаптованих до молока штамів біфідобактерій, здатних розвиватись у присутності незначної кількості кисню. В такому випадку на одну з перших позицій виходить питання адгезії адаптованих до молока культур біфідобактерій у шлунково-кишковому тракті людини після їх розвитку в частково аеробних умовах, яке може бути доведено лише клінічними дослідженнями [5, 6, 9].

Поряд з пробіотиками останнім часом особлива увага надається застосуванню в складі продуктів функціонального харчування пребіотиків. Поняття «пребіотики», вперше сформульоване R. Gibson [4], використовується для визначення речовин або дієтичних добавок, які не абсорбуються в кишечнику людини, позитивно впливають на організм хазяїна шляхом селективної стимуляції росту й активізації метаболізму корисних представників його кишкової мікрофлори (*Bifidobacterium*, рідше – *Lactobacillus*), прискорений ріст яких в організмі можна викликати, застосовуючи найпоширеніші в харчовій промисловості біфідус-фактори – олігосахариди. Пребіотики можна назвати стимуляторами, або промоторами, пробіотиків (речовинами, які здатні стимулювати ріст корисних мікроорганізмів в умовах бідної субстратами екосистеми

товстого кишечника *in vivo* і не обов'язково проявляти подібну дію при їхньому культивуванні на харчових середовищах *in vitro* [4, 11-15]).

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, є такі:

- пребіотики не повинні гідролізуватися та всмоктуватися в шлунку й тонкому кишечнику;
- повинні бути селективним субстратом для однієї або обмеженої кількості тільки корисних представників нормальної мікрофлори кишечника, стимулюючи їх розвиток або метаболічну активність;
- внаслідок цього повинні володіти здатністю покращувати склад кишкової мікрофлори;
- повинні індукувати гастроінтенстинальний або загальний ефект, покращувати стан макроорганізму [4, 11-15].

Характерними представниками пребіотиків є полісахариди – інулін, декстринмальтоза, харчові волокна, фруктоолігосахариди [4-5].

Термін синбіотики використовується для позначення продуктів, до складу яких входять про- і пребіотики [4-5, 13-15]. Їх спільне застосування базується на ефекті синергізму від використання живих і неживих біологічно активних об'єктів, яке вимагає забезпечення певних вимог при їх відборі. Синбіотик повинен стимулювати не тільки розвиток індигенної кишкової мікрофлори, але й бути активним стосовно живих компонентів продукту, забезпечуючи ефективність їх інтродукції в шлунково-кишковий тракт 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 [4-5].

Сьогодні біфідовмісні кисломолочні продукти знаходяться на одній з перших позицій у рангу функціональних молочних продуктів. Тому в нашій країні і за кордоном проводяться роботи з підбору й культивування штамів біфідобактерій, зі створення спеціальних заквасок з комбінацій лакто- і біфідобактерій з метою використання їх для виробництва кисломолочних пробіотичних продуктів [5].

Згідно класифікації [5] всі біфідовмісні молочні продукти поділяють на п'ять груп. Перша включає продукти, у які вносять життєздатні клітини біфідобактерій, 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 монокультурами або змішаними культурами біфідобак-

терій, у виробництві яких активізація росту біфідофлори досягається збагаченням молока біфідогенними факторами різної природи. Четверта група включає неферментовані молочні продукти, збагачені життєздатними клітинами біфідобактерій, попередньо активізованими у стерилізованому молоці з додаванням біфідогенних факторів. До п'ятої групи відносять ферментовані молочні продукти змішаного бродіння, отримані ферментацією молочної сировини заквашувальними композиціями з використанням змішаних культур лакто- та біфідобактерій, у виробництві яких активізація росту бактерій роду *Bifidobacterium* в молоці досягається збагаченням його біфідогенними факторами.

