

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-28-37>
УДК 663.674:637.12'639



Обоснование используемого сырья и компонентного состава для производства низколактозного мороженого из козьего молока

М.А. Гашева¹✉, Т.П. Арсеньева², С.Ю. Фаина¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»;
г. Майкоп, Российская Федерация
✉irina-gasheva@yandex.ru

²Университет ИТМО; г. Санкт-Петербург Российская Федерация

Аннотация. Во всем мире огромное количество людей страдает непереносимостью лактозы. Вторая проблема — это аллергия на белок коровьего молока. Люди с лактозной непереносимостью, а также те, кто страдает от аллергии на коровье молоко, вынуждены существенно ограничить свой выбор мороженого или отказаться от него полностью. В статье описано решение проблемы употребления мороженого детьми и взрослыми, страдающими лактозной недостаточностью и аллергией на белок коровьего молока; представлены пути преодоления. **Цель.** Обоснование используемого сырья и компонентного состава для производства низколактозного мороженого из козьего молока. В процессе исследования изучены показатели качества подобранного сырья, обоснованы и даны характеристики основных ингредиентов для производства низколактозного мороженого. Козье молоко по своим показателям качества наиболее пригодно для производства мороженого, т. к. оно содержит больше белка, жира, сухих веществ, меньше лактозы и не вызывает аллергии, в связи с чем оно выбрано в качестве основного сырья для производства мороженого. Проведен теоретический и практический анализ химического состава и свойств козьего молока, проведена сравнительная характеристика с коровьим молоком. Для уменьшения содержания лактозы был выбран двойной метод гидролиза лактозы — это использование пробиотических заквасочных культур и фермента лактаза. В процессе комбинированного гидролиза при температуре 37-39°C в течение 4-6 ч достигается снижение содержания лактозы менее 0,9%, при этом концентрация клеток пробиотических микроорганизмов в активной форме достигает значений 10^8 КОЕ/см³. В качестве стабилизационных систем предлагается использовать стабилизационную систему «Лактомикс КМ», обычно используемую в процессе производства кисломолочных продуктов.

Ключевые слова: мороженое, лактоза, непереносимость лактозы, гидролиз лактозы, козье молоко, фермент, заквасочные культуры, пробиотики, стабилизационные системы

Благодарность. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 1023122100005-9-2.9.1 Высокоэффективные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, обеспечивающие экспортный потенциал: новые конкурентоспособные пищевые продукты, новые медицинские и косметические средства, инновационные технологии, продление сроков хранения продуктов).

Авторы статьи выражают глубокую благодарность, за оказанное содействие в получении экспериментальных данных сотрудникам испытательного центра ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» под руководством д.т.н., профессора Бутиной Е.А.

Для цитирования: Гашева М.А., Т.П. Арсеньева, Фаина С.Ю. Обоснование используемого сырья и компонентного состава для производства низколактозного мороженого из козьего молока. *Новые технологии / New technologies*. 2024;20(3):28-37. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-28-37>

Objectives for the use of raw materials and component composition for the production of low-lactose ice cream from goat milk

М.А. Gasheva¹✉, Т.П. Arseneva², S.Yu. Fadina¹

¹*Maykop State Technological University; Maikop, the Russian Federation*
✉irina-gasheva@yandex.ru

²*ITMO University; St. Petersburg, the Russian Federation*

Abstract. A huge number of people all over the world suffer from lactose intolerance. The second problem is an allergy to cow milk protein. People with lactose intolerance, as well as those who suffer from cow milk allergies, are forced to significantly limit their choice of ice cream or give it up completely. The article describes a solution to the problem of eating ice cream by children and adults suffering from lactose intolerance and an allergy to cow milk protein, and presents ways to overcome it.

