

УДК 637.146.3

УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ СИРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ З ПОДОВЖЕНИМ ТЕРМІНОМ ЗБЕРІГАННЯ

Назаренко Ю. В., канд. техн. наук, завідувач кафедри технології молока і м'яса
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

В роботі наведена перевірка ефективності технологічних режимів удосконаленої технології виробництва кисломолочного сиру для дитячого харчування, з використанням заквашувальних композицій зі змішаних культур біфідобактерій та мезофільних молочнокислих лактококів, біфідогенних факторів та пребіотиків.

Scientific work describes the verification of the efficiency of technological modes of the improved production technology of curd for child nutrition, using composition of starter cultures of mixed cultures of bifidobacteria and mesophilic Lactococcus lactis, bifidogenic factors and prebiotics.

Ключові слова: дитяче харчування, кисломолочний сир, біотехнологія, ферментація, біфідо- та лактобактерії, показники якості.

Постановка проблеми і її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями. Питання виробництва здорової їжі для дітей знаходяться в центрі уваги вчених, виробників, споживачів, тому що, впродовж останніх років в Україні спостерігається тенденція до збільшення народжуваності, що веде до збільшення кількості немовлят та дітей віком до трьох років, які потребують продуктів харчування зі збалансованим складом [1]. Сучасні положення фізіології і біохімії харчування спонукають фахівців і вчених харчових галузей промисловості, уточнювати, а іноді и переглядати вимоги до новостворених продуктів, враховуючи зміни в умовах праці і побуту сучасної людини, удосконалювати технології їх виробництва.

Регулярне вживання якісних молочних та кисломолочних продуктів є обов'язковою умовою нормального розвитку дитини. Однак, сьогодні український ринок дитячих спеціалізованих кисломолочних продуктів промислового виробництва має істотний дефіцит. Обсяги продукції для дитячого харчування, що виробляється на даний час, не покривають потреб малюків. На ринку України ця група продуктів представлена кефіром дитячим, сирковими десертами та в незначній кількості кисломолочним сиром. Вітчизняними підприємствами не виробляються кисломолочні продукти адаптовані до вікових фізіологічних потреб дитини, а ті продукти, які позиціонують, як дитячі, часто такими не являються [1, 2]. Однією з причин такого становища є відсутність науково-обґрунтованих технологій кисломолочних продуктів для дитячого харчування, в тому числі, білкових з тривалим терміном зберігання, які були б привабливими для вітчизняних молокопереробних підприємств і конкурентоздатними на споживчому ринку країни. Існуючі технології виробництва неадапованих кисломолочних продуктів для дитячого харчування не гарантують отримання продукції, яка не буде викликати у малюків алергічних реакцій [3, 4]. Сьогодні обсяг ринку молочних продуктів дитячого харчування складає близько 1,5 млн. тонн; при цьому біля 75 % продуктів дитячого харчування в країну імпортується і лише 25 % представлено продукцією вітчизняних виробників [4].

Новим напрямом у розвитку технології продуктів дитячого харчування є випуск кисломолочних адаптованих продуктів, які мають ряд переваг перед прісними сумішами. Вони стимулюють процеси травлення, нормалізують діяльність кишечника дитини, покращують засвоєння харчових речовин, які з цими продуктами потрапляють в організм дитини вже в частково розщепленому стані. Нові кисломолочні продукти володіють бактерицидними властивостями: активні молочні бактерії, які вони містять, запобігають розвитку в кишечнику дитини хвороботворних і гнілїсних мікроорганізмів. В процесі сквашування сумішей, накопичуються вітаміни (особливо групи В), які знаходяться у зв'язаному з білком стані і краще засвоюються організмом дитини. Завдяки всім наведеним корисним властивостям кисломолочні адаптовані продукти рекомендується використовувати не тільки для вигодовування здорових дітей, але й для харчування дітей раннього віку при різних шлунково-кишкових захворюваннях, а також при недостатній травній функції новонароджених немовлят.