Аналіз груп біфідовмісних молочних продуктів дозволяє зробити такі висновки:

- пробіотичні властивості продуктів, віднесених до першої групи, обмежуються лише наявністю життєздатних клітин біфідобактерій – розмноження внесених біологічних об'єктів у них не передбачено, тому продукти практично не містять метаболітів біфідокультури;

- пробіотичні властивості біфідо-продуктів другої групи часто обмежуються невисоким вмістом життєздатних клітин біфідобактерій і їх метаболітів, обумовленими переважанням у них лактобактерій;

- у біфідо-продуктах, віднесених до третьої групи, кількість життєздатних клітин біфідобактерій на декілька порядків вища, ніж у продуктах першої та другої груп; вказані продукти, крім живих клітин біфідобактерій, містять значну кількість їх метаболітів, оскільки процес ферментації молочної сировини забезпечується лише монокультурами або змішаними культурами біфідобактерій, що обумовлює їх виражений пробіотичний вплив на організм споживача;

- пробіотичні властивості продуктів, віднесених до четвертої групи, обумовлюються не тільки наявністю життєздатних клітин біфідобактерій, а й їх метаболітів за рахунок розмноження внесених біологічних об'єктів у молоці при активізації;

- у біфідо-продуктах п'ятої групи кількість життєздатних клітин біфідо- і лактобактерій, а також їх метаболітів максимально висока за рахунок створення симбіотичних заквашувальних композицій для виробництва продуктів цієї групи і внесення до сировини біфідогенних факторів для стимулювання розвитку біфідобактерій.

Наведені переваги обумовлюють доцільність розробки науково-технічних основ біотехнологій біфідовмісних функціональних молочних продуктів третьої, четвертої та п'ятої груп.

На сьогоднішній день розроблено науково обґрунтовану технологію біфідовмісних ферментованих функціональних молочних напоїв третьої групи з використанням монокультур або змішаних культур адаптованих до молока біфідобактерій і біфідогенних факторів (фруктози, лактулози, топі-

намбуру, глюкози тощо) [5, 16-17]. Недоліком даних технологій є те, що напої, отримані біотехнологічним обробленням молока, збагаченого біфідогенними факторами, з використанням монокультур/змішаних культур біфідобактерій, мають низькі в'язкість і вологоутримуючу здатність. Внесення стабілізаторів консистенції до молочної основи могло б вирішити дану проблему, але не завжди стабілізатори консистенції є безпечними для споживача. Тому перспективним шляхом у вирішенні цієї проблеми може стати комбінування молочної сировини із зерною, зокрема, з борошном для дитячого та дієтичного харчування (рисовим, вівсяним, гречаним або кукурудзяним), яке містить крохмаль, здатний стабілізувати колоїдну систему біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення. Крім того, всі зазначені види борошна для дитячого та дієтичного харчування (БДДХ) містять водо- та жиророзчинні вітаміни, мають багатий макро- й мікроелементний склад, а їх білки багаті на сірковмісні амінокислоти (метіонін+цистін), що лімітовані у молоці. Тому комбіновані молочно-зернові напої характеризуватимуться вищою харчовою та біологічною цінністю в порівнянні з молочними.

Мета представленої роботи – розробка науково обґрунтованої технології біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення з використанням молочної сировини, борошна для дитячого та дієтичного харчування, монокультур/змішаних культур адаптованих до молока біфідобактерій.

Інноваційна технологія біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення

Для обґрунтування науково-практичних основ технології біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення було використано рекомендації щодо підсилення пробіотичних властивостей біфідовмісних молочних продуктів третьої групи, викладені [5], які полягають у необхідності комбінування двох способів інтенсифікації росту і розвитку біфідобактерій у молоці, а саме:

- використання для біотехнологічного оброблення сировини адаптованих до молока монокультур (МК) або змішаних культур (ЗК) біфідобактерій (ББ);

- збагачення сировини біфідогенними факторами – фруктозою, глюкозою, лактулозою, інуліном тощо.

