

СЕРЕНКО АНТОН

Державний торговельно-економічний університет

<https://orcid.org/0000-0002-0390-369X>e-mail: antonserenko27@gmail.com

ЮДИНА ТЕТЯНА

Державний торговельно-економічний університет

<https://orcid.org/0000-0002-7407-4534>e-mail: yudina2902@gmail.com

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СКВАШУВАННЯ МОЛОЧНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ НИЗЬКОЛАКТОЗНИХ ЙОГУРТІВ

На сьогодні доцільність створення нових рецептур та технологій молочних продуктів зі зниженим вмістом лактози зумовлена, насамперед, їх високим попитом та вузьким асортиментом вітчизняного виробництва. Перспективним напрямом у розробленні нових технологій молочних продуктів із регульованим вуглеводним складом, зокрема низьколактозних йогуртів, є раціональне використання харчового потенціалу вторинної молочної сировини. Метою роботи є обґрунтування параметрів сквашування молочних сумішей із підвищеним вмістом сухих речовин та гідролізованою лактозою для виробництва низьколактозних йогуртів на основі сколотин. Предмет досліджень – молочні суміші на основі сколотин нормалізовані за вмістом сухих речовин та гідролізованою лактозою; заквашувальний препарат прямого внесення для виробництва йогурту.

Вміст лактози визначено хроматографічним методом на рідинному хроматографі LC-20 (Shimadzu) з рефрактометричним детектором. Фізико-хімічні показники зразків встановлено за загальноприйнятими стандартизованими методами досліджень.

Досліджено процес утворення кисломолочних згустків у молочних сумішах із підвищеним вмістом сухих речовин та гідролізованою лактозою. Визначено параметри процесу заквашування молочних сумішей для виробництва низьколактозних кисломолочних напоїв. Для сквашування молочних сумішей використовували закваску прямого внесення YC-X11 (Chr. Hansen, Данія), до складу якої входять культури молочнокислих бактерій *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus*. Встановлено, що молокозгортальна активність заквашувального препарату та швидкість утворення кисломолочного згустку збільшується на 15...20% у зразках із гідролізованою лактозою. Обґрунтовано раціональні параметри сквашування молочних сумішей на основі сколотин з підвищеним вмістом сухих речовин та гідролізованою лактозою: доза внесення закваски YC-X11 – 2,3...2,6 мг, температура заквашування 40±2 °C, тривалість процесу – 210...240 хв.

Ключові слова: кисломолочний згусток, заквашувальний препарат, молокозгортальна активність, гідроліз лактози, низьколактозний йогурт.

SERENKO ANTON, YUDINA TETIANA

State University of Trade and Economics

JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF FERMENTATION OF MILK MIXTURES FOR LOW LACTOSE YOGURTS

Today, the expediency of creating new formulations and technologies of dairy products with reduced lactose content is due primarily to their high demand and narrow range of domestic production. A promising direction in the development of new technologies for dairy products with regulated carbohydrate composition is the rational use of the nutritional potential of secondary dairy raw materials. It applies particularly to low-lactose yogurts. The aim of the work is to substantiate the fermentation parameters of milk mixtures with an increased content of dry substances and hydrolyzed lactose for the production of low-lactose yogurts based on crumb. The subject of the research is milk mixtures based on buttermilk normalized by the content of dry substances and hydrolyzed lactose; directly applied leavening agent for yogurt production.

Lactose content was determined by the chromatographic method on an LC-20 liquid chromatograph (Shimadzu) with a refractometric detector. Physic-chemical indicators of the samples were determined according to generally accepted standardized research methods.

The process of formation of sour-milk clots in milk mixtures with an increased content of dry substances and hydrolyzed lactose was studied. The parameters of the process of fermentation of milk mixtures for the production of low-lactose fermented milk drinks have been determined. For the fermentation of milk mixtures, we used YC-X11 direct starter (Chr. Hansen, Denmark), which includes cultures of lactic acid bacteria *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus*. It was established that the lactic-coagulant activity of the leavening preparation and the rate of formation of a sour-milk clot was 15-20% higher in samples with hydrolyzed lactose. The rational parameters of fermentation of milk mixtures based on crumbs with an increased content of dry substances and hydrolyzed lactose are substantiated: the dose of adding YC-X11 sourdough starter is 2.3...2.6 mg, the fermentation temperature is 40±2°C, the duration of the process is 210...240 minutes.

Key words: sour milk curd, leavening agent, milk coagulant activity, lactose hydrolysis, low-lactose yogurt.

