

УДК 637.3.05

DOI 10.30914/2411-9687-2023-9-4-382-388

ВЛИЯНИЕ ГЛЮКОНО-ДЕЛЬТА-ЛАКТОНА НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЛИВОЧНЫХ СЫРОВ

М. В. Долгорукова, С. И. Охотников

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

Аннотация. Введение. В последнее время в пищевой промышленности находит применение полифункциональная добавка глюконо-дельта-лактон (ГДЛ), используемая в качестве стабилизатора окраски, подкислителя, разрыхлителя, консерванта и так далее. Статья посвящена изучению влияния вводимых доз глюконо-дельта-лактона на качественные показатели сливочных сыров. **Цель:** изучение действия ГДЛ на физико-химические и органолептические показатели модельных продуктов. **Материалы и методы.** Объектами исследования являлись молоко-сырье коровье, молоко обезжиренное-сырье, сливки-сырье, хлористый кальций, сычужный фермент, соль поваренная, глюконо-дельта-лактон (E575), закваска «Скваска». Для проведения исследования отбирали молоко коровье сырое, отвечающее требованиям ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» и ГОСТу 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия». Отбор проб молочного сырья и выработанного продукта, определение качественных показателей сырья и готового продукта определяли стандартными методами в соответствии с требованиями нормативно-технической документации. **Результаты исследования, обсуждения.** Получен модельный продукт, для формирования сырного сгустка которого вместо хлористого кальция использовался глюконо-дельта-лактон. Все образцы сыра отличались высокими органолептическими показателями, однако наивысший комплексный балл получил опытный образец 2, в который вводили ГДЛ в количестве 2 % от массы сырья. Получен новый продукт, по качественным показателям не уступающий сливочным сырам, выработанным по традиционной технологии. **Заключение.** Использование ГДЛ при выработке сливочного сыра способствует улучшению образования сгустка в пастеризованном молоке, сокращает время свертываемости и увеличивает плотность сгустка. Модельные продукты соответствовали требованиям действующей нормативно-технической документации. Рекомендуемая доза внесения ГДЛ – 2 % от массы сырья.

Ключевые слова: сливочный сыр, глюконо-дельта-лактон, органолептические показатели, функциональное питание, пищевой продукт, регулятор кислотности

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Долгорукова М. В., Охотников С. И. Влияние глюконо-дельта-лактона на качественные показатели сливочных сыров // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2023. Т. 9. № 4. С. 382–388. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-4-382-388>

THE EFFECT OF GLUCONO-DELTA-LACTONE ON THE QUALITY INDICATORS OF CREAM CHEESES

M. V. Dolgorukova, S. I. Okhotnikov

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. Introduction. Recently, a multifunctional additive glucono-delta-lactone (GDL) has been used in the food industry, used as a color stabilizer, acidifier, baking powder, preservative, and so on. The article is devoted to the study of the effect of administered doses of glucone-delta-lactone on the quality indicators of cream cheeses. **Purpose:** to study of the effect of GDL on physico-chemical and organoleptic parameters of model products. **Materials and methods.** The objects of the study were cow's milk-raw materials, skimmed milk-raw materials, cream-raw materials, calcium chloride, rennet, table salt, glucono-delta-lactone (E575), sourdough "Skvaska". For the study, raw cow's milk was selected that meets the requirements of TR CU 033/2013 "On the safety of milk and dairy products" and GOST 31449-2013 "Raw cow's milk. Technical specifications". Sampling of dairy raw materials and the developed product, determination of quality indicators of raw materials

and the finished product were determined by standard methods in accordance with the requirements of regulatory and technical documentation. **Research results, discussion.** A model product was obtained, for the formation of a cheese clot of which glucono-delta-lactone was used instead of calcium chloride. All cheese samples were distinguished by high organoleptic indicators, however, the highest complex score was obtained by prototype 2, into which GDL was injected in an amount of 2 % of the mass of raw materials. A new product has been obtained in terms of quality, which is not inferior to cream cheeses produced using traditional technology. **Conclusion.** The use of GDL in the production of cream cheese improves the formation of a clot in pasteurized milk, reduces the clotting time and increases the density of the clot. The model products met the requirements of the current regulatory and technical documentation. The recommended dose of GDL application is 2 % by weight of raw materials.