Для біотехнологічного оброблення сировини у розробленій технології (рис. 1) було використано адаптовані монокультури (або змішані культури) біфідобактерій (ББ) у складі бакконцентратів безпосереднього внесення *FD DVS Bb-12*, *Liobac BIFI* та *Liobac 3 BIFIDI* (характеристику бакконцентра-

тів наведено в табл. 1). Використання бакконцентратів безпосереднього внесення зручно у використанні; сприяє інтенсифікації технологічного процесу виробництва за рахунок виключення операції приготування заквасок; скорочує виробничі площі, оскільки немає необхідності в організації заквасочного відділення; дозволяє запобігти вторинному забрудненню сировини, можливому при приготуванні лабораторних та виробничих заквасок; подовжує термін зберігання ферментованих продуктів

за рахунок високої концентрації життєздатних клітин ББ у бакконцентратах. Біфідогенні фактори (глюкозу, мальтозу та ін.) містить БДДХ, тому додатково збагачувати ними комбіновану молочну основу немає необхідності. Для відновлення БДДХ замість питної води доцільно використовувати підсирну сироватку. Введення підсирної сироватки до складу комбінованої молочно-зернової основи збагатить її біологічно повноцінними сироватковими білками, які виконують роль біфідостимуляторів

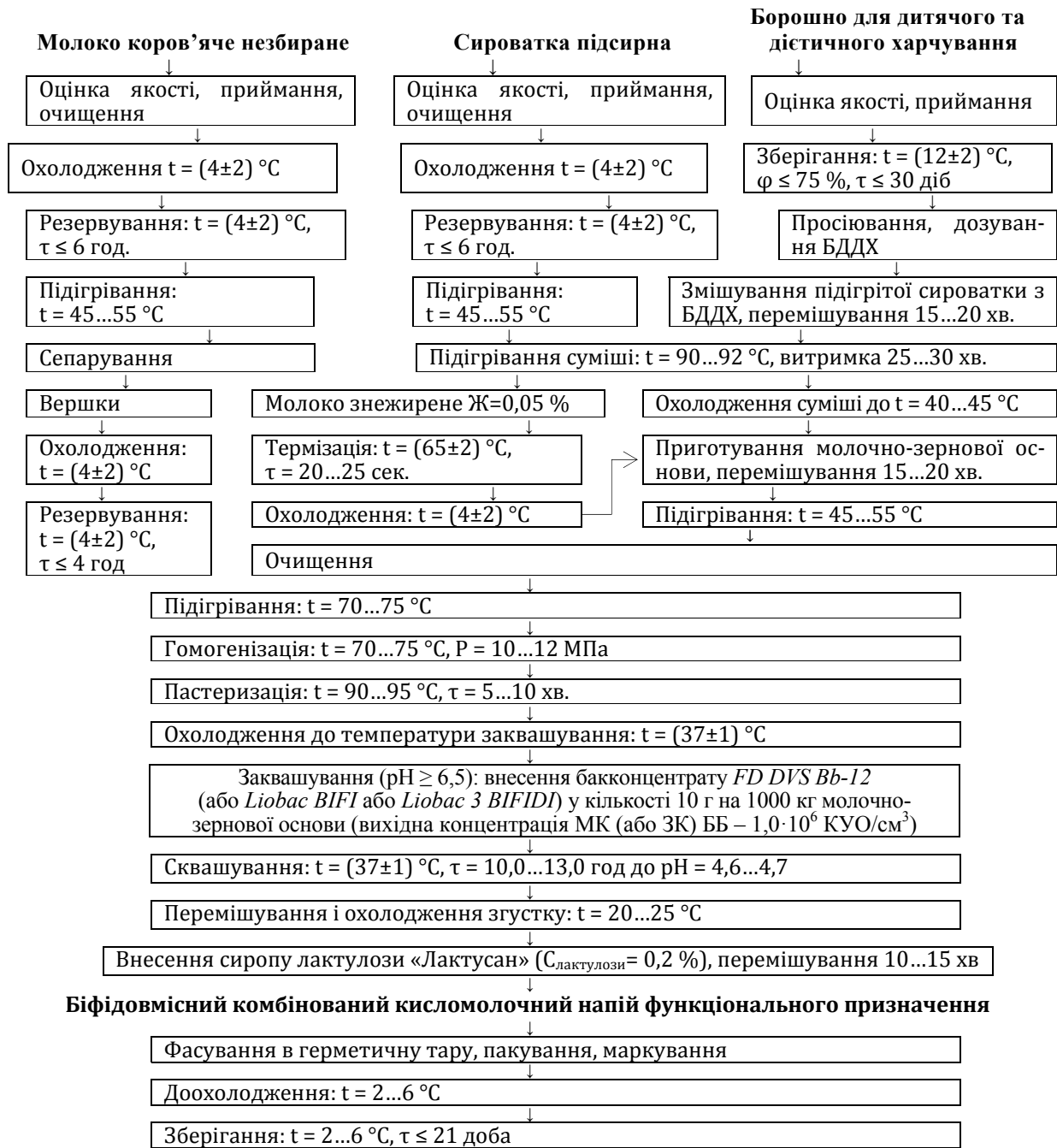


Рис. 1. Технологічна схема виробництва біфидовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення

Таблиця 1 – Характеристика бакконцентратів біфідобактерій безпосереднього внесення

Назва бакконцентрату	Компанія-виробник	Склад бакконцентрату	Вид бакконцентрату
<i>FD DVS Bb-12</i>	«CHR. Hansen» (Данія)	<i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>animalis</i> Bb-12	ліофільно висушені культури
<i>Liobac BIFI</i>	«ALCE MOFIN GROUPPO» (Італія)	<i>Bifidobacterium bifidum</i> BB 03 + <i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>longum</i> BL 03 + <i>Bifidobacterium breve</i> BR 03	
<i>Liobac 3 BIFIDI</i>		<i>Bifidobacterium bifidum</i> BB 03 + <i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>longum</i> BL 03 + <i>Bifidobacterium adolescentis</i> BA 03	

