



DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-1-20

УДК 637.146.3

Н. В. Болгова, к.с.-г.н.,

ORCID: 0000-0002-0201-0769

Сумський національний аграрний університет

e-mail: natalia.bolhova@snaeu.edu.ua, тел.: +380972918871

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БЕЗЛАКТОЗНОЇ РЯЖАНКИ

Анотація. Виробництво безлактозних продуктів харчування постійно розширюється. Особливу зацікавленість представляють молочні продукти. Метою дослідження була розробка технології безлактозного кисломолочного продукту. Об'єкт дослідження – технологія виробництва ряжанки з безлактозного молока. Предмет дослідження – ряжанка, ряжанка з безлактозного молока українського та закордонного виробництва. Розроблено технологію виробництва ряжанки із безлактозного молока. Тривалість температурної обробки продукту скоротилася до 30 хв. За органолептичними показниками зразок №1 набрав на 0,3 бали менше ніж №2. За фізико-хімічними показниками ряжанка з безлактозного молока відповідає вимогам ДСТУ. У процесі вивчення показника титрованої кислотності дослідних зразків був встановлений прямий зв'язок між кислотністю та часом зберігання. Отже, представлена технологія дозволить розширити асортимент безлактозної молочнокислої продукції на споживчому ринку.

Ключові слова: технологія, кисломолочний, ряжанка, безлактозний, спеціальний, молоко, реакції Майяра, сквашування, лактоза, аналіз.

Постановка проблеми. Молоко містить коротколанцюгові жирні кислоти, швидко зброджується і є значним осередком живильних речовин. Воно містить іони вуглецю, білок, впливаючи на зміцнення кісток. Заразом біоактивні пептиди в продуктах з молока підвищують опірність організму гіпертонії і тромбозам. Однак населення, яке страждає на непереносимість лактози полюбляє молоко [1]. Саме тому багато фірм виробляють на основі молочної сировини харчовий продукт без лактози й зі зниженим її вмістом [2, 3, 4]. Такі спеціальні молочні продукти забезпечують організм необхідними поживними речовинами [5, 6]. Оскільки ринок безлактозних молочних продуктів демонструє значне зростання в останні роки завдяки підвищенню обізнаності споживачів про непереносимість лактози, виробництво безлактозної ряжанки дозволить розширити існуючий асортимент кисломолочних продуктів. Для вирішення цієї проблеми важливо розробити технологію молочних продуктів без лактози або зі зниженим вмістом.

Аналіз останніх досліджень. Нинішнє лікарування населення з непереносимістю лактози в основному включає заміну звичайних



молочних продуктів на низьколактозні та безлактозні [7, 8] або прийом молочних продуктів з екзогенною лактазою чи пробіотиками.

Молочна продукція зі зниженим вмістом лактози або без лактози можуть знизити повторюваність шлунково-кишкових проявів у хворих непереносимістю лактози і в той же час забезпечити надходження поживних речовин, які містяться в молоці. Emily Sharp з колегами [8] проаналізували двадцять три первинних досліджень у своєму систематизованому дослідженні, вказавши, безлактозне молоко та лактозно-гідролізоване молоко альтернативою незбираному молоці, зменшуючи загрозу нестачі та суттєво забезпечуючи поживними ресурсами недужих та здорових. Taeger M. з іншими науковцями встановили, у порівнянні з іншими продуктами, що містять вап (наприклад, овочами та мінеральною водою), низьколактозні або безлактозні молочні продукти є доступним його джерелом для пацієнтів хворих на непереносимість молочного цукру. Молочні продукти з незначним вмістом лактози (безлактозні) визначені в ЄС як функціональні [10, 11].

Зростаючий асортимент продуктів з зниженим вмістом молочного цукру або без, в тому числі питне молоко, грецький йогурт, кефір, сир, морозиво та дитячі суміші, привертають все більшу увагу споживачів.

Вимога при розробці низьколактозних або безлактозних молочних продуктів полягає в уникненні даного компоненту, забезпеченні поживних і споживчих характеристик продукту та контролі виробничих витрат [13, 14]. Взагалі, вміст молочного цукру мусить бути менше 1 г/100 г для низьколактозних продуктів і менше 10 мг/100 г для безлактозних.