Keywords: cream cheese, glucono-delta-lactone, organoleptic indicators, functional nutrition, food product, acidity regulator

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Dolgorukova M. V., Okhotnikov S. I. The effect of glucono-delta-lactone on the quality indicators of cream cheeses. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2023, vol. 9, no. 4, pp. 382–388. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-4-382-388>

Введение

Среди всего многообразия сыров особое место занимают кисломолочные сыры, отличающиеся выраженным кисломолочным вкусом и запахом. К этим сырам относятся сливочные сыры, получившие свое название из-за использования при их производстве в качестве основного ингредиента сливок. Высокое содержанием влаги в сырах обуславливает нежную структуру и мажущую консистенцию.

Использование доброкачественного молочного сырья и специальных заквасок, ввод в рецептуру различных вкусовых добавок – грибов, чеснока и лука, зелени, паприки – обеспечивает обилие вкусовых характеристик продукта. Сливочные сыры широко используются при приготовлении бутербродов, различных закусок, десертов, чизкейков, причем улучшить структуру сыра и его пластичность можно, используя различные гидроколлоиды и их смеси [1; 2]. Технология сливочных сыров отличается относительно длительными процессами формирования сгустка и выделения из него сыворотки [5].

Развитие российского рынка сыров связано с новыми технологиями производства. Они позволяют увеличить ассортимент и улучшить качество сыров. Технологии отдельных видов мягких сыров основаны на прямом подкислении молока пищевыми кислотами, что может привести к быстрому падению уровня кислотности и осаждению белков. В качестве подкисляющего агента может использоваться глюконо-дельта-

лактон, что представляет интерес для развития этой области [4].

Глюконо-дельта-лактон используется в пищевой промышленности как подкислитель, разрыхлитель и консервирующий агент. Это серийно выпускаемый препарат по технологии аэробной ферментации декстрозы с получением глюконовой кислоты, из которой посредством дегидратации получают эфир глюконовой кислоты. В сыроделии применение этой добавки позволяет получать продукты с заданными показателями качества [8; 10]. Его получают из изюма и других сухофруктов, содержащих глюконовую кислоту. С функциональной точки зрения препарат является гидролитически лабильным эфиром, который под действием фермента лактазы полностью распадается на глюконовую кислоту. Скорость этого процесса увеличивается при повышении температуры и увеличении кислотности среды.

Обеспечение продовольственной безопасности является одним из ключевых направлений национальной безопасности и важным компонентом экономического развития. Молочная промышленность – составляющая этого сектора. Важной задачей для страны является также обеспечение населения качественными продуктами питания [9]. Глюконо-дельта-лактон, позволяет контролировать pH в различных продуктах питания. Его использование в производстве мягких сыров, вроде рикотты или моцареллы, вызывает изменение физико-химических характеристик

данных продукта, однако не дает основания рекомендовать его использования в качестве основного коагулянта.

В связи с этим исследования были посвящены изучению качества сливочных сыров, выработанных с использованием в качестве коагулянта глюконо-дельта-лактона.

Материалы и методы

Задачей исследования являлось определение оптимальной дозы внесения ГДЛ в молоко-сырье; определение продолжительности образования сгустка, изучение динамики титруемой кислотности в процессе образования сгустка, расчет выхода готового продукта и оценка его показателей качества, определение объема получившейся сыворотки, ее кислотности. В процессе исследования изучали химический состав, физико-химические свойства молока коровьего – сырья, молока обезжиренного – сырья, сливок-сырья на соответствие требованиям Технического регламента таможенного союза – ТР ТС 033/2013; ГОСТа 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия»; ГОСТа 34335-2017 «Сливки-сырье. Технические условия».

Исследуемые пробы сырья отбирали и готовили к анализу в соответствии с ГОСТ 26809.1-2014 «Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу». При выработке сыров использовалась закваска «Скваска», состоящая из живых мезофильных лактобактерий *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. biovar diacetylactis*, концентрацией не менее 10^9 КОЕ/г.

