

Алла Львовна Новокшанова¹, Константин Борисович Сухарев²,
Ольга Владимировна Оксененко³✉, Анна Александровна Абабкова⁴

¹ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Россия

^{2,3}ООО «Пятигорский молочный комбинат», Пятигорск, Ставропольский край, Россия

⁴Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, Вологда, Россия

¹novokshanova@ion.ru

²kost_yan@mail.ru

³oksenenko@afsv.ru

⁴primadonna.88@yandex.ru

ИЗУЧЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ ИНУЛИНА И НИЗКОЖИРНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

Цель исследования – изучение модельных систем из вторичного молочного сырья, содержащих инулин в количествах, допустимых при производстве специализированной пищевой продукции. Задачи: изучение влияния инулина на органолептические характеристики и технологически значимые показатели молочного сырья (массовые доли белка, жира, сухих веществ; плотность; активная и титруемая кислотности). Основным сырьем служило обезжиренное молоко, пахта, массовую долю белка в которых повышали, добавляя сухое обезжиренное молоко. Еще один вариант проб готовили, восстанавливая сухое обезжиренное молоко в питьевой воде. Содержание белка во всех опытных образцах было не менее 5,0 %. Контролем служили модельные системы молочного сырья без инулина. Все пробы пастеризовали при температуре (88 ± 2) °С, охлаждали и дегустировали. Органолептические показатели оценивала группа экспертов-дегустаторов из пяти человек стандартным методом. В образцах определяли массовые доли белка, жира и сухих веществ инструментальным экспресс-методом, активную кислотность – методом потенциометрии, титруемую кислотность – индикаторным методом, плотность – ареометрически. Добавление инулина положительно повлияло на органолептические характеристики молочного сырья, не изменило содержание жира и белка в молочном сырье, не оказало влияния на показатель титруемой кислотности, но увеличило содержание сухих веществ и плотность. Определяемое практически значение массовой доли сухих веществ в молочном сырье с инулином отличалось от теоретически расчетного. Особенно значимые отличия наблюдали с превышением массовой доли инулина 1,75 %. Прирост плотности в разных видах сырья, несмотря на равные количества инулина в параллельных пробах, не был одинаковым. Следовательно, при ведении производственного процесса судить о количестве добавленного инулина по изменению общего количества сухих веществ и плотности молочного сырья недопустимо.

Ключевые слова: инулин, обезжиренное молоко, пахта, сухое обезжиренное молоко, органолептические показатели, плотность, кислотность

Для цитирования: Изучение совместимости инулина и низкожирного молочного сырья / А.Л. Новокшанова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2024. № 11. С. 193–199. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-11-193-199.

Благодарности: материал подготовлен в рамках Государственного задания № 0410-2022-0002.

Alla Lvovna Novokshanova¹, Konstantin Borisovich Sukharev², Olga Vladimirovna Oksenenko³,
Anna Alexandrovna Ababkova⁴

¹Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

^{2,3}Pyatigorsk Dairy Plant LLC, Pyatigorsk, Stavropol Region, Russia

⁴Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin, Vologda, Russia

¹novokshanova@ion.ru

²kost_yan@mail.ru

³oksenenko@afsv.ru

⁴primadonna.88@yandex.ru

STUDY OF INULIN AND LOW-FAT MILK RAW MATERIALS COMPATIBILITY

The aim of the study is to investigate model systems from secondary milk raw materials containing inulin in quantities acceptable for the production of specialized food products. Objectives: to study the effect of inulin on the organoleptic characteristics and technologically significant indicators of milk raw materials (mass fractions of protein, fat, dry matter; density; active and titratable acidity). The main raw materials were skim milk and buttermilk, the mass fraction of protein in which was increased by adding dry skim milk. Another version of the samples was prepared by reconstituting dry skim milk in drinking water. The protein content in all test samples was at least 5.0 %. Model systems of milk raw materials without inulin served as a control. All samples were pasteurized at a temperature of (88 ± 2) °C, cooled and tasted. Organoleptic indicators were assessed by a group of five expert tasters using a standard method. In the samples, the mass fractions of protein, fat and dry matter were determined using an instrumental express method, active acidity was determined using the potentiometry method, titratable acidity was determined using the indicator method, and density was determined using the areometric method. The addition of inulin had a positive effect on the organoleptic characteristics of the raw milk, did not change the fat and protein content in the raw milk, did not affect the titratable acidity index, but increased the dry matter content and density. The practically determined value of the mass fraction of dry matter in the raw milk with inulin differed from the theoretically calculated one. Particularly significant differences were observed with an excess of the mass fraction of inulin of 1.75 %. The increase in density in different types of raw materials, despite equal amounts of inulin in parallel samples, was not the same. Therefore, when conducting the production process, it is unacceptable to judge the amount of added inulin by the change in the total amount of dry matter and the density of the raw milk.