Постановка проблеми

Щороку, за даними ВООЗ, серед населення збільшується кількість осіб, як мають проблеми зі здоров'ям, що пов'язані з лактазною недостатністю, тобто неможливістю засвоєння лактози, яка міститься в молочних продуктах. Основним методом лікування лактазної недостатності є дієтотерапія, яка передбачає повне виключення або обмежене споживання молочних продуктів [1, 2]. Проте, молоко та молочні продукти є цінним джерелом повноцінних білків, вітамінів, мінеральних речовин, зокрема кальцію. Виключення їх з раціону харчування призведе до споживання недостатньої кількості есенціальних нутрієнтів і, як наслідок,

до зниження рівня працездатності й опірності організму захворюванням та іншим негативним факторам навколишнього середовища [3, 4].

При обмеженому споживанні молочних продуктів, люди із лактазною недостатністю включають до свого раціону ферментовані молочні продукти: сметану, кисломолочний сир, кефір, ряжанку, йогурти, в яких лактоза частково ферментована до молочної кислоти. В молоці вміст лактози складає 4,5-5,2%; в сирі кисломолочну лактозу міститься від 1,8 до 2,0%, в сметані – 2,7-3,2%, в кефірі – близько 4,0%, в ряжанці та йогуртах питних – близько 3,5% [5]. Таким чином при ферментації молочної сировини заквасками молочнокислих бактерій можна утилізувати 25-30% початкового вмісту лактози [5]. Проте концентрація лактози в таких продуктах залишається досить високою, що не дозволяє використовувати їх на постійній основі в раціонах харчування людей, які страждають лактазною недостатністю. Саме тому, перспективним напрямом розв'язання цієї проблеми є створення технологій молочних продуктів, зокрема кисломолочних напоїв, вільних від лактози або зі зниженим її вмістом

Аналіз останніх джерел

На ринку молочних продуктів високий попит серед споживачів займають йогурти (27%) [6], що обумовлено їх високими органолептичними показниками та поживною цінністю. Споживання йогуртів забезпечує організм корисними біологічно активними речовинами, продуктами метаболізму кисломолочних і біфідобактерій, сприяє кращому засвоєнню кальцію, зниженню рівня холестерину в крові, забезпечує нормалізацію мікрофлори кишківника [7].

Процес ферментації (заквашування) є найважливішим етапом при виробництві йогурту. На цьому етапі утворюється кисломолочний згусток, формуються структурно-механічні властивості та характерні для йогуртів органолептичні показники. Ключовим фактором процесу сквашування є використання заквашувальних препаратів, які діють шляхом біохімічних реакцій та викликають утворення згустку, а також формування заданих органолептичних показників.

Відповідно ДСТУ 4343:2004, щоб ферментований молочний продукт був позначений як «йогурт», ферментних препарат для його виробництва повинен містити культури молочнокислих бактерій *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* [8]. Культуру *Str. thermophilus* доцільно застосовувати разом з термофільними молочнокислими паличками, які мають кислотоутворюючу здатність. Молочнокислі палички включають термо-, стрепто- і β-бактерії. *L. Bulgaricus* і *L. Acidophilus* належать до гомоферментних молочнокислих паличок [9].

Доведено, що штами *Str. thermophilus* та *L. Bulgaricus* використовуються як вихідний матеріал при створенні симбіотичних заквасок для йогурту. Основною умовою для підбору штамів *Str. thermophilus* і *L. Bulgaricus* – симбіотичний зв'язок між ними. Симбіотична дія між *Str. thermophilus* та *L. Bulgaricus* пояснюється, особливостями їх обміну речовин, необхідністю в живленні і умовами розвитку. *L. Bulgaricus* має виражену протеолітичну активність, накопичуючи при своєму розвитку в продуктах амінокислоти (від 50 до 80 мг%). *Str. thermophilus* із амінокислот продукує лише пролін та розщеплює решту амінокислот, що утворюються [9]. За результатами досліджень [9] визначено, що продукти обміну *L. Bulgaricus*, зокрема валін, стимулює розвиток *Str. Thermophilus*. В свою чергу, *Str. Thermophilus* сприяє активному розвитку *L. Bulgaricus* за рахунок мурашиної кислоти, яка утворюється у процесі кисломолочного бродіння. Використання заквашувальних препаратів на основі штамів молочнокислих бактерій *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* при виробництві йогуртів обумовлює отримання продукту із високими органолептичними показниками та пробіотичними властивостями.