Давно відомо, що біфідофлора відіграє важливу роль в життєдіяльності людини підтримує здоров'я на оптимальному рівні, вона є переважаючою корисною мікрофлорою в кишечнику, забезпечуючи придушення патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів. Правильне харчування дітей – необхідна складова їх гармонійного розвитку. Найкращою їжею для немовлят є материнське молоко за умови, що

мати здорова і отримує повноцінне харчування. За даними медичних закладів України, тільки половина грудних дітей до трьох місяців життя вигодовується материнським молоком, двоє з трьох немовлят – до півроку. Лише четверта частина дітей, які знаходяться на штучному вигодовуванні, харчується сучасними високоадаптованими молочними сумішами вітчизняного та імпортного виробництва, 35 % – частково адаптованими сумішами вітчизняного виробництва, інші 40 %, переважно діти сільської місцевості, вигодовуються розведеним коров'ячим молоком, склад якого не задовольняє потреби організму дитини, що росте, в цілому ряді важливих харчових компонентів. Це призводить до багатьох захворювань, особливе місце серед яких посідають дисбактеріоз шлунково-кишкового тракту та алергічні реакції у малюків [2, 5-8].

Біфідобактерії почали широко використовувати не тільки в якості медичних препаратів, а також як функціональний компонент в технології кисломолочних продуктів, тому числі для дитячого харчування. Біфідобактерії надають продукту функціональних властивостей, окрім того вони синтезують біологічно активні сполуки: вітаміни групи В (B_1, B_2, B_6, B_{12} , фолієву кислоту), вітамін К, а також незамінні амінокислоти.

В молоці біфідобактерії розвиваються повільно, так як коров'яче молоко не є їх звичайним середовищем перебування. Однією з причин поганого росту біфідобактерій в молоці є розчинений в ньому кисень. В них не помічено каталітичної активності, тобто вони можуть засвоювати казеїн тільки після часткового гідролізу. В результаті розчинення казеїну утворюються поліпептиди, глікопептиди, аміноцукри, які стимулюють ріст біфідобактерій. До другої причини повільного росту біфідобактерій (ББ) відносять їх низьку фосфатазну активність. Для вирішення цієї проблеми при промисловому виробництві продуктів з біфідобактеріями на основі коров'ячого молока використовують різні способи збільшення їх активності. Зменшити вплив токсичності кисню на біфідобактерії можливо сумісним вирощуванням біфідобактерій з молочнокислими бактеріями які мають властивості зв'язувати розчинний в молоці кисень. При сумісному культивуванні біфідобактерій з молочнокислими мезофільними стрептококами не спостерігається їх антагоністичної дії один на одного. Навпаки, багато видів молочнокислих стрептококів і паличок стимулюють зріст біфідобактерій. Окрім того реологічні властивості та кислотоутворююча активність заквасок, в складі яких є біфідобактерії і молочнокислі стрептококи вище ніж в чистих культурах.

Мета даної роботи: удосконалення біотехнології виробництва кисломолочного сиру дитячого харчування з використанням заквашувальних композицій зі змішаних культур біфідобактерій (ЗК ББ) та мезофільних молочнокислих лактококів (ММЛ), біфідогенних факторів та пребіотиків і провести оцінку якості виробленого продукту.

У роботі вирішувалися такі завдання:

- розробити науково-обґрунтовані заквашувальні композиції зі ЗК ББ та ММЛ для ферментації знежиреного молока, збагаченого фруктозою, як біфідогенним фактором при виробництві сиру кисломолочного дитячого харчування (СКДХ) з подовженим терміном зберігання;
- обґрунтувати технологічні параметри в удосконаленій технології СКДХ;
- визначити хімічний склад, органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники вироблених зразків СКДХ.

Викладення основного матеріалу. З метою отримання продукту, який би відповідав вище вказаним властивостям, в Одеській національній академії харчових технологій (ОНАХТ), на кафедрі технології молока, жирів та парфумерно-косметичних засобів було розроблено біотехнологію СКДХ з подовженим терміном зберігання та зниженим алергенним впливом на організм дитини.