Keywords: inulin, skim milk, buttermilk, dry skim milk, organoleptic indicators, density, acidity

For citation: Study of inulin and low-fat milk raw materials compatibility / A.L. Novokshanova [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2024;(11): 193–199 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-11-193-199.

Acknowledgments: the material was prepared within the framework of State Assignment № 0410-2022-0002.

Введение. В современной нутрициологии пищевые волокна, или некрахмальные полисахариды, обязательно рекомендуют вводить в рацион населения. Для данных пищевых веществ применяют и другие термины: неперевариваемые полисахариды, балластные вещества и пребиотики (термин предложен Gibson и Roberfroid (от лат. *praе-* – впереди, перед и от др.-греч. βίος – жизнь), т. е. буквально – предшествующие, способствующие развитию нормальной микрофлоры толстого кишечника). Эти важные компоненты пищи не считаются источниками энергии, поскольку не гидролизуются пищеварительными

ферментами человека, но могут быть переработаны нормальной микрофлорой кишечника [1]. Тем самым пищевые волокна стимулируют рост нормальной микробиоты толстого кишечника и существенно влияют на процессы переваривания, усвоения, микробиоциноз и эвакуацию пищи. Физиологическая потребность в пищевых волокнах для взрослого человека составляет 20–25 г/сут, или 10 г/1000 ккал [2].

По физико-химическим свойствам пищевые волокна могут быть растворимыми (камеди, гидроколлоиды) и нерастворимыми (клетчатка) в воде.

Типичным примером растворимых пищевых волокон является инулин. Молекула инулина состоит из 30–35 остатков фруктозы в фуранозной форме, которые соединены 1,2-О-гликозидными связями. В целом форма макромолекулы линейная, с редкими ответвлениями глюкозы. Молекулярная масса инулина 5000–6000 Да.

Технологически значимые свойства инулина – это растворимость в воде, сладкий вкус, способность образовывать гели при охлаждении горячих растворов, а также формирование особых органолептических ощущений, используемых для имитации жира [1].

По последним данным, инулин способствует повышению устойчивости пищеварительной системы к бактериальным и вирусным инфекциям, в частности при COVID-19, а также оказывает благоприятное влияние на ряд показателей углеводного и липидного обмена у пациентов с метаболическим синдромом [3, 4].

С учетом этой информации использование инулина в составе специализированной пищевой продукции продолжает сохранять свою актуальность. Например, известен запатентованный способ получения кисломолочного напитка с инулином [5]. Для изготовления этого продукта в нормализованное молочное сырье, состоящее из смеси цельного, обезжиренного и сухого обезжиренного молока, вносили инулин в количестве 3 %, а для сквашивания использовали смесь штаммов *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus*.

Однако адекватный уровень потребления (АУП) инулина в составе специализированных пищевых продуктов для взрослых составляет 2,5 г в сутки, а верхний допустимый уровень – 8,0 г в сутки [6]. Следовательно, изучение возможности использования инулина в данном диапазоне, например в молочном сырье, представляет научный и практический интерес.

Цель исследования – изучение модельных систем из вторичного молочного сырья, содержащих инулин в количествах, допустимых при производстве специализированной пищевой продукции.

Материалы и методы. Основным сырьем служило обезжиренное молоко, пахта и сухое обезжиренное молоко (СОМ). Эти виды вторичного молочного сырья находят широкое применение в производстве обогащенной и специализированной пищевой продукции [7–10]. Поскольку для многих видов специализированной пищевой продукции рекомендованы пониженная жирность и повышенное содержание белков в сравнении с содержанием в аналогичных традиционных продуктах, в обезжиренное молоко и в пахту вносили СОМ. Еще один вариант проб готовили, восстанавливая СОМ в питьевой воде.