При виробництві кисломолочних продуктів, зокрема йогуртів, для людей, які страждають на лактазну недостатність, особливе значення має характеристика мікроорганізмів, що застосовуються, за β-галактозидазною активністю [10]. Більшість штамів мікроорганізмів, які входять до складу заквашувальних препаратів, володіють вибірковою ферментативною активністю по відношенню до лактози. У процесі життєдіяльності мікроорганізмів відбувається незначне розщеплення лактози (0,4-0,8%). За рахунок використання молочнокислих бактерій можливо гідролізувати до 30% початкового вмісту лактози [10, 11].

При використанні заквашувальних препаратів у виробництві йогуртів, окрім молочнокислого бродіння протікають біохімічні процеси, в результаті яких відбувається накопичення продуктів розпаду лактози - леткі кислоти, органічні кислоти, спирти, діацетил. Бродіння припиняється коли частина лактози (до 20%) зброджується ферментами мікроорганізмів, оскільки молочна кислота, яка утворюється, інактивує їх діяльність [11].

Молочнокислі культури характеризуються досить високою β-галактозидазною активністю [12] порівняно з іншими мікроорганізмами. У мезофільних молочнокислих паличок і пропіоновокислих бактерій β-галактозидазна активність низька, оскільки фермент лактаза синтезується цими мікроорганізмами у незначних кількостях. Найбільшу β-галактозидазну активність проявляє болгарська паличка, яка перевищує даний показник на 15% і 64% відповідно термофільного стрептокока та біфідобактерій [12, 13].

Серед молочнокислих бактерій найбільшою активністю до зброджування лактози володіють термофільні молочнокислі стрептококи. Фермент β-галактозидаза термофільного стрептокока більш активно здійснює гідроліз лактози, проявляючи при цьому високу активність і стабільність, причому катіони молочної сировини проявляють стимулюючу дію на активність цього ферменту [13].

Враховуючи вищезначені властивості та високу β-галактозидазну активність штамів молочнокислих бактерій *Str. thermophilus* та *L. Bulgaricus* доцільним, на наш погляд, є використання

заквасок на основі їх консорціуму у виробництві низьколактозних йогуртів.

Дані досліджень властивостей молочнокислих бактерій [13] свідчать про те, що вони є джерелом фолієвої кислоти, ніацину, вітаміну В₁₂, В₆ та ферментів, які є необхідними для організму людини. Молочнокислі бактерії підвищують ступінь засвоєння білків та жирів, сприяють утворенню коротколанцюгових жирних кислот, які є незамінним джерелом енергії для організму. Застосування даних заквашувальних на основі штамів молочнокислих бактерій *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus* при виробництві йогурту дозволяє забезпечити пробіотичні властивості готового продукту за рахунок вмісту корисних для мікрофлори кишківника мікроорганізмів.

Ці властивості є ключовими для використання заквашувального препарату на основі штамів мікроорганізмів болгарської палички (*L. Bulgaricus*) та термофільного стрептокока (*Str. thermophilus*) у виробництві низьколактозного йогурту для харчування осіб, які страждають лактазною недостатністю.

Метою роботи є обґрунтування параметрів сквашування молочних сумішей із підвищеним вмістом сухих речовин та гідролізованою лактозою для виробництва низьколактозних йогуртів на основі сколотин.

Предмет досліджень – молочні суміші на основі сколотин нормалізовані за вмістом сухих речовин та гідролізованою лактозою; заквашувальний препарат прямого внесення YC-X11 (Chr. Hansen, Данія), що містить культури молочнокислих бактерій *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*.

Вміст лактози у досліджуваних зразках визначено хроматографічним методом на рідинному хроматографі LC-20 (фірми Shimadzu) з рефрактометричним детектором (колонка HC-75-Ca⁺⁺ (250×4.7 мм). Ефективність гідролізу лактози – за [14]. Фізико-хімічні показники зразків встановлено за загальноприйнятими стандартизованими методами досліджень: вміст сухих речовин та золи – за ДСТУ 8522:2015 [15]; титрованої кислотності – за ДСТУ 8551:2015 [16].

Виклад основного матеріалу

На основі результатів попередніх досліджень розроблено молочні суміші на основі сколотин з підвищеним вмістом сухих речовин [17]. За рекомендаціями дослідників для нормалізації сколотин за вмістом сухих речовин використано сироватку сухої демінералізованої (ССД) та концентрат молочних білків (КМБ) [17, 18].