The goal of the research. Objectives for the use of raw materials and component composition for the production of low-lactose ice cream from goat milk. During the research, the quality indicators of the selected raw materials have been studied, the characteristics of the main ingredients for the production of low-lactose ice cream have been substantiated and given. Goat milk, in terms of its quality indicators, is most suitable for the production of ice cream, because it contains more protein, fat, solids, less lactose and does not cause allergies, and therefore it has been chosen as the main raw material for the production of ice cream. A theoretical and practical analysis of the chemical composition and properties of goat milk has been carried out, and compared with cow. To reduce the lactose content, a dual method of lactose hydrolysis has been chosen - the use of probiotic starter cultures and the lactase enzyme. In the process of combined hydrolysis at a temperature of 37-39⁰C for 4-6 hours, a reduction in lactose content of less than 0.9% is achieved, while the concentration of cells of probiotic microorganisms in active form reaches 108 CFU/cm³. It is proposed to use the "Lactomix KM" stabilization system, which is usually used in the production of fermented milk products.

Keywords: ice cream, lactose, lactose intolerance, lactose hydrolysis, goat milk, enzyme, starter cultures, probiotics, stabilization systems

Acknowledgements. The research was carried out within the state assignment of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (theme No. 1023122100005-9-2.9.1).

The authors of the article express their deep gratitude for the assistance provided in obtaining experimental data, to the staff of the testing center of Kuban State Technological University under the leadership of Doctor of Technical Sciences, Professor E.A. Butina.

For citation: Gasheva M.A., Arseneva T.P., Fadina S.Yu. Objectives for the use of raw materials and component composition for the production of low-lactose ice cream from goat milk. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024;20(3):28-37. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-28-37>

Введение. Рассматриваемая проблема обширная и затрагивает большое количество людей по всему миру. Это проблема непереносимости лактозы или же лактазная недостаточность. Самый простой выход из этой проблемы, казалось бы, – это отказ от продуктов, содержащих лактозу. Но с отказом от этих продуктов мы лишаем себя огромного количества витаминов, минералов и многих питательных веществ [8, 9].

Мороженое – любимое лакомство людей всех возрастов. Из-за особенностей состава и технологии производства

мороженое является идеальным носителем для биологически активных соединений, пробиотиков, пищевых волокон, витаминов. Каждый из видов такого мороженого предназначен для оздоровления организма человека, т.е. имеет функциональную направленность [2, 9].

В настоящее время предложения безлактозных и низколактозных молочных продуктов очень ограничены (рис.1).

Ценной альтернативой для потребителей из-за его благоприятного профиля и наименьшего риска аллергии является козье молоко.

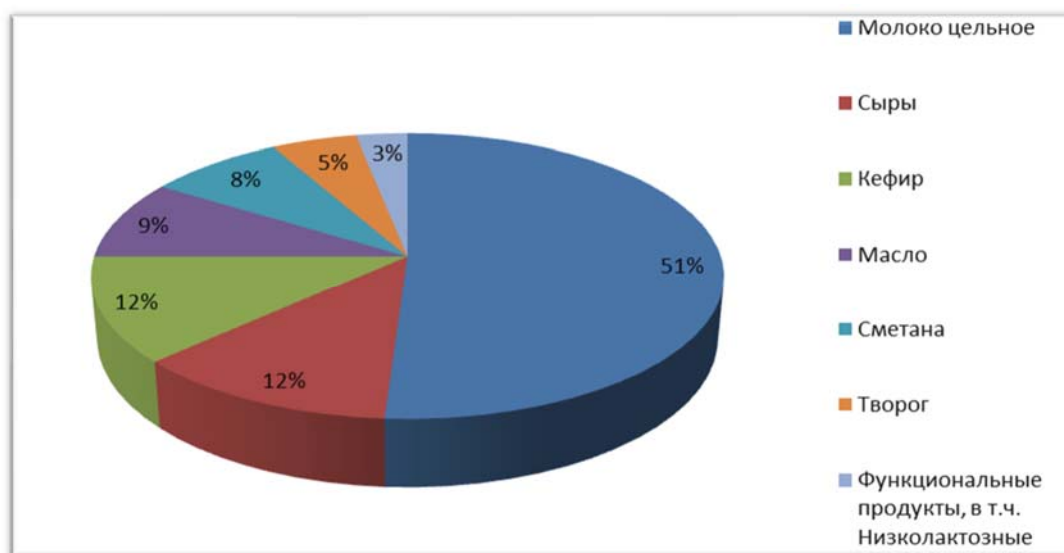


Рис 1. Сегментация рынка молочных продуктов по видам производимой продукции (период 2022-2023 гг.) [7]