Выработанные сливочные сыры контрольного и опытных вариантов, содержащих разное количество глюконо-дельта-лактона, и полученная подсырная сыворотка исследовались по физико-химическим, органолептическим показателям и показателям безопасности. Кроме того, определяли выход готового продукта и показатели флокуляции и коагуляции. Точку флокуляции определяли опытным путем. Время коагуляции рассчитывали по формуле:

$$K = F \times M,$$

где K – время коагуляции, минут; F – время флокуляции, минут; M – мультипликатор флокуляции.

При проведении исследований было выработано три разновидности сливочных сыров: в опыте I в подготовленную смесь вносили глюконо-дельта-лактон в количестве 2 % от массы молока; в опыте II – 4 %; в контроле сливочный сыр выработывался без внесения ГДЛ.

Массовые доли жира, белка, СОМО определяли по ГОСТ 32255-2013 «Молоко и молочные продукты. Инструментальный экспресс-метод определения физико-химических показателей идентификации с применением инфракрасного анализатора».

Качественные, физико-химические и органолептические показатели сливочных сыров и подсырной сыворотки изучали с использованием следующих общепринятых методик:

- внешний вид, вкус, консистенция, запах готового продукта изучали по ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции»;

- определение кислотности сливочных сыров – по ГОСТу 32892-2014 «Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности»;

- определение массовой доли жира в сливочном сыре – по ГОСТу 5867-90 «Молоко и молочная продукция. Метод определения жира»;

- определение массовой доли влаги и сухого вещества в сырах и подсырной сыворотке – по ГОСТу 3626-73 «Молоко и молочные продукты. Метод определения влаги и сухого вещества»;

- определение кислотности сливочных сыров и подсырной сыворотки – по ГОСТу 32892-2014 «Молоко и молочные продукты. Титриметрический метод определения кислотности»;

- определение доли жира в подсырной сыворотке – по ГОСТу 5867-90 «Молоко и молочная продукция. Метод определения жира»;

- определение плотности подсырной сыворотки осуществляли – по ГОСТу 54758-2011 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения плотности»;

- белок в подсырной сыворотке определяли титриметрически.

Полученные результаты обрабатывались статистически по общепринятым методикам.

Результаты

Показатели качества цельного молока-сырья определялись на соответствие требованиям ГОСТа 31449-2013 и ТР ТС 033/2013. Органолептическая

оценка молока-сырья показала, что молоко по своей консистенции представляет собой белую однородную жидкость с чистым вкусом и запахом, свойственным свежему молоку. Анализ проб сырья показал, что массовая доля жира в исследуемом молоке составила $3,75 \pm 0,04$ %, белка – $2,91 \pm 0,01$ %, СОМО – $8,46 \pm 0,01$ %. Плотность молока была на уровне $28,58 \pm 0,17^\circ\text{A}$, а кислотность – на уровне $17,14 \pm 0,15^\circ\text{T}$, что соответствовало требованиям Технического регламента Таможенного Союза 033/2013 и ГОСТа 31449-2013 по качеству молочного сырья.

Во всех вариантах опыта изучали продолжительность образования сгустка с установлением точки флокуляции. После внесения коагулянта в контроле образование сгустка начиналось через

40 минут, в то время как в опыте I через 32 минуты, а в опыте II – через 28 минут. Время коагуляции в контроле составило 320 минут, в опыте I – 256 минут, и в опыте II – 224 минуты. При увеличении дозы глюконо-дельта-лактона в образцы сливочного сыра время, пошедшее на образование сгустка, уменьшается.

Физико-химические показатели качества выработанных сливочных сыров в контрольном и опытных вариантах представлены в таблице 1. Как показывают данные таблицы 1, по содержанию жира контрольный и опытные образцы отличались незначительно, в то время как содержание сухих веществ в опытных вариантах с увеличением дозы глюконо-дельта-лактона повышалось и составило 29,6 % в опытном образце № 1 и 34,31 % в образце № 2.