Формування цілей статті. Для молочної промисловості потенціал розширення ринку повинен стати вагомим поштовхом для постійного технологічного розвитку, що призведе до виникнення сучасних молочних продуктів, вдовільнять найбільш нетерпимих до лактози споживачів. Метою зазначеного експерименту була розробка технології безлактозних кисломолочних продуктів. Об'єкт дослідження – технологія виготовлення ряжанки з безлактозного молока. Предмет дослідження – ряжанка, ряжанка з безлактозного молока.

Основна частина. Для дослідження обрано три зразки: контроль, №1 – з молока безлактозного ТМ «Волошкове поле» (Україна), №2 – з молока безлактозного ТМ «Lacto» (Данія). Для заквашування використовували закваску ТМ «Vivo» відповідно до рекомендацій виробника.

Для дослідження обрано класичну схему виробництва ряжанки термостатним способом (рис. 1). Зміна в технологічному процесі виробництва безлактозної ряжанки стосувалася, на початковому етапі, сировини, тобто нами обрано як молоко-сировину безлактозне молоко.

Під час проведення дослідження за темою роботи безлактозне молоко обох виробників пряжили відповідно до класичної технології, а саме 4 год. В результаті отримали пряжене молоко, яке за зовнішнім виглядом, смаком та кольором було схоже на «іриску». Внесена закваска спрацювала, але згусток був слабкий, погано виражений (рис. 2).