Fig 1. Segmentation of the dairy products market by type of products produced (2022-2023) [7]

В козьем молоке меньше всего содержится лактозы по сравнению с молоком других сельскохозяйственных животных (рис.2), что немаловажно с точки зрения экономики и расширения ассортимента низколактозных и безлактозных молочных продуктов [10].

Цель. Подбор сырья и основных компонентов для производства низколактозного мороженого из козьего молока.

Задачи:

– провести анализ рынка безлактозных и низколактозных продуктов;

– исследовать состав и свойства используемого сырья для производства низколактозного мороженого;

– осуществить подбор компонентов для производства мороженого.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования были образцы козьего и коровьего молока, приобретенные на рынке и в крестьянско-фермерских хозяйствах, занимающихся выращиванием

коз в республике Адыгея; смеси мороженого, готовый продукт.

Исследования проводили по общепринятым и специальным методам в лаборатории кафедры технологии пищевых продуктов и организации питания ФГБОУ ВО «МГТУ» и в испытательном центре ФГБОУ ВО «КубГТУ». Анализы проводили в трех повторностях, с представлением результата в виде среднего арифметического, при доверительной вероятности $P=0,95$.

Результаты и их обсуждение.

Известно, что по своей биологической ценности козье молоко превышает в 1,3 раза коровье молоко [6, 10].

Белки и фосфаты являются главными буферами козьего молока, что делает козье молоко лечебным средством против заболеваний желудочно-кишечного тракта, туберкулёза, малокровия и ряда других заболеваний.

Соотношение белков в коровьем и козьем молоке примерно одинаковы, но они отличаются по фракционному составу. Так, в козьем молоке основная казеиновая

фракция β – казеин, а в коровьем α_{s1} – казеин (53...55%).

В таблице 1 представлен состав белковых фракций коровьего и козьего молока [6].

Из таблицы 1 видно, что основной сывороточный белок козьего молока α -лактальбумин содержится в количестве от 30 до 35%, тогда как в коровьем его количество составляет 10...13%, что сказывается на легкой усвояемости козьего молока, а под действием протеаз происходит лучшая его переносимость.

Белки из козьей сыворотки являются идеальным выбором и для пожилых людей, особенно для тех, у кого снижен аппетит. В дополнение к обеспечению энергии для организма они повышают иммунитет. Их мягкий вкус легко может стать привычкой, и его легко приспособить к личному вкусу в различных продуктах. Второе большое преимущество этих белков для пожилых людей проявляется в их способности предотвращать остеопороз – разрежение костей, свойственно этому возрасту [10].



Рис. 2. Содержание лактозы в молоке сельскохозяйственных животных
Fig. 2. Lactose content in milk of farm animals

Сывороточные белки состоят из цепи белков. Среди них бета-лактоглобулин, альфа-лактальбумин, иммуноглобулины, гликомакропептид, лактоферрин, лактопероксидаза. Бета-лактоглобулин имеет

полезную особенность – связывает витамины, растворимые в жирах, помогая организму легче использовать их.

α -лактальбумин сначала был обнаружен в грудном молоке. Он содержит много

триптофана, аминокислоты, которая имеет потенциальную пользу для людей с бессонницей и стрессом. Иммуноглобулины, как известно, обеспечивают иммунитет и детей, и взрослых. Только они способны связывать кальций. Гликомакропептид помогает контролировать и предотвращать образование зубного налета и кариеса [6].