СКДХ передбачено виробляти роздільним способом; це забезпечує нижчий рівень титрованої кислотності у продукті та економію молочного жиру. Для ферментації знежиреного молока, збагаченого фруктозою, як біфідогенним фактором, рекомендовано використовувати розроблені для СКДХ заквашувальні композиції, до складу яких входять мезофільні молочнокислі лактококи з підвищеними протеолітичними властивостями у складі заквасок безпосереднього внесення *F DVS C-303* або *F DVS C-301* (їх використання забезпечує підвищений протеоліз казеїну в процесі виробництва продукту і зменшує вміст у ньому алергенних фракцій казеїну) та адаптовані до молока змішані культури *B. bifidum* 1 + *B. longum* ЯЗ + *B. infantis* 512, які забезпечують високі пробіотичні, антагоністичні, імуномодулюючі властивості СКДХ та сприяють подовженню терміну його зберігання. Готовий продукт містить $(1,0 \dots 9,6) \times 10^9$ КУО/г життєздатних клітин мезофільних молочнокислих лактококів та $(2,7 \dots 6,8) \times 10^{10}$ КУО/г життєздатних клітин біфідобактерій. Медико-біологічні дослідження СКДХ довели, що він володіє пробіотичною, гепатопротекторною, антиалергенною дією, підвищеною засвоюваністю, нормалізує кишкову мікрофлору [9, 10].

В основі удосконаленої технологічної схеми виробництва СКДХ лежить традиційна схема виробництва СКДХ роздільним способом.

Основною сировиною для виробництва кисломолочного сиру дитячого харчування є натуральне коров'яче молоко гатунків екстра та вищий згідно ДСТУ 3662-97.

До молочно-товарних ферм в сировинних зонах, які постачають молоко для виробництва продуктів дитячого харчування, в т.ч., СКДХ, ставлять певні вимоги:

- вони повинні бути благополучними за інфекційними захворюваннями;
- повинні бути підприємствами закритого типу з пропускною системою, огорожею, озелененням;
- мати санпропускні, ветеринарний пункт, ізолятор для хворих та підозрілих на захворювання тварин;
- мати карантинне відділення для утримання тварин, які поступають на ферму;
- до ферми повинні бути проведені під'їзні шляхи з твердим покриттям;
- ферма повинна мати типове молочне обладнання з набором для первинного оброблення молока;
- мати лабораторію для визначення якості молока;
- мати мийне відділення для санітарного оброблення обладнання та посуду;
- два рази на рік повинна проводитись диспансеризація дійного стада;
- при доїнні повинні бути забезпеченні підвищені санітарні умови.

Оцінку якості молока проводять в лабораторії приймального відділення підприємства, з метою встановлення відповідності молока діючому стандарту.

Молоко подають на сепаратори-вершковідокремлювачі, попередньо підігрівши його до температури 40...45 °С на пластинчастих підігрівачах. При сепаруванні отримують вершки з масовою часткою жиру 45...55 % і знежирене молоко з масовою часткою жиру не більше 0,05 %. Знежирене молоко і вершки, отримані при сепаруванні, охолоджують до температури (4±2) °С і подають у ємкості для резервування, тривалість якого при зазначеній температурі не повинна перевищувати 6 годин.

Аналіз технологічної схеми виробництва СКДХ розділним способом свідчить про те, що для гомогенізації вершків з масовою часткою жиру 45...55 % використовують двоступеневий режим: температура гомогенізації 65...70 °С, на першому ступені, тиск – 7,0 та 4,0 МПа – на другому ступені гомогенізації; для пастеризації знежиреного молока та вершків використовують високотемпературні режими: температура 90...95 °С, витримка 10 хв. Необхідним етапом досліджень стала перевірка ефективності зазначених режимів механічного та теплового оброблення молочної сировини у технології СКДХ.