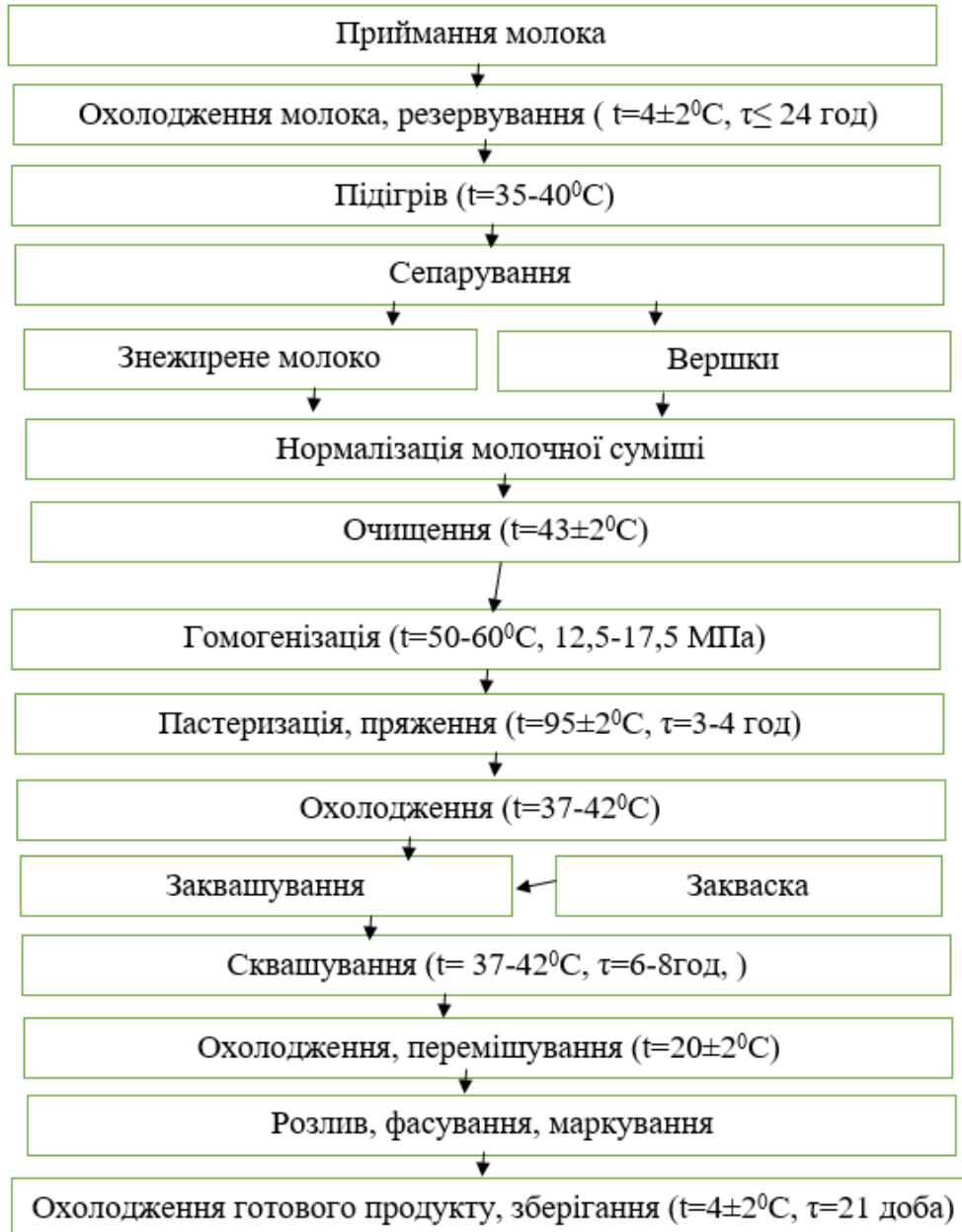


Рис. 1. Технологічна схема виробництва ряжанки



Рис. 2. Зразки ряжанки за класичною технологією

Враховавши результати попереднього дослідження, наступний експеримент проводили за умови пряження 30 хвили (рис. 3). В результаті отримане пряжене молоко за органолептичними показниками відповідало вимогам для ряжанки, колір максимально наближався до кольору класичного продукту – контролю. Отже, за рахунок реакції Майяра продукт мав характерний колір та смак притаманний ряжанці.



Рис. 3. Зразки розробленого продукту при зміні тривалості пряження

Спираючись на отримані результати на рисунку 4 представлена удосконалена технологічна схема.

Таким чином, застосування безлактозного молока в якості сировини дозволило удосконалити технологію виробництва безлактозної ряжанки, скоротивши тривалість температурної обробки продукту до 30 хв.