Лактопероксидазы предотвращают рост бактерий, зависящих от железа. Интересно, что сывороточные белки могут помочь в потере веса, поскольку они помогают увеличить мышечную массу. Кроме того, они помогают нам чувствовать себя более полным, поскольку они влияют

на повышение уровня гормона, который снижает аппетит [10].

Козьи сывороточные белки обладают противораковыми свойствами, благодаря наличию аминокислот, содержащих серу, обеспечивают оптимальный уровень магния в организме [6, 10].

В соответствии с поставленными задачами проведена сравнительная характеристика козьего и коровьего молока, а также исследовано наличие антибиотиков в сыром молоке, т.к. в настоящее время данный показатель играет важную роль в процессе производства мороженого.

Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 1. Состав белков козьего и коровьего молока

Table 1. Protein composition of goat and cow milk

Наименование фракции	Количество, г/100 мл	
	Козье молоко	Коровье молоко
α_{S1} – казеин	0,2 – 0,6	1,3 – 1,4
β – казеин	1,17 – 2,23	0,61 – 0,63
γ – казеин	–	0,15 – 0,2
α -лактаальбумин	0,08 – 0,43	0,06 – 0,08
β - лактаглобулин	0,25 – 0,47	0,28 – 0,35
сывороточный альбумин	0,15 – 0,17	0,05 – 0,25

Таблица 2. Показатели качества козьего и коровьего молока

Table 2. Quality indicators of goat and cow milk

Наименование показателей	Козье молоко-сырье	Коровье молоко-сырье
Массовая доля жира, %	4,40 – 5,10	3,50 – 4,0
Массовая доля белка, %	3,25 – 3,45	3,07 – 3,20
СОМО, %	7,87 – 7,90	7,79 – 7,84
Плотность, °А	29,0 – 30,2	27,0 – 28,4
pH, ед	6,57 – 6,62	6,52 – 6,60
Кислотность, °Т	14,0 – 15,0	17,0 – 19,0
Антибиотики	-	тетрациклин

Таким образом, исходя из анализа литературных источников и полученных нами результатов, можно сделать вывод, что козье молоко за счет своего состава и свойств является ценным сырьем для производства низколактозных молочных

продуктов, особенно для детей и взрослых с лактозной непереносимостью и аллергией на коровье молоко.

Для проведения технологического эксперимента в рамках исследования для гидролиза лактозы были использованы –

пробиотическая комбинированная закваска прямого внесения FD DVS ABT-5 - Probio-Tec™ (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* и *Streptococcus thermophilus*) [2] и фермент лактаза NOLA Fit 5500 (*Bifidobacterium bifidum* B-galactosidase).

Производится NOLA Fit 5500 глубинной ферментацией на растительном субстрате с использованием селекционного штамма *Bacillus licheniformis* при определенных условиях. Желаемую степень гидролиза можно получить путем выбора соответствующей температуры, времени и дозировки при проведении реакции. Оптимальная температура – между 35-50°C работает в широком диапазоне pH [3].

В результате проведенных экспериментов был установлен оптимальный режим для проведения гидролиза и обогащения кисломолочного мороженого пробиотическими заквасочными культурами при температуре 37-39°C в течение 4-6 ч. Изменение титруемой кислотности и динамика снижения лактозы представлены на рисунке 3, 4.

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности проведения двухстадийного процесса ферментации молочной среды. Доказано, что при темпера-

туре 37-39°C в течение 4-6 ч достигается максимальное снижение массовой доли лактозы до значений менее 0,9%, при этом концентрация клеток пробиотических микроорганизмов в активной форме достигает значений 10^8 КОЕ/см³.

Производство мороженого осуществлялось по общепринятой технологии изготовления кисломолочного мороженого.

Для производства низколактозного мороженого использовались молоко козье, молоко сухое козье, сахар-песок, стабилизатор, фермент лактаза и пробиотические заквасочные культуры, состоящие из термофильного стрептококка, ацидофильной палочки и бифидобактерий.