Вершки, резервують при температурі (4±2) °С, нормалізують за масовою часткою жиру, додають в них сироп «Лактусан» із розрахунку 0,2 % лактулози у готовому продукті, перемішують 10...15 хв і підігрівають до температури 65...70 °С. Підігріті вершки гомогенізують при тиску 7,0 та 4,0 МПа на першому та другому ступенях гомогенізації, відповідно.

Перевірку ефективності режиму гомогенізації вершків, який використовують у традиційній технології СКДХ здійснювали за двома показниками – відстоюванням жиру та ефективністю гомогенізації. У експерименті використовували вершки з масовою часткою жиру 45, 50 та 55 %. Результати експериментальних досліджень щодо визначення ефективності гомогенізації вершків наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Ефективність гомогенізації та відстій жиру у вершках, % (n=3; p≥95)

Найменування показника	Значення показника для вершків з масовою часткою жиру, %		
	45	50	55
Ефективність гомогенізації, %	82,0±1,0	83,0±0,5	83,0±1,0
Відстій жиру, %	6,5±1,0	7,5±1,0	7,5±1,0

Наведені дані (табл. 1) свідчать про достатню ефективність режиму гомогенізації, який використовують у традиційній технології СКДХ, оскільки відстій жиру у гомогенізованих вершках не перевищує нормовані 10 %. Отже, в удосконаленій технології СКДХ доцільно використовувати традиційний двоступеневий режим гомогенізації вершків з масовою часткою жиру 45...55 %.

Збагачені гомогенізовані вершки пастеризують при температурі 90...95 °С з витримкою 10 хв аналогічно знежиреному молоку, виняток складає лише процес охолодження вершків: їх охолоджують у резервуарі до температури (4±2) °С з використанням льодяної води. Зберігати пастеризовані вершки не рекомендовано більше 6 годин.

У знежирене молоко вносять фруктозу, як біфідогенний фактор (БФ), у кількості 0,1% від його маси, перемішують 10...15 хв і подають на пастеризатор, де нагрівають до температури пастеризації – 90...95 °С.

Перевірку ефективності режимів теплової обробки знежиреного молока, збагаченого фруктозою, як БФ, та вершків з масовою часткою жиру 45, 50 та 55 %, отриманих при сепаруванні молока гатунків екстра і вищий, рекомендованих як сировину для виробництва молочних продуктів для дитячого харчування, здійснювали розрахунковим методом за КМАФАнМ до та після пастеризації.

Результати досліджень наведено в табл. 2.

Ефективність досліджених режимів пастеризації, як для збагаченого знежиреного молока, так і для вершків – висока (>99,98 %), що свідчить про недоцільність їх корегування при удосконаленні технології СКДХ.

Після пастеризації знежирене молоко охолоджують у ємності до температури заквашування (37...38 °С), у підготовлене знежирене молоко вносять:

- 40 %-ий розчин хлориду кальцію з розрахунку 400 г безводної солі на 1000 кг знежиреного молока;
- заквашувальну композицію зі змішаних культур (ЗК) ММЛ у складі однієї із заквасок безпосереднього внесення (*F DVS C-303* або *F DVS C-301* або *FD DVS CH N-11* або *Liobac MCL 24*) у кількості 100 умовних одиниць активності на 1000 кг знежиреного молока, яка забезпечує вихідну концентрацію клітин ЗК ММЛ $1 \cdot 10^6$ КУО/см³, та адаптовані до молока ЗК *B. bifidum* 1 + *B. longum* Я3 + *B. infantis* 512 у співвідношенні 1:1:10 у кількості, яка забезпечує вихідну концентрацію клітин $1 \cdot 10^5$, $1 \cdot 10^5$, $1 \cdot 10^6$ КУО/см³, відповідно;
- 1 %-ий розчин сичужного ферменту із розрахунку 1 г сухого ферменту на 1000 кг знежиреного молока.