Отже, основною сировиною для виробництва біфидовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення є молоко коров'яче незбиране гатунків екстра та вищий згідно ДСТУ 3662-97, молоко коров'яче знежирене, отримане сепарування молока коров'ячого незбираного гатунків екстра та вищий (згідно зазначеного стандарту), сироватка підсирна і борошно для дитячого та дитячого харчування (рисове, вівсяне, гречане або кукурудзяне).

Оцінку якості молока коров'ячого незбираного і сироватки підсирної проводять в лабораторії приймального відділення підприємства, з метою встановлення відповідності сировини діючим нормативним документам. Приймання молока і сироватки здійснюють за допомогою автоматизованих ліній приймання молока. Молоко відцентровими насосами подають на повітрявідокремлювачі, де відділяється газова фракція від молока (сироватки), облік прийнятої сировини на лічильнику ведуть в об'ємних одиницях, а потім здійснюють перерахунок у вагові одиниці з врахуванням її густини.

Прийнятну молочну сировину подають на сепаратори для холодного очищення або систему фільтрів для видалення сторонніх домішок. Холодне очищення молочної сировини ефективно при її кислотності не вище 18 °Т і загальній кількості мікроорганізмів в 1 см³ не більше 500 тис. клітин.

Після холодного очищення молоко коров'яче незбиране і сироватка підсирна поступають на охолоджувальні установки і негайно охолоджуються до температури (4±2) °С. Охолоджену молочну сировину направляють на зберігання у спеціальні резервуари з рубашками, де підтримується необхідна температура – (4±2) °С. Оптимальний термін зберігання молочної сировини при цій температурі – не більше 6 годин для збереження показників якості. При більш тривалому зберіганні сировини, навіть в умовах низьких температур, можуть виникати вади смаку, запаху й консистенції.

БДДХ також приймають за якістю й кількістю. Зберігають його у спеціальних складських приміщеннях при температурі (12±2) °С і відносній вологості повітря не вище 75 % (тривалість зберігання БДДХ не повинна перевищувати 12 місяців,

але на молокопереробному підприємстві його рекомендують зберігати не більше 30 діб).