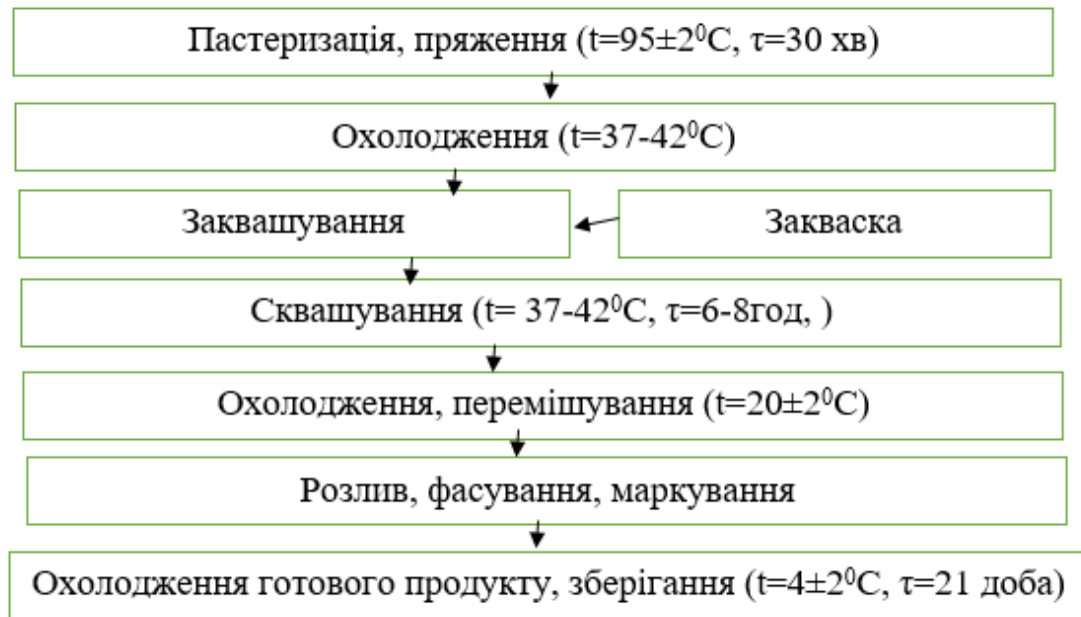


Рис. 4. Технологічна схема виробництва безлактозної ряжанки

Реакції утворення меланоїдинів (неферментативне почорніння, реакції Майяра) є одними з найпоширеніших процесів, що відбуваються під час теплової обробки харчових продуктів. Утворення темних меланоїдинів відбувається в результаті низки окислювально-відновних реакцій між сполуками, що містять вільні карбонільні та аміногрупи. Джерелами карбонільних сполук у продуктах харчування є продукти окислення вуглеводів і жирів. Залежно від типу вуглеводів інтенсивність забарвлення меланоїдинів, що утворюються, розподіляється в такому порядку: ксилоза, арабіноза, фруктоза, глюкоза, мальтоза і лактоза. Джерелами аміногруп є амінокислоти (наприклад, гліцин, лейцин, лізин, аланін), білки, пептиди та аміни. Характерний для пряженого молока смак і аромат обумовлений утворенням ароматичних речовин у пряженому молоці та накопиченням мікроорганізмів у процесі життєдіяльності закваски, а саме карбонових кислот (молочної, оцтової, пропіонової, капронової, каприлової), карбонільних сполук (ацетальдегіду, діацетилу, ацетону, метил етил кетон та ін.), що утворюються під дією вуглекислого газу. Молочна кислота надає продукту яскраво вираженого кислого смаку, діацетил і ацетальдегід - характерного кисломолочного аромату, а вуглекислий газ - приємного, освіжаючого смаку. Відмінності в смаку кисломолочних продуктів в основному обумовлені різним вмістом ацетальдегіду і діацетилу, а також часткою карбонової кислоти. Відповідно до чинних нормативних документів, дегустаційна комісія у складі п'яти осіб оцінювала органолептичні властивості безлактозної ряжанки. Результати представлені в таблиці 1 та на рисунку 5.

Згідно з органічними параметрами харчового продукту, ряжанка однорідна, помірної густини, з не порушеною коагуляцією, за смаком нагадує чисте кисломолочне молоко та має виражений аромат пряженого молока. Дефектів смаку, аромату, кольору та консистенції не виявлено. Хоча всі сенсорні параметри є добрими, слід зазначити наступні моменти: зразок №1 набрав на 0,3 бали більше ніж №2, однак розроблені зразки поступилися контролю, що обумовлено вихідною сировиною.

Таблиця 1

Органолептичні показники зразків, бал

| Зразок | Зовнішній вигляд та консистенція | Смак і запах | Колір | Загальний бал |
|----------|----------------------------------|--------------|-------|---------------|
| Контроль | 5 | 5 | 5 | 15 |
| №1 | 4,6 | 4,8 | 4,7 | 14,1 |
| №2 | 4,7 | 4,8 | 4,9 | 14,4 |



Рис. 5. Діаграма сенсорної оцінки, бал

Таким чином, за органолептичними показниками безлактозна ряжанка відповідала вимогам ДСТУ 4565:2006 Ряжанка та варенець. Технічні умови. Це дозволяє зробити висновок про те, що використання безлактозного молока у технології виробництва ряжанки може підвищити попит у покупців за рахунок привабливості продукту за специфічними показниками. Виходячи з вище отриманих результатів, для наступних досліджень нами обрано зразок № 2.

Ряжанка містить культуру термофільних молочнокислих стрептококів, які сквашують молоко до утворення пружного згустку приємного на смак, аромат. Максимальна кислотність згорнутого молока становить 110-120°Т. При бажаній температурі сквашування 40°С тривалість становить 5-8 годин, а кінець процесу встановлюється за станом згустку і титрованою або активною кислотністю. Під впливом ферментів, що виділяють мікроорганізми, лактоза піддається



глибокому розщепленню (сквашуванню) з утворенням більш простих сполук (кислот, вуглекислого газу та ін.). У ході молочнокислої ферментації в молоці збільшується вміст молочної кислоти, і коли рН досягає 4,6-4,7, казеїн втрачає свою розчинність і коагулює, утворюючи згустки.