Фізико-хімічні показники розроблених молочних сумішей із підвищеним вмістом сухих речовин наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники молочних сумішей

Дослідний зразок	Кислотність		Масова частка золи, %	Масова частка сухих речовин, %	Масова частка жиру, %	Масова частка лактози, %
	титрована, °Т	активна, од. рН				
Молочна основа нормалізована КМБ						
Суміш №1	30,0	6,53	0,8	14,3	0,63	4,66
Суміш №2	32,0	6,52	0,9	16,7	0,71	5,18
Молочна основа нормалізована ССД						
Суміш №3	26,0	6,48	0,6	14,8	0,7	9,66
Суміш №4	28,0	6,47	0,6	15,5	0,7	10,63

Ферментативний гідроліз лактози препаратом β-галактозидази проводили з попередньо визначеними параметрами та режимами [14, 17], що забезпечували ступінь гідролізу лактози не менше 70%, враховуючи, що в подальшому молочні суміші піддають заквашуванню за допомогою штамів молочнокислих бактерій з високою β-галактозидазною активністю.

Для сквашування молочних сумішей використовували заквашувальний препарат (ЗП) прямого внесення YC-X11 (виробник Chr. Hansen, Данія), до складу якої входять культури молочнокислих бактерій *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*. Рекомендована виробником доза внесення заквашувального препарату 2,8-3,0 мг/100 г молока, температура заквашування - 40±2°C, тривалість 4-5 год.

Зазначені виробником параметри заквашування рекомендовані для молока, як вихідної сировини при виробництві йогурту. Тому, на першому етапі досліджень з метою корегування технологічних параметрів заквашування молочних сумішей з підвищеним вмістом сухих речовин на основі сколотин, було визначено раціональні дози внесення заквашувального препарату для зазначеної вихідної сировини.

Відповідно до ДСТУ 4343:2004 титрована кислотність при виробництві йогуртів повинна бути не менше 80°Т. Тому ефективність заквашувального препарату оцінювали за титрованою кислотністю утворених кисломолочних згустків та органолептичними показниками.

В розроблених молочних сумішах (табл. 1) з підвищеним вмістом сухих речовин та гідролізованою лактозою, досліджували дозу внесення заквашувального препарату 2,0 мг, 2,3 мг, 2,6 мг, 2,9 мг. Тривалість заквашування становила від 30 до 300 хв, періодичність відбору проб 30 хв. Заквашування проводили при

температурі $40 \pm 2^\circ\text{C}$. Результати досліджень наведені на рис. 1, 2.

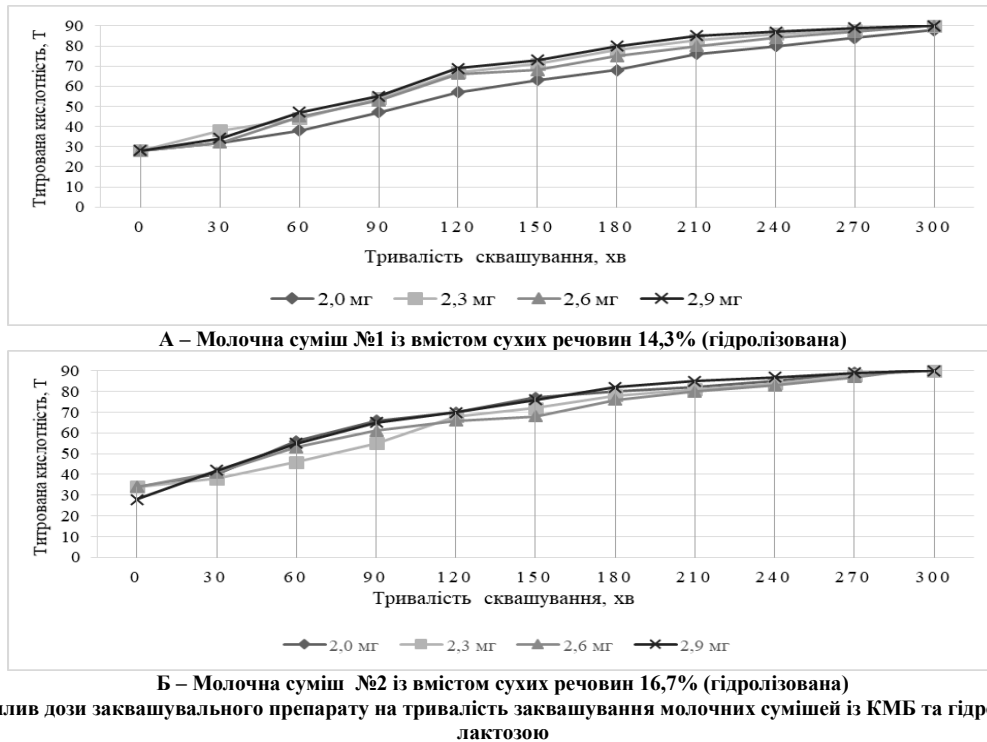


Рис. 1. Вплив дози заквашувального препарату на тривалість заквашування молочних сумішей із КМБ та гідролізованою лактозою