На следующем этапе был проведен подбор стабилизационных систем для производства низколактозного мороженого. Были взяты 3 образца смеси, в которую вносились:

- образец 1 – желатин;
- образец 2 – гуаровая камедь;
- образец 3 – стабилизатор «Лакто-микс КМ», применяемый для всех видов кисломолочных продуктов.

В готовых образцах мороженого проводилась органолептическая оценка (рис.5), определялись взбитость и сопротивление к таянию.

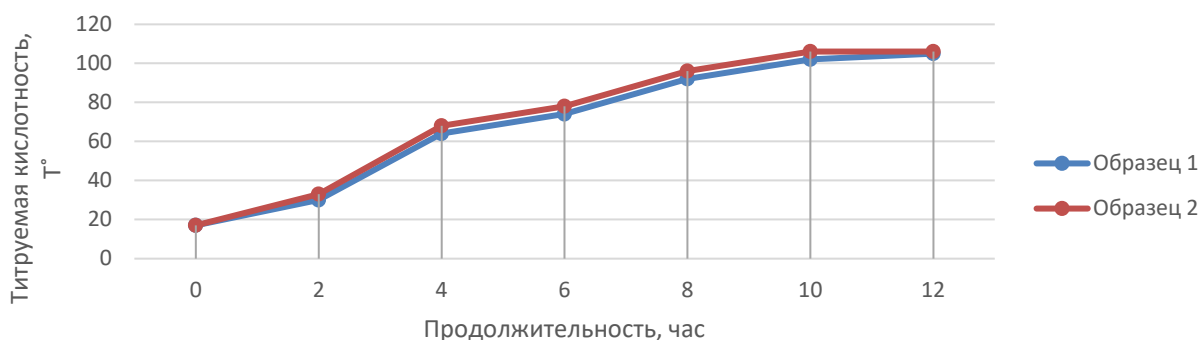


Рис. 3. Изменение титруемой кислотности (°T) при ферментации молочной основы мороженого: 1 – заквасочными культурами; 2 – заквасочными культурами в присутствии фермента

Fig. 3. Changes in titratable acidity (°T) during the fermentation of the ice cream milk base: 1 – starter cultures; 2 – starter cultures in the presence of an enzyme

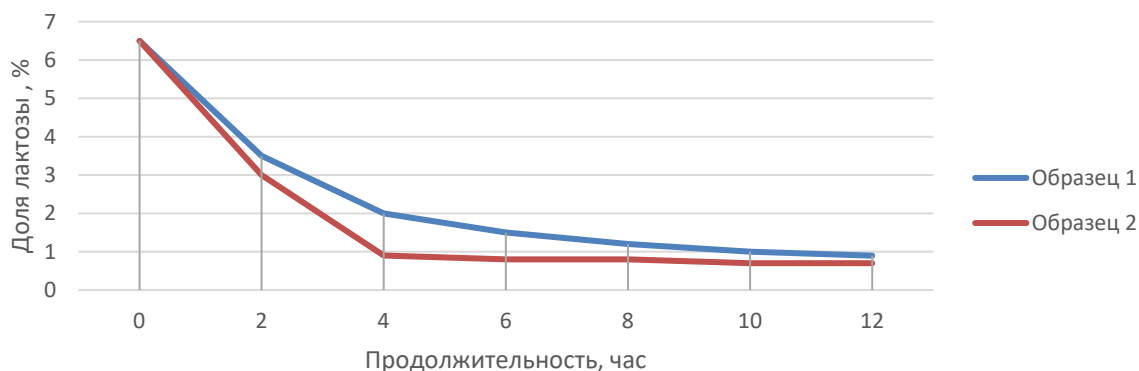


Рис. 4. Динамика снижения массовой доли лактозы (%) при ферментации молочной основы: 1 – заквасочными культурами; 2 – заквасочными культурами в присутствии фермента