Перед використанням БДДХ розпаковують, просіюють на спеціальних ситах для видалення сторонніх домішок і крупних частинок борошна (при їх наявності), і дозують у спеціальний резервуар, куди подають попередньо підігріту до температури 45...55 °С підсирну сироватку (співвідношення сироватка : БДДХ складає 9 : 1), перемішують при зазначеній температурі протягом 15...20 хв. для розчинення борошна, після чого підігрівають до температури 90...92 °С у резервуарі шляхом подачі у його міжстінний простір (рубашку) гарячої води. Нагріту до температури 90...92 °С сироватково-зернову суміш витримують при цій температурі протягом 25...30 хв., впродовж чого відбувається пастеризація суміші (знищення патогенної та більшої частини сапрофітної вегетативної мікрофлори й інактивація всіх ферментів), а також набухання крохмалю. При витримці сироватково-зернову суміш постійно перемішують з використанням мішалки, а температуру пастеризації в резервуарі підтримують гарячою водою, яка циркулює в рубашці резервуара. Пастеризовану сироватково-зернову суміш охолоджують до температури 40...45 °С з використанням водопровідної води, яку подають у рубашку резервуара.

Доки готується сироватково-зернова суміш, частину молока незбираного сепарують для отримання необхідної для нормалізації кількості знежиреного молока. Для цього молоко незбиране підігрівають у секції рекуперації пластинчастої пастеризаційно-охолоджувальної установки до температури 45...55 °С, подають на сепаратор-вершковідокремлювач, де воно розділяється на дві фракції – вершки з необхідною масовою часткою жиру та молоко знежирене з масовою часткою жиру 0,05 %. Отримані при сепаруванні вершки охолоджують до температури (4±2) °С і подають у ємність для резервування, тривалість якого при зазначеній температурі не повинна перевищувати 4 години. При більш тривалому зберіганні вершків при низькій температурі можливий розвиток психротрофних мікроорганізмів, які продукують активні протеази та ліпази, що призведе до виникнення гіркого та прогірклого смаку у вершках. Знежирене

молоко, отримане при сепаруванні, подають у секцію пастеризації пластинчастої пастеризаційно-охолоджувальної установки, де нагрівають гарячою водою до температури термізації – $(65 \pm 2)^\circ\text{C}$. Нагріте знежирене молоко після контролю температури термізації проходить трубчастий витримувач за 20...25 сек., після чого послідовно охолоджується у секціях рекуперації та охолодження крижаною водою до температури $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$. Термізоване знежирене молоко резервують при зазначеній температурі до використання.

Для нормалізації молочно-зернової суміші за масовою часткою жиру використовують молоко незбиране, молоко знежирене та підготовлену сироватково-зернову суміш. У резервуар із сироватково-зерною сумішшю подають (при постійному перемішуванні) необхідну кількість молока незбираного і знежиреного (співвідношення сироватково-зернової суміші і нормалізованого молока – 1:9), молочно-зернову основу перемішують 15...20 хв. і подають на термомеханічне оброблення. Підігрівання підготовленої молочно-зернової основи до температури 45...55 $^\circ\text{C}$ здійснюють у першій секції рекуперації пластинчастої пастеризаційно-охолоджувальної установки, після чого її очищують на сепараторі-молокоочищувачі. Очищену комбіновану основу підігрівують у другій секції рекуперації пластинчастої пастеризаційно-охолоджувальної установки до температури 70...75 $^\circ\text{C}$ і подають на гомогенізацію, яку здійснюють при тиску 10...12 МПа. Гомогенізація молочно-зернової основи попереджує відстоювання жиру в готовому продукті, сприяє підвищенню гідрофільних властивостей казеїну та повному диспергуванню часточок БДДХ у молочної сировині. Гомогенізована молочно-зернова основа подається у секцію пастеризації, де нагрівається гарячою водою до температури пастеризації – 90...95 $^\circ\text{C}$. Мета пастеризації:

- знищення патогенної мікрофлори та бактеріофагів, одержання продукту, безпечного для споживача в санітарно-гігієнічному відношенні;

- зниження загального бактеріального обмінення, інактивація ферментів молочної і зернової сировини, які викликають псування продукту;

- спрямована зміна фізико-хімічних властивостей комбінованої основи для одержання заданих властивостей готового продукту, зокрема, органолептичних властивостей, в'язкості, щільності згустку.