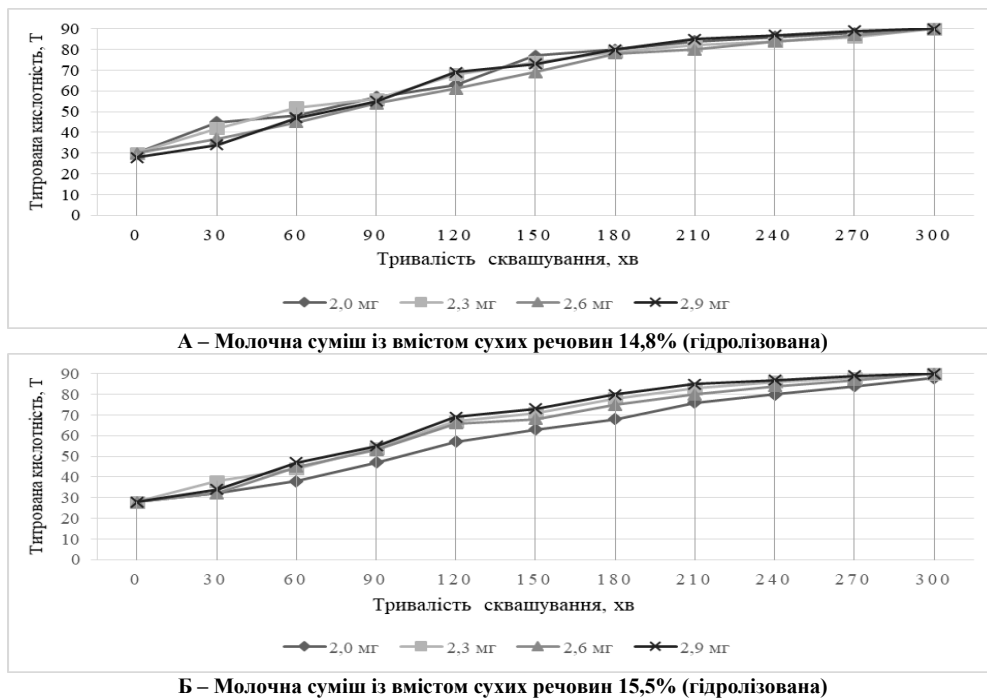


Рис. 2. Вплив дози заквашувального препарату на тривалість заквашування молочних сумішей із ССД та гідролізованою лактозою

В низьколактозних молочних продуктах вміст лактози повинен становити не більше 1% [19]. Тому для визначення відповідності продуктів, отриманих після сквашування молочних сумішей, вимогам до низьколактозних молочних продуктів було проведено дослідження зміни їх вуглеводного складу. Результати досліджень наведено в табл. 2.

За результатами отриманих даних (табл. 2) видно, що у сумішах №3 і №4 залишковий вміст лактози знаходиться на досить високому рівні (1,18% та 1,73 % відповідно), що пояснюється використанням для нормалізації сироватки сухої демінералізованої, яка характеризується високим вмістом лактози (65%). Тому для подальших досліджень обрано продукти, отримані на основі молочних сумішей №1 та №2 нормалізованих концентратом молочних білків із вмістом залишкової лактози 0,75% та 0,82% відповідно.

Таблиця 2

Характеристика вуглеводного складу молочних сумішей

Дослідний зразок	Масова частка, %		
	Лактози	Глюкози	Галактози
Суміш №1	4,92	-	-
Суміш №1 гідролізована	1,25	3,46	3,25
Суміш №1 гідролізована сквашена	0,75	2,74	2,57
Суміш №2	5,18	-	-
Суміш №2 гідролізована	1,38	3,48	3,27
Суміш №2 гідролізована сквашена	0,82	3,51	3,33
Суміш №3	9,68	-	0,028
Суміш №3 гідролізована	1,96	3,44	3,28
Суміш №3 гідролізована сквашена	1,18	3,82	2,99
Суміш №4	10,63	-	0,039
Суміш №4 гідролізована	2,81	4,29	3,08
Суміш №4 гідролізована сквашена	1,73	4,72	3,51

Встановлено (рис. 1), що для утворення згустку та досягнення необхідного рівня кислотності (80°Т) у молочних сумішах із різни вмістом сухих речовин, доза внесення ферментного препарату має становити 2,3...2,6 мг, а тривалість процесу сквашування 210...240 хв. При внесенні дози заквашувального препарату у кількості 2,0 мг в дослідних зразках молочних сумішей згусток утворювався неоднорідної консистенції, спостерігалось виділення сироватки. В результаті внесення заквашувального препарату у кількості 2,9 мг та зазначеної тривалості сквашування утворювалися однорідні згустки, проте більш щільної консистенції, яка не характерна для питних йогуртів (табл. 3).