В диапазоне, указанном в нормативной документации, были рассчитаны массовые доли инулина, которые должны присутствовать в продукте, чтобы данный ингредиент служил источником пищевых волокон. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Количество инулина, вносимого в молочную основу, %

Доля инулина от АУП	Массовая доля инулина
15	0,375
30	0,750
50	1,250
70	1,750
100	2,500
100*	8,000

* Доля инулина от верхнего рекомендуемого уровня потребления в сутки, %.

В опытные пробы вносили инулин согласно расчетным данным (см. табл. 1). Образцами сравнения служило молочное сырье без инулина. Все пробы пастеризовали при температуре (88 ± 2) °С, охлаждали и дегустировали.

Органолептические показатели оценивала группа экспертов-дегустаторов из пяти человек стандартным методом (ГОСТ Р ИСО 22935-3-2011 «Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ»). В образцах определяли

массовые доли белка, жира и сухих веществ инструментальным экспресс-методом (ГОСТ 32255-2013 «Инструментальный экспресс-метод определения физико-химических показателей идентификации с применением инфракрасного анализатора»), активную кислотность – методом потенциометрии (ГОСТ 32892-2014 «Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности (с Поправкой)»), титруемую кислотность – индикаторным методом (ГОСТ Р 54669-2011 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности»), плотность – ареометрически (ГОСТ Р 54758-2011 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения плотности»).

Результаты и их обсуждение. Консистенция всех образцов была однородной, без ко-

мочков сухого молока. Цвет проб был белым, ровным по всей массе. По результатам закрытой дегустации высший балл от 4,5 до 5,0 получили образцы, содержащие 1,75 % инулина и больше. Вкус и запах этих образцов был приятным, молочным с выраженным сладким вкусом. Пробы с инулином от 0,375 до 1,250 % имели чистый, молочный вкус и запах с ощутимым привкусом сухого молока, но не имели сладкого вкуса, поэтому оценки были несколько ниже: от 4,0 до 4,5 баллов.

Физико-химические показатели, которые не изменились в зависимости от добавления инулина и были одинаковыми и в контрольных, и в опытных образцах, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели молочного сырья

Молочное сырье	Массовая доля, %		Титруемая кислотность, °Т
	жира	белка	
Пахта и СОМ	0,35±0,08	5,50±0,06	39,0±1,9
Обезжиренное молоко и СОМ	0,05±0,01	5,50±0,06	41,0±1,9
Восстановленное обезжиренное молоко	0,04±0,01	5,00±0,06	41,0±1,9

Добавление инулина к молочному сырью достоверно повлияло на содержание сухих веществ и плотность. При максимальном количестве инулина в образцах 8,0 г прирост массовой доли сухих веществ составил 9,8 % в образцах из пахты и СОМ и в образцах восстановленного

обезжиренного молока и 7,5 % – в образцах из обезжиренного молока и СОМ. Расчетные и экспериментальные значения содержания сухих веществ в контрольных и опытных образцах представлены в таблице 3.

Таблица 3

Значения массовой доли сухих веществ в образцах, %

Массовая доля инулина, %	Пахта и СОМ		Обезжиренное молоко и СОМ		Восстановленное обезжиренное молоко	
	экспериментальное	расчетное	экспериментальное	расчетное	экспериментальное	расчетное
0,0	17,5±0,4	17,5	15,1±0,4	15,1	13,6±0,4	13,6
0,375	17,8±0,4	17,8	16,2±0,4	15,4	13,9±0,4	13,9
0,750	20,2±0,4	18,1	17,5±0,4	15,7	14,5±0,4	14,2
1,250	22,3±0,4	18,5	19,1±0,4	16,2	15,6±0,4	14,7
1,750	25,4±0,4	18,9	20,2±0,4	16,6	17,2±0,4	15,1
2,500	26,5±0,4	19,6	21,4±0,4	17,2	18,6±0,4	15,8
8,000	27,3±0,4	24,1	22,6±0,4	21,9	19,0±0,4	20,5

Из таблицы 3 видно, что определяемое практически значение массовой доли сухих веществ в молочном сырье с инулином отличалось от теоретически расчетного. Особенно значимые отличия наблюдали с превышением массовой доли инулина 1,75 %. Следовательно, при ведении производственного процесса судить о количестве добавленного инулина по изменению общего количества сухих веществ молочного сырья не рекомендуется.