Нагріту до температури пастеризації молочно-зернову основу після контролю температури пастеризації подають у емкісні витримувачі, де витримують при температурі 90...95 $^\circ\text{C}$ протягом 5...10 хв. Використання такого жорсткого режиму пастеризації призводить до денатурації альбумінових фракцій сироваткових білків, які приєднуються дисульфідними містками до к-казеїну і коагулюють разом з ним в ізоелектричній точці. Це сприяє підвищенню гідрофільних

властивостей казеїну і також попереджує відстій сироватки у готовому продукті.

Після витримування молочно-зернову основу охолоджують послідовно у другій, першій секціях рекуперації та секції водяного охолодження до температури заквашування – $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ (це температура, оптимальна для розвитку біфідофлори). У підготовлену молочно-зернову основу вносять один із рекомендованих бакконцентратів біфідобактерій, який містить монокультури/змішані культури адаптованих до молока біфідобактерій, у кількості 10 г на 1000 кг основи, що забезпечує вихідну концентрацію клітин біфідобактерій $1 \cdot 10^6$ КУО/см³. Суміш ретельно перемішують 10...15 хв і залишають у спокої для ферментації.

При виробництві біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення відбувається кислотна коагуляція білків молока. Сутність кислотної коагуляції зводиться до наступного. Кислоти (молочна й оцтова), які накопичують біфідобактерій при бродінні лактози й інших цукрів, дисоціюють з утворенням протонів водню та аніонів кислотних залишків. Протони водню рухливі і, володіючи додатним зарядом, проникають через гідратну оболонку казеїнових міцел, приєднуються до дисоційованих груп COO^- та H_2PO_4^- , нейтралізуючи заряд міцел. При рівній кількості додатних і від'ємних зарядів на поверхні міцел ($\text{pH} = 4,6...4,7$) останні втрачають фактори стабільності (заряд та гідратну оболонку) і, об'єднуючись за рахунок кальцієвих містків, водневих та інших зв'язків, утворюють просторову сітку – гель. Тривалість ферментації складає 12,5...13,0 год. при використанні для біотехнологічного оброблення сировини бакконцентрату *FD DVS Bb-12* і 10,0...11,0 год. – при використанні бакконцентратів *Liobac BIFI* або *Liobac 3 BIFIDI*.

Кінець ферментації – це момент, коли згусток набуває оптимальні для виробництва продукту кислотність і міцність. Він встановлюється за активною кислотністю, зламом згустку і виглядом сироватки. При зламі готового згустку повинен утворюватися рівний край з блискучою гладенькою поверхнею; сироватка, що виділилася на місці зламу згустку, повинна бути прозорою і мати зеленуватий колір; активна кислотність повинна складати (4,6...4,7) pH. При виробництві біфідовмісних продуктів третьої групи особливо важливо правильно визначити кінець ферментації: при перебиванні згустку продукт набуває виражений кислий смак за рахунок накопичення надлишкової кількості оцтової кислоти. Ферментований згусток має м'яку сметаноподібну консистенцію за рахунок використання для сквашування монокультур або змішаних культур біфідобактерій, які продукують незначну кількість екзогенних полісахаридів (в порівнянні з молочнокислими бактеріями) [м/б]. Згусток, який утворився, перемішують за допомогою мішалки до отримання однорідної консистенції і охолоджують

до температури 20...25 °С шляхом подачі у між-тінний простір резервуару крижаної води. При охолодження згустку відбувається суттєве підвищення його в'язкості, обумовлене ущільненням згустку. У процесі охолодження в згусток у асептичних умовах додають сироп лактулози із розрахунку 0,2 % лактулози від маси готового продукту. Внесення лактулози до готового продукту забезпечує підтримання життєздатності клітин біфідобактерій у процесі його зберігання протягом 21 доби, а також сприяє їх адгезії у кишечнику людини після вживання напою.