Таблиця 3

Показники якості молочних сумішей з гідролізованою лактозою після сквашування

Показники	Молочні суміші на основі скотин нормалізовані КМБ							
	Суміш №1				Суміш №2			
Доза ЗП, мг	2,0	2,3	2,6	2,9	2,0	2,3	2,6	2,9
Титрована кислотність, °Т	80,0	82,0	83,0	84,0	80,0	81,0	83,0	85,0
Вміст лактози, %	0,78	0,75	0,75	0,73	0,84	0,82	0,82	0,81
Консистенція	Не однорідна, згусток не щільний; незначне виділення сироватки	Згусток щільний, однорідний по всій масі; без виділення сироватки		Густа; щільний згусток однорідний по всій масі	Неоднорідний згусток; незначне виділення сироватки	Однорідна по всій масі; згусток щільний, без виділення сироватки		Густа; щільний згусток однорідний по всій масі
Колір	Молочно-білий з легким жовтим відтінком							
Запах	Чистий, характерний для кисломолочних напоїв; без сторонніх ароматів та запахів							
Смак	Характерний кисломолочний, з приємних солодкуватим присмаком; без сторонніх присмаків;							

Також було встановлено, що молокозгортальна активність закваски на основі термофільних культур молочнокислих бактерій збільшилась на 15...20% у молочних сумішах із гідролізованою лактозою. Так, час сквашування молочних сумішей при температурі 41±1°С становив – 240...300 хв., у зразках із гідролізованою лактозою – 210...240 хв. Це пояснюється тим, що під час гідролізу лактози відбувається накопичення моноцукрів – глюкози і галактози, що слугують субстратом для молочнокислих бактерій. Таким чином, сквашування попередньо гідролізованих молочних сумішей дозволяє скоротити час процесу заквашування на 20%.

Фермент β-галактозидаза гідролізує лактозу з утворенням моноцукрів – глюкози і галактози. Ферментативний гідроліз лактози забезпечує накопичення моноцукрів в молочних сумішах, що позитивно впливає на процес заквашування. Оскільки моноцукри глюкоза і галактоза слугують поживним середовищем для молочнокислих бактерій, що містяться у заквашувальному препараті, це дозволяє скоротити час проведення процесу заквашування.

Лактоза займає одне з останніх місць по відносній шкалі солодкості, порівняно з цукрозою, вона у 5-6 разів менш солодка (16 ум. од). Індекси солодкості глюкози та галактози у декілька разів більші ніж лактози. Завдяки накопиченню глюкози і галактози в результаті гідролізу лактози та подальшим сквашуванням продукт має виражений солодкий присмак, що дає можливість не використовувати цукор при виробництві низьколактозного йогурту.

Висновки

На підставі проведених досліджень та опрацьованих технологічних рішень обґрунтовано раціональні параметри сквашування молочних сумішей на основі сколотин з підвищеним вмістом сухих речовин та гідролізованою лактозою: доза внесення закваски YC-X11 – 2,3...2,6 мг, температура заквашування $40 \pm 2^\circ\text{C}$, тривалість процесу – 210...240 хв.

Поєднання ферментативного гідролізу лактози у молочних сумішах із підвищеним вмістом сухих речовин та подальшого ферментування гідролізованих сумішей заквашувальним препаратом на основі штамів молочнокислих бактерій *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgarius* дозволяє отримати кінцевий продукт із вмістом лактози меншим 1%. Такий продукт може бути рекомендований для харчування осіб із лактазною недостатністю. Накопичення моноцукрів глюкози і галактози в результаті гідролізу та сквашування обумовлюють солодкість готового продукту, що виключає необхідність використання цукру у рецептурі низьколактозних йогуртів.