Таблиця 2 – Ефективність режимів теплового оброблення знежиреного молока та вершків (n=3; p≥95)

Найменування показника	Значення показника для							
	знежиреного молока, отриманого при сепарування молока гатунку		вершків з масовою часткою жиру, %					
			45		50		55	
			отриманих при сепаруванні молока гатунку					
екстра	вищий	екстра	вищий	екстра	вищий	екстра	вищий	
КМАФАНМ до пастеризації, КУО/см ³	82350± 2450	213380± 14236	71124± 1258	193435± 8760	68755± 1025	176450± 7540	65540± 1004	172300± 6732
КМАФАНМ після пастеризації, КУО/см ³	< 10	< 20	< 10	< 20	< 10	< 20	< 10	< 20
Ефективність пастеризації, %	> 99,99	99,99	> 99,99	99,99	> 99,99	99,99	> 99,99	99,99

Суміш перемішують 10...15 хв і залишають у спокої для ферментації. Температуру при біотехнологічному обробленні знежиреного молока за традиційною технологією встановлюють 29...31 °С, оскільки ця технологія передбачає використання закваски, яку готують на ЗК ММЛ. Введення до складу заквашувальних композицій для удосконалення технології СКДХ, крім ЗК ММЛ, адаптованих до молока ЗК ББ обумовлює необхідність підвищення температури ферментації збагаченого фруктовим знежиреного молока до 37...38 °С, оскільки вона є оптимальною для розвитку ББ і нижча від граничної температури розвитку ММЛ [9, 10], тому забезпечить ріст і розвиток всіх культур, введених до складу заквашувальних композицій. Тривалість ферментації складає 4,5...5,0 годин. Кінець ферментації – це момент, коли згусток набуває оптимальні для виробництва КСДХ 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 5,2 рН. Дуже важливо правильно визначити закінчення ферментації: при недоквашеному згустку утворюється кисломолочний сир з резиною консистенцією, а при пережареному згустку – продукт набуває кислого смаку.

Згусток, який утворився, перемішують насосом об'ємного типу, підігрівають до температури 40...45 °С шляхом подачі у міжстінний простір резервуару гарячої води, після чого охолоджують до температури 36...38 °С і через фільтр подають на сепаратор для відокремлення сироватки. Масову частку вологи у нежирному кисломолочному сирі встановлюють в залежності від масової частки жиру у вершках: вона складає 72,7; 73,6 та 74,6 % при масовій частці жиру у вершках 45; 50 та 55 %, відповідно [4].

Нежирну сироватку охолоджують на пластинчастих охолоджувачах до температури (4±2) °С та резервують при цій температурі не більше 6 годин до подальшого перероблення. Нежирний кисломолочний сир охолоджують до температури (4±2) °С в трубчастому охолоджувачі та насосом подають до змішувача, де здійснюють нормалізацію продукту за масовою часткою жиру підготовленими вершками.

Вершки, зарезервовані при температурі (4±2) °С, нормалізують за масовою часткою жиру, додають в них сироп «Лактусан» із розрахунку 0,2 % лактулози у готовому продукті, перемішують 10...15 хв і піді-

гривають до температури 65...70 °С. Підігріті вершки гомогенізують при тиску 7,0 та 4,0 МПа на першому та другому ступенях гомогенізації, відповідно.

У змішувачі кисломолочний сир нормалізують вершками до вмісту жиру 15 %, після чого готовий продукт подають на фасувальний апарат. Фасування проводять в герметичну тару – поліпропіленові коробочки або в склотару масою нетто 50 або 100 г. У процесі фасування необхідно контролювати дотримання санітарно-гігієнічних умов. Після фасування в холодильних камерах КСДХ доохолоджують до температури (4±2) °С. Готовий продукт зберігають до використання при температурі 2...6 °С не більше 10 діб з моменту закінчення технологічного процесу, в т.ч. на підприємстві – не більше 2 діб.