Готовий біфідовмісний комбінований ферментований напій перемішують і подають на фасування у герметичну тару – скляні або пластикові пляшки, пакети типу Пюр-Пак, Тетра-Пак тощо. У процесі фасування необхідно контролювати дотримання санітарно-гігієнічних умов. Після фасування в холодильних камерах продукт доохолоджують до температури 2...6 °С. При доохолодженні продукту закінчується ущільнення згустку і утворення студня за рахунок наявності в продукті крохмалю. Готовий напій функціонального призначення зберігають до використання при температурі 2...6 °С не більше 21 доби з моменту закінчення технологічного процесу, в т.ч. на підприємстві – не більше 2 діб.

Біфідовмісні комбіновані напої функціонального призначення містять не менше $1 \cdot 10^8$ КУО/см³ життєздатних клітин біфідобактерій протягом всього терміну зберігання, причому протягом перших 7...10 діб зберігання кількість клітин біфідобактерій збільшується з $(2,5...3,5) \cdot 10^8$ КУО/см³ до $(5,0...6,9) \cdot 10^8$ КУО/см³, після чого починається поступове відмирання клітин біфідобактерій і на 21-шу добу їх кількість складає $(1,9...2,7) \cdot 10^8$ КУО/см³, що забезпечує високі пробіотичні властивості розроблених напоїв.

Реологічні та в'язкісні характеристики розроблених біфідовмісних комбінованих ферментованих молочно-зернових напоїв суттєво перевищують такі для кисломолочних напоїв. Так, умовна в'язкість комбінованих напоїв у 1,9...2,3 рази перевищує в'язкість молочних напоїв, а вологоутримуюча здатність останніх на 13,4...15,8 % нижча, ніж ВУЗ комбінованих напоїв, що пояснюється введен-

ням до складу комбінованої основи крохмалю, який є стабілізатором консистенції продукту.

Для впровадження розробленої технології біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення у цехах з виробництва ферментованих молочних продуктів на підприємствах молокопереробної галузі не потрібно здійснювати модернізацію або реконструкцію виробництва.

Апробація результатів

Розроблена технологія біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення апробована у лабораторних умовах кафедри технології молока, жирів і парфумерно-косметичних засобів ОНАХТ. Промислова апробація технології передбачається на одному з провідних підприємств молокопереробної галузі після оформлення пакету нормативних документів на виробництво напоїв.

Висновки:

– на основі аналізу літературних і патентних джерел, а також результатів експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність розробки науково-практичних основ технологій нових біфідовмісних кисломолочних напоїв на молочно-зерновій основі з використанням для біотехнологічного оброблення сировини монокультур/змішаних культур біфідобактерій;

– визначено технологічні параметри виробництва біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення і розроблено технологію нової лінії біфідовмісних напоїв третьої групи.

Перспективи подальших досліджень: розроблення та затвердження пакету нормативних документів на виробництво біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення; здійснення промислової апробації розробленої технології; проведення медико-біологічних досліджень біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв; впровадження розробленої технології у виробництво.

Список літератури:

1. Richardson D.P. Functional Food and Health Claims // The world of Functional ingredients. – 2002. – V. 9. – P. 12–20.
2. Roberfroid M.B. Global view on functional foods: European perspectives // British J. Nutr. – 2002. – V. 88 (S2). – P. 133–138.
3. Scientific concept of functional foods in Europe: consensus document / A.T. Diplock, P.J. Aggett, M.A. Ashwell et al. // British J. Nutr. – 1999. – V. 81 (1). – P. 1–27.
4. Капрельянц Л.В. Функціональні продукти / Л.В. Капрельянц, К.Г. Іоргачова. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с. – ISBN 966-8099-83-4.
5. Дідух Н.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення : монографія / Н.А. Дідух, О.П. Чагаровський, Т.А. Лисогор. – Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008. – 236 с. – ISBN 978-966-8788-79-6.