Результати дослідження фізико-хімічних показників безлактозної ряжанки представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники безлактозної ряжанки, $M \pm m$

| Показник | Результати |
|------------------------|------------|
| Масова частка жиру, % | 2,5±1,01 |
| Масова частка білка, % | 2,8±0,11 |
| Кислотність: | |
| - титрована, °Т | 72±2,1 |
| - активна, рН | 4,1±1,0 |

За всіма показниками (згідно табл. 2) безлактозна ряжанка відповідає вимогам державного стандарту. Продукція, що випускається, містить не менше 2,5% жиру, не менше 2,8% білка, титрована кислотність не перевищує 100 °Т, активна кислотність – не більше 4,0. Ряжанка при реалізації з підприємства мала температуру, яка не перевищує +4 °С.

У процесі вивчення кислотності був встановлений прямий зв'язок між кислотністю та часом зберігання (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка зміни титрованої кислотності, °Т

| Зразок | 3 доба | 7 доба | 14 доба |
|----------|--------|--------|---------|
| №2 | 82±2,1 | 85±3,1 | 92±2,5 |
| Контроль | 88±2,1 | 91±3,7 | 96±4,2 |

Отже, кислотність не перевищує значень, зазначених у нормативному документі. Проте видно, що під час зберігання рівень кислотності зростає. Тому з дієтичної точки зору кисломолочні продукти є більш цінними, ніж коров'яче молоко, і мають вищу терапевтичну цінність. Вони впливають на секреторну діяльність шлунково-кишкового тракту і посилюють травну функцію, а також краще засвоюються організмом, ніж коров'яче молоко. Характеризуються приємним, освіжаючим смаком і здатні підвищувати апетит, а отже і загальний стан організму людини.

Крім того, розроблений продукт є безлактозним, що значно розширює групу споживачів. За всіма фізико-хімічними показниками



безлактозна ряжанка відповідала вимогам ДСТУ 4565:2006 Ряжанка та варенець. Технічні умови.

Висновок. Розроблено технологію виробництва ряжанки із безлактозного молока в якості сировини. Це дозволило удосконалити процес виробництва, зменшити тривалість температурної обробки продукту до 30 хв, а також розширити асортимент безлактозної молочнокислої продукції на споживчому ринку.

Список використаної літератури

1. Yudina T., Serenko A. Formation of the domestic market of lactose-free and low-lactose dairy products. *International scientific-practical journal commodities and markets*. 2021. Vol.38. No (2). P. 33–43. [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2021\(38\)03](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2021(38)03)
2. Dekker Peter, Koenders Damiet, Bruins Maaike. Lactose-Free Dairy Products: Market Developments, Production, Nutrition and Health Benefits. *Nutrients*. 2019. Vol. 11. P. 551. <https://doi.org/10.3390/nu11030551>
3. Yudina T., Serenko A. Technology of low-lactose milk mixtures for yogurts. *International scientific-practical journal commodities and markets*. 2022. Vol.43. No (3). P. 108–116. [https://doi.org/10.31617/2.2022\(43\)09](https://doi.org/10.31617/2.2022(43)09)
4. Болгова Н., Самілик М., Назаренко Ю., Соколенко В. Технологія виробництва безлактозного йогурту з дотриманням принципів системи НАССР. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2021. № 4. С. 33–46. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.4.4>
5. Bongkosh Vardhanabhuti, Yun Wang, Low Lactose Milk Products, Editor(s): Paul L.H. McSweeney, John P. McNamara, Encyclopedia of Dairy Sciences (Third Edition). *Academic Press*. 2022. P. 423–429. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00345-7>
6. Romanchuk I., Minorova A., Rudakova T., Moiseeva L. Regularities of lactose hydrolysis in dairy raw materials. *Food Resources*. 2020. Vol.8. No 14. P. 165–174. <https://iprjournal.kyiv.ua/index.php/pr/article/view/55>
7. Aili Li, Jie Zheng, Xueting Han, Zehua Jiang, Bowen Yang, Sijia Yang, Wenjia Zhou, Chun Li, Mingshuang Sun, Health implication of lactose intolerance and updates on its dietary management. *International Dairy Journal*. 2023. Vol.140. P. 105608. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105608>
8. Emily Sharp, Nathan M. D'Cunha, Chaminda Senaka Ranadheera, Todor Vasiljevic, Demosthenes B. Panagiotakos, Nenad Naumovski, Effects of lactose-free and low-lactose dairy on symptoms of gastrointestinal health: A systematic review. *International Dairy Journal*. 2021. Vol.114. P. 104936. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104936>