Возросшее содержание сухих веществ закономерно повлияло на увеличение плотности молочного сырья, содержащего инулин, как показано на рисунке 1. При этом, несмотря на равные количества инулина в параллельных пробах, прирост плотности в разных видах сырья не был одинаковым. Наибольшее увеличе-

ние плотности при внесении инулина наблюдали в комбинации пахты с СОМ, а наименьшее – в пробах восстановленного СОМ, что обусловлено микронутриентным составом этих пищевых систем. Следовательно, показатель плотности, определяемый ареометрическим методом, также не может служить контролирующим технологическим параметром в производстве молочной продукции с инулином для установления количества данного ингредиента в продукте.

Однако увеличение обоих показателей (и массовой доли сухих веществ, и плотности молочного сырья) необходимо учитывать при ведении производственного процесса, поскольку это может повлиять на работу технологического оборудования.

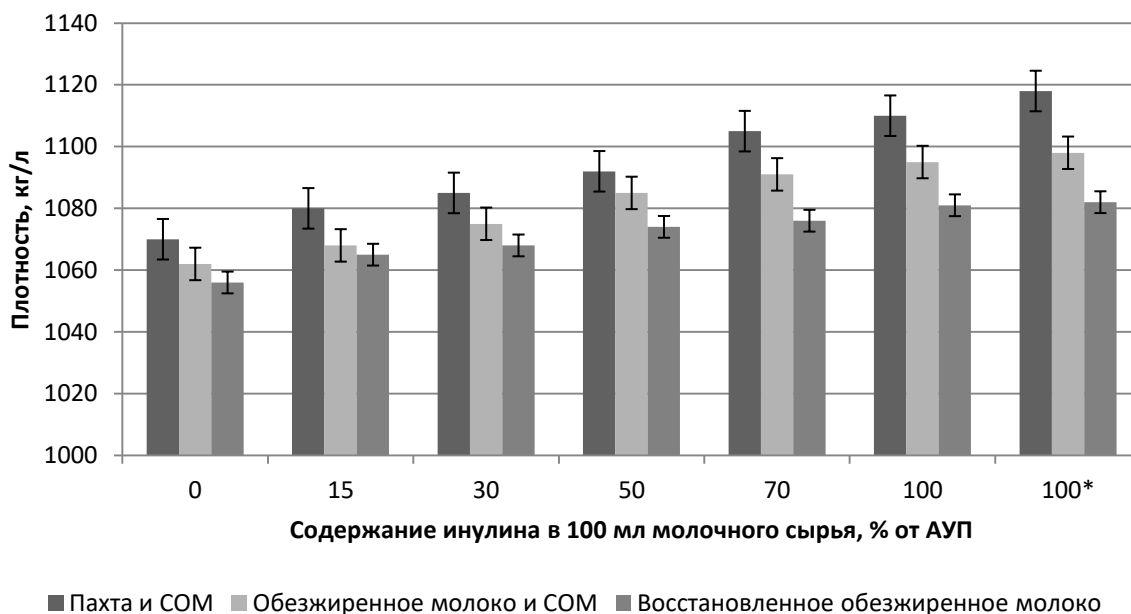


Рис. 1. Изменение плотности образцов, содержащих инулин

В образцах на основе обезжиренного молока и пахты наблюдали тенденцию снижения рН при добавлении инулина, как видно на рисунке 2. Однако выявленное подкисление среды в этих системах было незначительным и не ухудшало технологические характеристики сырья. В образцах восстановленного обезжиренного молока показатель рН оставался постоянным при добавлении инулина в интервале от 0,375 до 8,0 г в 100 г молочного сырья, что охватывало весь рекомендуемый для данного ингредиента

интервал, начиная с нижней границы 15 % от АУП и завершая 100 % от верхнего допустимого уровня в сутки.