Література

1. Corgneau M., Scher J., Ritie-Pertusa L., Le D. T., Petit J., Nikolova Y., Gaiani C. Recent advances on lactose intolerance: Tolerance thresholds and currently available answers. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2017. Vol. 57. № 15. P. 3344-3356.
2. Neyman M. B. Lactose intolerance in infants, children, and adolescents. *Pediatrics*. 2006. Vol. 118. No 3. P. 1279-1286.
3. Lomer M. C. E., Parkes G. C., Sanderson J. D. Lactose intolerance in clinical practice-myths and realities. *Alimentary pharmacology & therapeutics*. 2008. Vol. 27. P. 93-103.
4. Misselwitz B., Pohl D., Frühauf H., Fried M., Vavricka S. R., Fox M. Lactose maldigestion and intolerance: pathogenesis, diagnosis and treatment. *United European gastroenterology journal*. 2013. Vol. 1. P. 151-159.
5. Романчук І.О. Закономірності формування кисломолочних згустків в молочних сумішах з гідролізованою лактозою та підвищеним вмістом сухих речовин / І.О. Романчук, Л.О. Моїсеєва, О.П. Гондар, Т.В. Рудакова // *Продовольчі ресурси*. – 2014. – № 6. – С. 107–112.
6. Юдіна Т. Формування вітчизняного ринку безлактозних і низьколактозних молочних продуктів / Т. Юдіна, А. Серенко // *Товари і ринки : міжнародний науково-практичний журнал*. – 2021. – № 2. – С. 33–43.
7. Dennis A., Robert W. Yogurt, cultured fermented milk, and health: a systematic Review. *Nutrition Reviews*. 2020. Vol. 79. P. 599-614.
8. Йогурти. Загальні технічні умови : ДСТУ 4343:2004. [Чинний від 2004-09-20]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 11 с. (Національні стандарти України).
9. Hill D., Ross R.P., Arendt E. Microbiology of yogurt and bio-yogurts containing probiotics and prebiotics. In: hah NP, ed. *Yogurt in Health and Disease Prevention*. Elsevier, London: Academic Press. 2017. Vol. 17. P. 69-85.
10. Solomon A., Bondar M., Dyakonova A. Substantiation of the technology for fermented sour-milk desserts with bifidogenic properties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1. P. 6-16.
11. Мінорова А. Підбір та дослідження ефективності заквашувальних препаратів з підвищеною β -галактозидазною активністю / А. Мінорова, І. Ромачук, С. Даниленко // *Продовольчі ресурси*. – 2022. – № 10. – С. 88–98.
12. β -галактозидазна активність бактерій як критерій відбору штамів до складу бактеріальних препаратів / О.І. Потемська, Н.Ф. Кігель, С.Г. Даниленко, С.Г. Копилова // *Харчова наука та технологія*. – 2017. – № 11. – С. 35–40.
13. Мінорова А.В. Біотехнологічні аспекти застосування штамів з β -галактозидазною активністю у виробництві ферментованих молочних продуктів / А.В. Мінорова, С.Г. Даниленко, Т.В. Рудакова // *Продовольчі ресурси*. – 2021. – С. 117–134.
14. Романчук І.О. Ефективність гідролізу лактози у вторинній молочній сировині / І.О. Романчук, Т.І. Юдіна, А.В. Мінорова // *Продовольчі ресурси*. – 2021. – № 17. – С. 129–136.
15. Молоко та молочні продукти. Методи визначення вологи та сухої речовини : ДСТУ 8552:2015. [Чинний від 2015-12-18]. Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2015. 17 с. (Національні стандарти України).
16. Консерви молочні згущені та продукти молочні сухі. Визначання кислотності потенціометричним та титриметричним методами : ДСТУ 8551:2015. [Чинний від 2017-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2015. 20 с.
17. Юдіна Т. Технологія низьколактозних молочних сумішей для йогуртів / Т. Юдіна, А. Серенко //

Товари і ринки : міжнародний науково-практичний журнал. – 2022. – № 3. – С. 108–116.

18. Серенко А.А. Використання вторинної молочної сировини у виробництві низьколактозних йогуртів / А.А. Серенко, Л.О. Моїсеєва, Т.І. Юдіна // Обладнання та технології харчових виробництв: збірник наукових праць. – 2021. – № 2. – С. 2021.

19. Гончар Ю. М. Технологія напівфабрикату на основі низьколактозної молочної сироватки : дис. ... доктора філософії: 181 «Харчові технології» / Гончар Юлія Миколаївна – Київ, 2021. – 255 с.