Визначення показників якості продукту проводили відразу після фасування продукту в герметичну тару і на десяту добу зберігання, оскільки граничний термін зберігання продукту складає 10 діб. Були визначені: хімічний склад, органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості. Результати досліджень порівняння показників якості експериментальних зразків СКДХ, вироблених у промислових умовах, з показниками якості контрольних зразків у процесі зберігання наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Хімічний склад, органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники СКДХ

Найменування показника	Значення показника для СКДХ	
	після фасування	через 10 діб зберігання
Смак та запах	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів	
Консистенція та зовнішній вигляд	Однорідна, мажуча, дуже м'яка, без крупінчастості	
Колір	Кремовий, однорідний по всій масі продукту	
Масова частка сухих речовин, %	35,3	35,1
в т.ч.:		
жиру	15,0	15,0
білка	17,1	17,1
лактози	2,4	2,2
лактозули	0,2	0,2
Масова частка вологи, %	64,7	64,9
Масова частка кальцію, мг/100 г	90,0	90,0
Масова частка заліза, мг/100 г	0,4	0,4
Масова частка вітамінів, мг/100 г:		
А	0,10	0,10
Е	0,36	0,36
β-Каротину	0,06	0,05
С	0,67	0,50
В ₁	0,05	0,05
В ₂	0,35	0,35
Активна кислотність, рН	5,23	5,17
Титрована кислотність, °Т	132,5	160,0
Температура, °С	8,5	4,0
Пероксидаза	відсутня	відсутня
Кількість життєздатних клітин, КУО/г:		
ММЛ	7,0·10 ⁹	1,1·10 ¹⁰
біфідобактерій	5,5·10 ¹⁰	7,3·10 ¹⁰
дріжджів	<10	<10
плісняви	<10	<10
БГКП (колі-форми) в 0,3 г	відсутні	відсутні
Бактерії роду Сальмонела в 50 г	відсутні	відсутні
Staph. aureus в 0,01 г	відсутні	відсутні

Висновки. Для впровадження удосконаленої технології СКДХ на підприємствах молокопереробної галузі не потрібно здійснювати модернізацію або реконструкцію виробництва. Удосконалена технологія КСДХ може бути реалізована на лініях роздільного виробництва кисломолочного сиру дитячого, встановлених у цехах з виробництва молочних продуктів дитячого харчування. Крім того, для ферментації знежиреного молока можуть бути використані сировиготовлювачі закритого типу з подальшим зневодненням згустку з використанням установок барабанного типу або спеціальних фільтрів.

Література

1. Градова, М.А. Недетский спрос на детское питание [Текст] // Переработка молока. – 2008. – № 12. – С. 31.
2. Малыгина, В.Д. Анализ рынка продуктов детского питания на молочной основе [Текст] / В.Д. Малыгина, Е.В. Булакова // Экономика пищевой промышленности. – 2009. – № 2. – С. 25-29.
3. Васенкова, И.В. Потребительский рынок молочной продукции [Текст] / Переработка молока. – 2010. – № 7. – С. 52-53.
4. Рязанова, О.А. Товароведение продуктов детского питания [Текст] / О.А. Рязанова, М.А. Николаева. – М.: Омега-Л, 2003.
5. Порембицкий, А.В. Детское питание по-украински [Текст] / А.В. Порембицкий // Обзор украинского рынка. – 2003. – № 11(63). – С. 71-76.
6. Белоус, А.С. Каким будет детское питание в Украине [Текст] / А.С. Белоус // Молочная пром-сть. – 2005. – № 3. – С. 16.
7. Градова, М.А. Недетский спрос на детское питание [Текст] // Переработка молока. – 2008. – № 12. – С. 31.
8. Бут, О. Н. Внимание – питание [Текст] // Мир продуктов. – 2008. – № 3. – С. 20-23.
9. Банникова, Л.А. и др. Микробиологические основы молочного производства: Справочник [Текст] / Л.А.Банникова, Н.С.Королёва, В.Ф.Семенихина; Под ред. Я.И.Костина. – М.: Агропромиздат, 1987.
10. Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов: Учебник для студ. ВУЗов [Текст] / Рек. Советом Учебно-методического объедин. по образ. в области переработки сырья и прод. живот. происхожд. в кач. учеб. для студ. ВУЗов /. – М. – Сергиев Посад: ООО “Всё для Вас – Подмосковь”, 1999. – 415 с.