Таблица 1 / Table 1

Физико-химические показатели контрольного и опытных образцов сливочного сыра /
Physico-chemical parameters of control and experimental samples of cream cheese

Показатели / Indicators	Вариант опыта / Experiment Option		
	Контроль / Control	Опыт I / Experiment I	Опыт II / Experiment II
Массовая доля:			
молочного жира, %	$9,57 \pm 0,55$	$9,40 \pm 0,81$	$9,69 \pm 0,18$
сухого вещества, %	$25,77 \pm 1,86$	$29,60 \pm 0,64$	$34,31 \pm 0,53$
Титруемая кислотность, °T	$97,61 \pm 0,94$	$99,43 \pm 0,23$	$109,6 \pm 0,64$
Активная кислотность, pH	$6,59 \pm 0,01$	$6,2 \pm 0,01$	$6,2 \pm 0,01$

Титруемая кислотность по мере увеличения дозы внесения ГДЛ в опытные образцы также возрастала с 97,61 до 99,43 в опыте I и до 109,6°T в опыте II. При проведении исследований мы изучали и уровень активной кислотности. Это значимый фактор, обеспечивающий накопление в сырах вкусовых и ароматических веществ, соотношение которых влияет на вкусовые качества продукта. Опытные образцы отличались более низким уровнем активной кислотности от контроля (6,2 против 6,59).

Органолептические показатели выработанных образцов сливочного сыра также соответствовали требованиям ТР ТС 033/2013. Ощутимых различий между образцами при оценке внешнего вида, консистенции, вкуса, запаха и цвета не наблюдалось. Контрольный и опытные варианты сливочных сыров были белого цвета; мягкой, мажущей, однородной по всей массе

консистенции; имели характерный чистый, кисломолочный вкус, запах без посторонних прикусов и ароматов. Каждый органолептический показатель оценивался по пятибалльной шкале. Результаты этой оценки представлены на рисунке.

Наивысший суммарный балл получил опытный образец сыра № 2, который набрал 20,8 баллов из 25 максимально возможных.

Выход сливочного сыра и подсырной сыворотки в разных вариантах представлен в таблице 2.

Как показывают данные таблицы 2, более полное осаждение белков молока и, как следствие, более высокий выход готового продукта имели место в опытных вариантах в сравнении с контролем. Так, в опыте II масса сливочного сыра составила 240 г, а в опыте I – 250 г. Соответственно, выход сыра в первом случае составил 24, а во втором – 25 % от массы сырья.

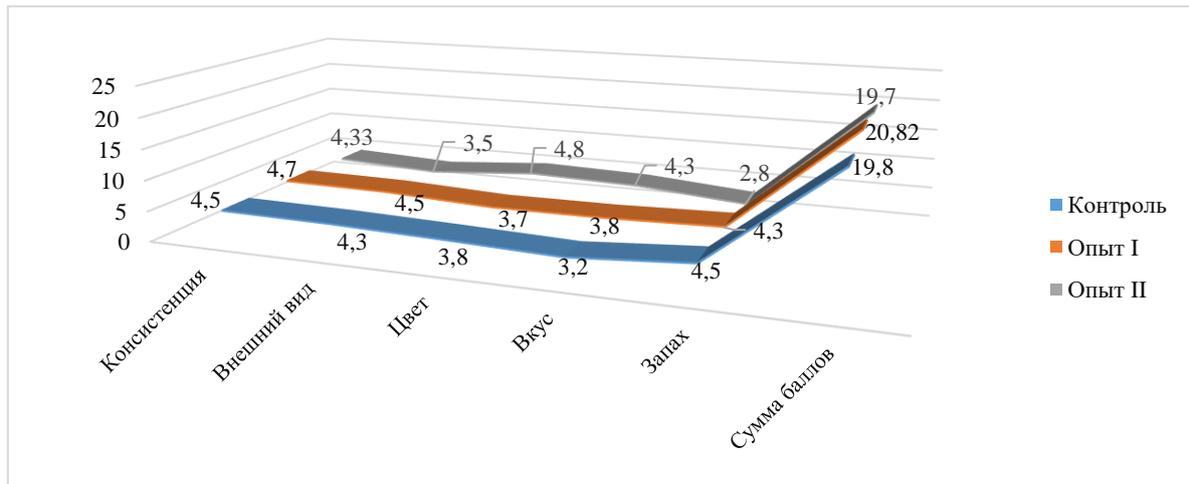


Рис. Результаты балльной оценки выработанных сливочных сыров /
Fig. The results of the scoring of the produced cream cheeses