9. Taeger M., Thiele S. Additional costs of lactose-reduced diets: lactose-free dairy product substitutes are a cost-effective alternative for people with lactose intolerance. *Public Health Nutr.* 2021. Vol.24(13). P. 4043-4053. <https://doi.org/10.1017/S1368980021002779>
 10. Szabó E., Szakos D., Kasza G., Ózsvári L. Analysis of the target group of lactose-free functional foods for product development. *Acta Alimentaria.* 2021. Vol. 50(2). P. 153–161. <https://doi.org/10.1556/066.2020.00168>
 11. Mygdalia A., Sfetsas T., Dimitropoulou G., Zioupou S., Mitsopoulos T., Lithoxopoulos P., Ioannou C., Katsantonis D. Recipe for Brown Rice Milk-based Vegan Ice Cream. *Asian Food Science Journal.* 2023. Vol. 22(4). P. 33–39. <https://doi.org/10.9734/afsj/2023/v22i4629>
 12. Suri S., Kumar V., Prasad R., Tanwar B., Goyal A., Kaur S., Gat Y., Kumar A., Kaur J., Singh D. Considerations for development of lactose-free food. *J. Nutr. Intermed. Metab.* 2019. Vol.15. P. 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.jnim.2018.11.003>
 13. Bartuzi M., Szamocka M., Ukleja-Sokołowska N. Social and economic difficulties of patients with food intolerances. *Postepy Dermatol Alergol.* 2023. Vol. 40(2). P. 298–307. <https://doi.org/10.5114/ada.2023.126412>
- López Ruiz Á.L., Ruiz Morales F.d.A., Ruiz Pérez-Cacho P., Galán-Soldevilla H. Effect of Lactose-Reduction in Murciano-Granadina Semi-Hard Goat Cheese on Physicochemical and Sensory Characteristics. *Foods.* 2023. Vol. 12. P. 996. <https://doi.org/10.3390/foods12050996>.

Стаття надійшла до редакції 19.09.2024 р.

N. Bolhova
Sumy National Agrarian University

ANALYSIS OF LACTOSE-FREE RYAZHANKA PRODUCTION TECHNOLOGY

Summary

Lactose, the most abundant milk component of most mammals, is an important source of energy for newborn offspring. After weaning, the ability to digest lactose decreases because the adult body loses the ability to produce the lactase enzyme necessary for lactose digestion. The production of lactose-free food products is constantly expanding. Dairy products are of particular interest. The aim of the study was to develop the technology of a lactose-free fermented milk product. The analysis of the market of lactose-free dairy products in Ukraine showed the absence of lactose-free ryzhanka, therefore the development of technology for its production is an urgent issue. The object of the study is the production technology of ryzhanka from lactose-free milk. The subject of the study is ryzhanka, ryzhanka made from lactose-free milk of Ukrainian and foreign production.



The technology for the production of ryazhenka from lactose-free milk as a raw material has been developed. This made it possible to improve the production technology by reducing the duration of temperature treatment of the product to 30 minutes, as well as to expand the range of lactose-free lactic acid products on the consumer market. According to organoleptic parameters, ryazhanka made from lactose-free milk is uniform, moderately dense, with an intact but weak clot, the taste is clean, and the taste is sour-milk with a pronounced aftertaste of strained milk. However, the following points should be noted: sample №1 scored 0.3 points less than №2. According to physical and chemical parameters, ryazhanka made from lactose-free milk meets the requirements of DSTU. Produced products contain at least 2.5% fat, at least 2.8% protein, titrated acidity does not exceed 100 °T, active acidity - no more than 4.0, temperature during sale does not exceed +4 °C. In the process of studying the index of titrated acidity of experimental samples, a direct relationship between acidity and storage time was established. Therefore, the presented technology will allow to expand the range of lactose-free lactic acid products on the consumer market.

Key words: technology, sour milk, ryazhanka, lactose-free, special, milk, Maillard reaction, fermentation, lactose, analysis.