Fig. 4. Dynamics of reduction in the mass fraction of lactose (%) during fermentation of the milk base: 1 – starter cultures; 2 – starter cultures in the presence of an enzyme

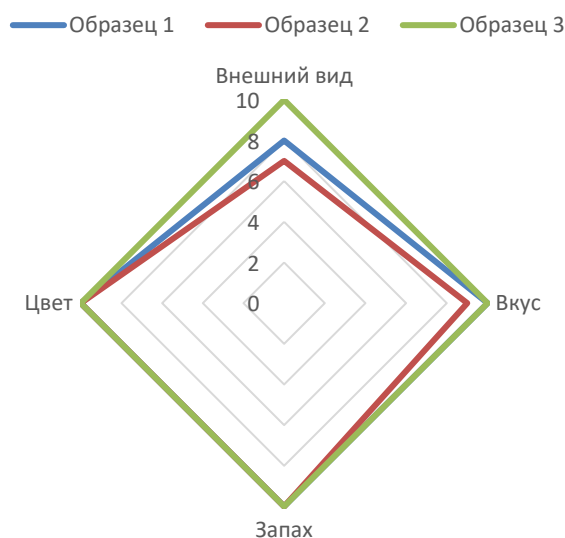


Рис. 5. Профилограмма органолептических показателей мороженого
Fig. 5. Profilogram of organoleptic indicators of ice cream

По результатам органолептической оценки, образец 3 со стабилизатором «Лактомикс КМ» наиболее соответствовал вкусу и консистенции кисломолочного мороженого, наблюдалось увеличение взбитости мороженого в 1,2 раза и продолжительности к таянию на 10 минут дольше в сравнении с мороженым с внесением желатина или гуаровой камеди.

В готовых образцах мороженого определялись показатели качества, была

проведена дегустационная оценка и сделаны следующие выводы:

1) для производства низколактозного мороженого можно использовать в качестве сырья козье молоко, т.к. оно содержит больше белка, жира, сухих веществ, меньше лактозы и не вызывает аллергии;

2) для снижения содержания лактозы предлагается использовать двойной метод гидролиза лактозы с использованием пробиотических заквасочных культур

прямого внесения FD DVS ABT-5 - Probio-Tec™ (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* и *Streptococcus thermophilus*) и фермента (лактаза) NOLA Fit 5500 (*Bifidobacterium bifidum B-galactosidase*), при температуре 37-39°C в течение 4-6 ч.; данный метод гидролиза обеспечивает получение низколактозного кисломолочного мороженого с массовой

долей лактозы до 0,85-0,90% и концентрацией пробиотических микроорганизмов в готовом продукте не менее 10^8 КОЕ/см³;

3) применение стабилизационной системы «Лактомикс КМ» способствует получению мороженого с нежной плотной консистенцией, с более высокой взбитостью и более высоким сопротивлением к таянию.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барбашина Е.Г. Качество и стабильность мороженого. Молочная промышленность. 2010; 1: 26-28.
2. Гашева М.А. Подбор пробиотических заквасочных культур для производства кисломолочного мороженого. Новые технологии. 2022; 18(3): 17-23.
3. Мельникова Е.И., Богданова Е.В. Применение ферментного препарата NOLA Fit в технологии безлактозного мороженого. Пищевая промышленность. 2019; 4: 62-63.
4. Разинкова Т.А., Попов Е.С. Научное обоснование и разработка технологии низколактозных пробиотических замороженных десертов. Материалы IX отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2020 год: в 3-х ч. Ч. 1. Воронеж: ВГУИТ, 2021.
5. Никитина Ю.В., Топникова Е.В., Лепилкина О.В. и др. Технологические и методические аспекты производства низко-и безлактозных молочных продуктов. Пищевые системы. 2021; 4(2): 144-153.
6. Суюнчев О.А. Сыры из козьего молока: монография. Ставрополь: СевКавГТУ; 2006.
7. Российский рынок здоровых продуктов: тенденции и перспективы. Коммерсант Черноземье. 2024: 7-8.
8. Рябцева С.А., Ахмедова В.Р., Анисимов Г.С. Мороженое как средство доставки *Lactobacillus acidophilus*. Техника и технология пищевых производств. 2018; 48(2): 1-12.
9. Творогова А.А. Мороженое в России и СССР: Теория. Практика. Развитие технологий. СПб.: Профессия; 2021.
10. Щетинина Е.М., Гаврилова Н.Б. Современные аспекты использования козьего молока в биотехнологии мягких и полутвёрдых сыров: монография. Омск: Омский ГАУ; 2021.