6. Biavati, B. Probiotics and Bifidobacteria / B. Biavati, V. Bottazzi, L. Morelli. – Novara (Italy): MOFIN ALCE, 2001. – 79 p.
7. Rolfe R. D. The role of probiotic cultures in the control of gastrointestinal health // J. Nutr. – 2000. – № 2. – P. 396–402.
8. Sanders M. E. Considerations for use of probiotic bacteria to modulate human health // J. Nutr. – 2000. – № 2. – P. 384–390.
9. Shah N.P. Bifidobacteria: Characteristics and potential for application in fermented milk products // Milchwissenschaft. – 1997. – V. 52 (1). – P. 16–20.
10. Shah N. P. Probiotic bacteria: selective enumeration and survival in dairy foods // J. Dairy Sci. – 2000. – № 4. – P. 894–907.
11. Reddy B. S. Possible mechanisms by which pro- and prebiotics influence colon carcinogenesis and tumor growth // J. Nutr. – 1999. – № 7. – P. 1478 – 1482.
12. Roberfroid M.B. Prebiotics and probiotics: are they functional foods? // Am. J.Clin.Nutr. – 2000. – № 6. – P. 1682–1687.
13. Roberfroid M.B. Prebiotics and synbiotics: concepts and nutritional properties // Br. J. Nutr. – 1998. – № 4. – P. 197 – 202.
14. Schrezenmeir J. Probiotics, prebiotics and synbiotics – approaching a definition / J. Schrezenmeir, M. de Vrese // Am. J.Clin.Nutr. – 2001. – № 2. – P. 361–364.
15. Collins, M. D. Probiotics, prebiotics and synbiotics: dietary approaches for the modulation of microbial ecology / M. D. Collins, G. R. Gibson // Am. J. Clin. Nutr. – 1999. – № 5. – P. 1052 – 1057.
16. Дідух Н.А. Наукові основи використання чистих культур *Bifidobacterium bifidum* для виробництва ферментованих функціональних молочних продуктів // Молочна пром-сть. – № 4. – 2008. – С. 49–54.
17. Дідух Н.А. Наукові основи використання синбіотичних комплексів з чистими культурами *Bifidobacterium longum* у виробництві ферментованих функціональних молочних продуктів // Молочное дело. – № 3. – 2008. – С. 12–13, № 4. – 2008. – С. 34–35, № 5. – 2008. – С. 38–39.

Анотація. Проведено системний аналіз закономірностей формування і стабілізації структури морозива різного хімічного складу. Досліджено зміну збитості, розмірів повітряних включень та опору таненню морозива молочного, вершкового, пломбіру. Встановлено, що найскладніше досягти балансу між складовими компонентами для морозива з низьким вмістом жиру. Розроблено рекомендації для складання рецептур морозива з низьким вмістом жиру та нежирного.

Ключові слова: морозиво, хімічний склад, оптимізація

Аннотация. Проведен системный анализ закономерностей формирования и стабилизации структуры мороженого различного химического состава. Исследованы изменения взбитости, размеров воздушных включений и сопротивления таянию мороженого молочного, сливочного, пломбира. Установлено, что наиболее трудно достичь баланса между составляющими компонентами для мороженого с низким содержанием жира.

Ключевые слова: мороженое, химический состав, оптимизация

UDK 663.674

FEATURES OF ICE-CREAM FOAM STRUCTURE FORMATION

G.E. Polishchuk
Dr. Sci., Engineering*
E-mail: milknuft@i.ua

S.V. Ivanov
Dr. Sci., Chemistry*

N.M. Breus
Senior Lecturer*
breusNM@ukr.net

*National University of Food Technology
68, Volodymyrska str., Kyiv Ukraine

Introduction

Ice cream is a food-dispersed system with different aggregation instability during processing and storage. The formation of ice cream foam structure during freezing is a very complicated process, which is significantly related to ice cream chemical composition and its physical properties. Therefore, the peculiarities of structure formation and stabilization of ice cream

with different fat content require additional scientific investigations.

Literature review

Ice-cream is a highly hydrated heterogeneous disperse system as the ratio between water and solid substances is very important while creating the froth structure. The water content accounts from 68 to 72 % for the low-fat ice-cream, 64 – 70 % – for that one with