Таблица 2 / Table 2

Масса готового продукта, подсырной сыворотки и выход сливочного сыра /
The mass of the finished product, cheese whey and the yield of cream cheese

Вариант опыта / Experiment option	Масса готового продукта, г / Weight of the finished product, g	Масса подсырной сыворотки, г / The mass of cheese whey, g	Выход сыра, % / Cheese output, %
Контроль	170,7	829,3	17
Опыт I	250,7	749,3	25
Опыт II	241,0	759,0	24

Результаты проведенных исследований показывают, что использование сырья, соответствующего требованиям нормативно-технической документации, и глюконо-дельта-лактона в дозе 2 % от массы молока для выработки сливочных сыров, увеличивает выход проектируемого продукта при сохранении его органолептических показателей и физико-химических свойств.

Таким образом, использование глюконо-дельта-лактона перспективно в производстве сливочных сыров на стадии подкисления с целью вызова коагуляции молочных белков. Правильно подобранная доза введения добавки способствует увеличению выхода готового продукта при сохранении основных качеств готового продукта.

1. Технология производства сливочного сыра с использованием стабилизатора «пектин» / Т. В. Кабанова, С. Ю. Смоленцев, Э. К. Папуниди, Г. Р. Юсупова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. Казань. 2016. № 4. С. 87–89. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-proizvodstva-slivochno-go-syra-s-ispolzovaniem-stabilizatora-pektin/viewer> (дата обращения: 28.09.2023).

2. Мазалевский В. Б., Мироненко И. М., Яшкин А. И. Разработка технологии мягкого кислотно-сычужного сыра: 1. Эффективность комбинированного применения глюконо-дельта-лактона и бактериальной закваски // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. статей: в 3 кн. (Барнаул, 05–06 февраля 2014 г.). Барнаул: Алтайский государственный университет, 2014. Кн. 3. С. 152–154. URL: <https://elibrary.ru/vspbpj?ysclid=lpw85lt6o4635421426> (дата обращения: 25.09.2023).

3. Майоров А. А., Мироненко И. М., Яшкин А. И. Исследование возможности использования глюконо-дельта-лактона в технологии мягкого сыра из восстановленного цельного молока // Техника и технология пищевых производств. 2012. № 4. С. 1–5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vozmozhnosti-ispolzovaniya-glyukono-delta-laktona-v-tehnologii-myagkogo-syra-iz-vostanovlennogo-tselnogo-moloka> (дата обращения: 25.09.2023).

4. Мусина О. Н., Бондаренко Н. И., Усатюк Д. А. Мягкий сливочный сыр // От биопродуктов к биоэкономике: матер. III межрегиональной научно-практической конференции (с международным участием) / под ред. А. Н. Лукьянова. 2019. С. 120–125.

5. Мусина О. Н., Бондаренко Н. И., Усатюк Д. А. Разработка ускоренной технологии сливочного сыра с комбинированным подкислением // *Индустрия питания*. 2023. Т. 8. № 1. С. 26–31. DOI: <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2023-8-1-3>
6. Новинюк Л. В., Кабанов В. Л., Кукин М. Ю. Использование глюконо-дельта-лактона в пищевых производствах и технологические решения его получения // *Все о мясе*. 2020. № 2. С. 40–44. DOI: <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2020-2-40-44>
7. Усатюк Д. А. Глюконо-дельта-лактон в технологии мягких сыров // *Перспективы и риски инновационной пищевой и химической промышленности: матер. I Всероссийской научно-практической конференции (г. Барнаул, 19 мая 2022 г.)*. Арнаул : Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, 2022. С. 112–115.
8. Усатюк Д. А. Глюконо-дельта-лактон в технологии сыров с чеддеризацией и термомеханической обработкой сырной массы // *Аграрные проблемы горного Алтая и сопредельных регионов: матер. Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию Горно-Алтайского НИИ сельского хозяйства и 100-летию Министерства сельского хозяйства Республики Алтай*. Барнаул, 2020. С. 432–436.
9. Яшкин А. И. Применение пищевых волокон в технологии мягкого сыра // *Агропродовольственная экономика*. 2019. № 5. С. 45–49. URL: <http://arej.ru/article/03-05-19> (дата обращения: 20.09.2023).
10. Яшкин А. И. Разработка технологии мягкого кислотно-сычужного сыра с глюконо-дельта-лактоном // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017. № 7 (153). С. 181–185. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-myagkogo-kislotno-sychuzhnogo-syra-s-glyukono-delta-laktonom?ysclid=lpwax869ok676803747> (дата обращения: 18.09.2023).