REFERENCES

1. Barbashina E.G. Ice cream quality and stability. Dairy industry. 2010; 1:26-28. (In Russ.)

2. Gasheva M.A. Selection of probiotic starter cultures for the production of fermented milk ice cream. *New technologies*. 2022; 18(3): 17-23. (In Russ.)
3. Melnikova E.I., Bogdanova E.V. Application of NOLA Fit enzyme preparation in lactose-free ice cream technology. *Food industry*. 2019; 4: 62-63. (In Russ.)
4. Razinkova T.A., Popov E.S. Scientific substantiation and development of technology for low-lactose probiotic frozen desserts. Materials of the IX reporting scientific conference of teachers and researchers of VSUIT for 2020: in 3 parts. Part 1. Voronezh: VSUIT, 2021. (In Russ.)
5. Nikitina Yu.V., Topnikova E.V., Lepilkina O.V. et al. Technological and methodological aspects of the production of low- and lactose-free dairy products. *Food systems*. 2021; 4(2): 144-153. (In Russ.)
6. Suyunchev O.A. Goat milk cheeses: a monograph. Stavropol: SevKavGTU; 2006. (In Russ.)
7. The Russian market of healthy products: trends and prospects. Merchant Chernozemye. 2024: 7-8. (In Russ.)
8. Ryabtseva S.A., Akhmedova V.R., Anisimov G.S. Ice cream as a delivery vehicle for *Lactobacillus acidophilus*. *Equipment and technology of food production*. 2018; 48(2): 1-12. (In Russ.)
9. Tvorogova A.A. Ice cream in Russia and the USSR: Theory. Practice. Technology development. SPB.: Profession; 2021. (In Russ.)
10. Shchetinina E.M., Gavrilova N.B. Modern aspects of the use of goat milk in the biotechnology of soft and semi-hard cheeses: a monograph. Omsk: Omsk State Agrarian University; 2021. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Гашева Марзият Асланчериевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии пищевых продуктов и организации питания, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191, e-mail: irina-gasheva@yandex.ru

Арсеньева Тамара Павловна, доктор технических наук, профессор, доцент факультета биотехнологии, Университет ИТМО, 191119, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр-кт, 49, литер А

Фадина Светлана Юрьевна, магистрант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191, e-mail: kreker199812@gmail.com

Marziyat A. Gasheva, PhD (Eng.), Associate Professor, the Department of Food Technology and Catering, Maikop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomaiskaya str., e-mail: irina-gasheva@yandex.ru

Tamara A. Pavlovna, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Associate Professor, Faculty of Biotechnology, ITMO University, 191119, the Russian Federation, St. Petersburg, 49 Kronverksky prospect, letter A.

Svetlana Y. Fadina, Master's student, Maikop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomaiskaya str., e-mail: kreker199812@gmail.com

Заявленный вклад авторов

Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Claimed contribution of co-authors

All authors of the research were directly involved in the design, execution, and analysis of the research. All authors of the article have read and approved the final version submitted

Поступила в редакцию 10.06.2024

Поступила после рецензирования 12.07.2024

Принята к публикации 17.07.2024

Received 10.06.2024

Revised 12.07.2024

Accepted 17.07.2024