Сохранение стабильного показателя активной кислотности в образцах восстановленного молока с инулином, по-видимому, является следствием большей буферной емкости этих систем по сравнению с образцами, приготовленными на основе обезжиренного молока и пахты.

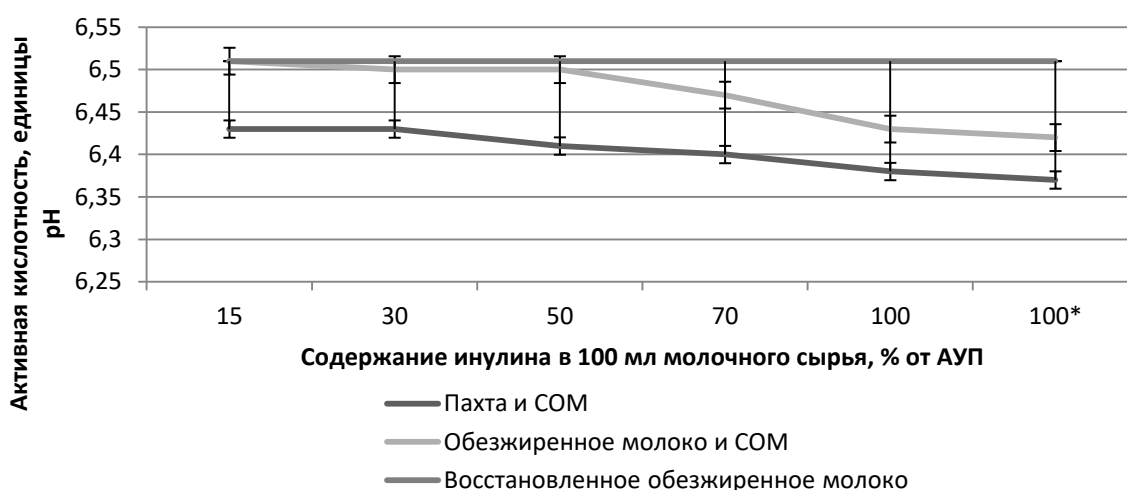


Рис. 2. Активная кислотность образцов с разным содержанием инулина

Заключение. На основании выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

– в интервале от 1,75 до 8,0 % инулина в образцах молочного сыря наблюдали выраженный сладкий вкус, что следует учитывать при формировании рецептур продуктов с этим пищевым ингредиентом;

– в производстве молочной продукции с инулином показатели массовой доли сухих веществ и плотности молочного сыря не могут служить технологическими параметрами для оперативного контроля с целью установления количества данного ингредиента в продукте;

– повышение содержания сухих веществ в молочном сыре при внесении инулина, начиная с 15 % от АУП и заканчивая 100 % от верхнего допустимого уровня в сутки, необходимо учитывать при дальнейшем ведении технологического процесса, выборе оборудования и режимов производства.

Список источников

1. Новокшанова А.Л. Пищевая химия: учеб. для вузов. М.: Юрайт, 2022. 305 с.
2. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: метод. рекомендации / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. М., 2021. 72 с.
3. Rozga M., Cheng F.W., Moloney L., Handu D. Effects of Micronutrients or Conditional Amino Acids on COVID-19-Related Outcomes: An Evidence Analysis Center Scoping Review // J Acad Nutr Diet. 2020. DOI: 10.1016/j.jand.2020.05.015
4. Jayawardena R., Sooriyaarachchi P., Chourdakis M., et al. Enhancing immunity in viral infections, with special emphasis on COVID-19: A review // Diabetes Metab Syndr. 2020;14(4):367–82. DOI: 10.1016/j.dsx.2020.04.015
5. Пат. RU2622080C1. Способ получения кисломолочного напитка с инулином / Богданова Е.В., Лисицкая К.В., Сидельникова Ю.Ю., Журавлева О.В.; патентообл. Воронеж. гос. ун-т инженерных технологий; № 2016112290; заявл. 01.04.2016; опубл. 09.06.2017, Бюл. № 16.
6. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Утверждены решением Комиссии Таможенного союза № 299 от 28 мая 2010 г.
7. Алиментарные средства защиты от радиации / Г.А. Донская [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 4. С. 172–179. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-4-172-179.
8. Исследование показателей безопасности продукции диетической направленности (на примере безлактозных изделий для детского питания) / А.В. Вернер [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 10. С. 219–225.
9. Использование метода in silico для прогнозирования свойств биоактивных пептидов / М.Г. Курбанова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 2. С. 236–241. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-236-241.