References

1. Corgneau M., Scher J., Ritte-Pertusa L., Le D. T., Petit J., Nikolova Y., Gaiani C. Recent advances on lactose intolerance: Tolerance thresholds and currently available answers. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2017. Vol. 57. № 15. R. 3344-3356.
2. Heyman M. B. Lactose intolerance in infants, children, and adolescents. *Pediatrics*. 2006. Vol. 118. No 3. R. 1279-1286.
3. Lomer M. C. E., Parkes G. C., Sanderson J. D. Lactose intolerance in clinical practice-myths and realities. *Alimentary pharmacology & therapeutics*. 2008. Vol. 27. R. 93-103.
4. Misselwitz B., Pohl D., Frühauf H., Fried M., Vavricka S. R., Fox M. Lactose maldigestion and intolerance: pathogenesis, diagnosis and treatment. *United European gastroenterology journal*. 2013. Vol. 1. R. 151-159.
5. Romanchuk I.O. Zakonomirnosti formuvannya kyslomolochnykh zghustkiv v molochnykh sumishakh z hidrolizovanoi laktozoiu ta pidvyshchenym vmistom sukhykh rechovyn / I.O. Romanchuk, L.O. Moiseieva, O.P. Hondar, T.V. Rudakova // *Prodovolchi resursy*. – 2014. – № 6. – С. 107–112.
6. Iudina T. Formuvannya vitchyznianoho rynku bezlaktoznykh i nyzkolaktoznykh molochnykh produktiv / T. Yudina, A. Serenko // *Tovary i rynky : mizhnarodnyi naukovo-praktychnyi zhurnal*. – 2021. – № 2. – С. 33–43.
7. Dennis A., Robert W. Yogurt, cultured fermented milk, and health: a systematic Review. *Nutrition Reviews*. 2020. Vol. 79. R. 599-614.
8. Iohurty. Zahalni tekhnichni umovy : DSTU 4343:2004. [Chynnyi vid 2004-09-20]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2005. 11 s. (Natsionalni standarty Ukrainy).
9. Hill D., Ross R.P., Arendt E. Microbiology of yogurt and bio-yogurts containing probiotics and prebiotics. In: hah NP, ed. *Yogurt in Health and Disease Prevention*. Elsevier, London: Academic Press. 2017. Vol. 17. R. 69-85.
10. Solomon A., Bondar M., Dyakonova A. Substantiation of the technology for fermented sour-milk desserts with bifidogenic properties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1. P. 6-16.
11. Minorova A. Pidbir ta doslidzhennia efektyvnosti zakvashuvalnykh preparativ z pidvyshchenoiu β -halaktozydaznoiu aktyvnisti / A. Minorova, I. Romachuk, S. Danylenko // *Prodovolchi resursy*. – 2022. – № 10. – С. 88–98.
12. β -halaktozydazna aktyvnist bakterii yak kryterii vidboru shtamiv do skladu bakterialnykh preparativ / O.I. Potemska, N.F. Kihel, S.H. Danylenko, S.H. Kopylova // *Kharchova nauka ta tekhnolohiia*. – 2017. – № 11. – С. 35–40.
13. Minorova A.V. Biotekhnolohichni aspekty zastosuvannya shtamiv z β -halaktozydaznoiu aktyvnisti u vyrobnytstvi fermentovanykh molochnykh produktiv / A.V. Minorova, S.H. Danylenko, T.V. Rudakova // *Prodovolchi resursy*. – 2021. – С. 117–134.
14. Romanchuk I.O. Efektyvnist hidrolizu laktozy u vtorynnii molochnii syrovyni / I.O. Romanchuk, T.I. Yudina, A.V. Minorova // *Prodovolchi resursy*. – 2021. – № 17. – С. 129–136.
15. Moloko ta molochni produkty. Metody vyznachennia volohy ta sukhoi rechovyny : DSTU 8552:2015. [Chynnyi vid 2015-12-18]. Kyiv : DP "UkrNDNTs", 2015. 17 s. (Natsionalni standarty Ukrainy).
16. Konservy molochni zghushcheni ta produkty molochni sukhi. Vyznachennia kyslotnosti potentsiometrychnym ta tytrometrychnym metodamy : DSTU 8551:2015. [Chynnyi vid 2017-01-01]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2015. 20 s.
17. Iudina T. Tekhnolohiia nyzkolaktoznykh molochnykh sumishei dlia yohurtiv / T. Yudina, A. Serenko // *Tovary i rynky : mizhnarodnyi naukovo-praktychnyi zhurnal*. – 2022. – № 3. – С. 108–116.
18. Serenko A.A. Vykorystannia vtorynnoi molochnoi syrovyni u vyrobnytstvi nyzkolaktoznykh yohurtiv / A.A. Serenko, L.O. Moiseieva, T.I. Yudina // *Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv: zbirnyk naukovykh prats*. – 2021. – № 2. – С. 2021.
19. Honchar Yu. M. Tekhnolohiia napivfabrykatu na osnovi nyzkolaktoznoi molochnoi syrovatky : dys. ... doktora filosofii: 181 «Kharchovi tekhnolohii» / Honchar Yuliia Mykolaivna – Київ, 2021. – 255 s.