10. Новокшанова А.Л. Нормативно-правовые аспекты и актуальность производства специализированной, функциональной и обогащенной пищевой продукции в молочной промышленности // Молочная промышленность. 2022. № 4. С. 26–28. DOI: 10.31515/1019-8946-2022-04-26-28.
1. Novokshanova A.L. Pischevaya himiya: ucheb. dlya vuzov. M.: Yurajt, 2022. 305 s.
2. Normy fiziologicheskikh potrebnostej v `energii i pischevyh veschestvah dlya razlichnyh grupp naseleniya Rossijskoj Federacii: metod. Rekomendacii / Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zaschity prav potrebitelej i blagopoluchiya cheloveka. M., 2021. 72 s.
3. Rozga M., Cheng F.W., Moloney L., Handu D. Effects of Micronutrients or Conditional Amino Acids on COVID-19-Related Outcomes: An Evidence Analysis Center Scoping Review // J Acad Nutr Diet. 2020. DOI: 10.1016/j.jand.2020.05.015
4. Jayawardena R., Sooriyaarachchi P., Chourdakis M., et al. Enhancing immunity in viral infections, with special emphasis on COVID-19: A review // Diabetes Metab Syndr. 2020;14(4):367-82. DOI: 10.1016/j.dsx.2020.04.015
5. Pat. RU2622080C1. Sposob polucheniya kislomolochnogo napitka s inulinom / Bogdanova E.V., Lisickaya K.V., Sidel'nikova Yu.Yu., Zhuravleva O.V.; patentoobl. Voronezh. gos. un-t inzhenernyh tehnologij; № 2016112290; zayavl. 01.04.2016; opubl. 09.06.2017, Byul. № 16.
6. Edinye sanitarno-`epidemiologicheskie i gigienicheskie trebovaniya k produkcii (tovaram), podlezhaschej sanitarno-`epidemiologicheskemu nadzoru (kontrolyu). Utverzhdeny resheniem Komissii Tamozhennogo soyuza № 299 ot 28 maya 2010 g.
7. Alimentarnye sredstva zaschity ot radiacii / G.A. Donskaya [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2023. № 4. S. 172–179. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-4-172-179.
8. Issledovanie pokazatelej bezopasnosti produkcii dieticheskoy napravlenosti (na primere bezlaktoznyh izdelij dlya detskogo pitaniya) / A.V. Verner [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2023. № 10. S. 219–225.
9. Ispol'zovanie metoda in silico dlya prognozirovaniya svojstv bioaktivnyh peptidov / M.G. Kurbanova [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2023. № 2. S. 236–241. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-236-241.
10. Novokshanova A.L. Normativno-pravovye aspekty i aktual'nost' proizvodstva specializirovannoj, funkcional'noj i obogaschennoj pischevoj produkcii v molochnoj promyshlennosti // Molochnaya promyshlennost'. 2022. № 4. S. 26-28. DOI: 10.31515/1019-8946-2022-04-26-28.

References

Статья принята к публикации 03.10.2024 / The paper accepted for publication 03.10.2024.

Информация об авторах:

Алла Львовна Новокшанова¹, ведущий научный сотрудник лаборатории прикладной биотехнологии и специализированных продуктов, доктор технических наук, доцент

Константин Борисович Сухарев², генеральный директор

Ольга Владимировна Оксененко³, директор по производству

Анна Александровна Абабкова⁴, инженер-химик учебно-опытного молочного завода, кандидат технических наук

Data on authors:

Alla Lvovna Novokshanova¹, Leading Researcher at the Laboratory of Applied Biotechnology and Specialized Products, Doctor of Technical Sciences, Docent

Konstantin Borisovich Sukharev², General Director

Olga Vladimirovna Oksenenko³, Production Director

Anna Alexandrovna Ababkova⁴, Chemical Engineer at the Training and Experimental Dairy Plant, Candidate of Technical Sciences