Статья поступила в редакцию 29.09.2023 г.; одобрена после рецензирования 24.10. 2023 г.; принята к публикации 07.11.2023 г.

Об авторах

Долгорукова Мария Васильевна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии мясных и молочных продуктов, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9093-2922>, dolmavas@yandex.ru

Охотников Сергей Иванович

кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии мясных и молочных продуктов, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), okhsi@yandex.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Kabanova T. V., Smolentsev S. Yu., Papunidi E. K., Yusupova G. R. Tekhnologiya proizvodstva slivochnogo syra s ispol'zovaniem stabilizatora "pektin" [The technology of cream cheese production with the use of pectin]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific notes of the Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2016, no. 4, pp. 87–89. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-proizvodstva-slivochnogo-syra-s-ispolzovaniem-stabilizatora-pektin/viewer> (accessed 28.09.2023). (In Russ.).
2. Mazalevskiy V. B., Mironenko I. M., Yashkin A. I. Razrabotka tekhnologii myagkogo kislotno-sychuzhnogo syra: 1. Effektivnost' kombinirovannogo primeneniya glyukono-del'ta-laktona i bakterial'noi zakvaski [Development of soft acid rennet cheese technology: 1. The effectiveness of the combined use of gluconic-delta-lactone and bacterial starter culture]. *Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaistvu: sbornik statei XX Mezhdunarodnoi nauch-prakticheskoi konferentsii, Barnaul, 05-06 fevralya 2014 goda* = Agrarian science – to agriculture: collection of articles of the IX International scientific and practical conference (Barnaul, February 5–6, 2014) in 3 books, Barnaul, Publ. house of ASAU, 2014, vol. 3, pp. 152–154. Available at: <https://elibrary.ru/vspbpj?ysclid=lpw85lt6o4635421426> (accessed 25.09.2023). (In Russ.).
3. Mayorov A. A., Mironenko I. M., Yashkin A. I. Issledovanie vozmozhnosti ispol'zovaniya glyukono-del'ta-laktona v tekhnologii myagkogo syra iz vosstanovlennogo tsel'nogo moloka [Using gluconic-delta-lactone for the production of soft cheese from restored whole milk]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* = Food Processing: Techniques and Technology, 2012, no. 4, pp. 1–5. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vozmozhnosti-ispolzovaniya-glyukono-delta-laktona-v-tehnologii-myagkogo-syra-iz-vosstanovlennogo-tsel'nogo-moloka> (accessed 25.09.2023). (In Russ.).
4. Musina O. N., Bondarenko N. I., Usatyuk D. A. Myagkii slivochnyi syr [Soft cream cheese]. *Ot bioproduktov k bioekonomike: Materialy III mezhregional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem)* = From bioproducts to bioeconomics: materials of the III Interregional scientific and practical conference (with international participation). Ed. A. N. Lukyanova, 2019, pp. 120–125. (In Russ.).
5. Musina O. N., Bondarenko N. I., Usatyuk D. A. Razrabotka uskorennoi tekhnologii slivochnogo syra s kombinirovannym podkislaniem [Accelerated cream cheese technology development with combined acidification]. *Industriya pitaniya* = Food Industry, 2023, vol. 8, no. 1, pp. 26–31. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2023-8-1-3>

6. Novinyuk L. V., Kabanov V. L., Kulin M. Yu. Ispol'zovanie glyukono-del'ta-laktona v pishchevykh proizvodstvakh i tekhnologicheskie resheniya ego polucheniya [Glucono-delta-lactone application in food industry and technological processing solutions]. *Vse o myase* = All about meat, 2020, no. 2, pp. 40–44. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2020-2-40-44>

7. Usatyuk D. A. Glyukono-del'ta-lakton v tekhnologii myagkikh syrov [Glucono-delta-lactone in soft cheese technology]. *Perspektivy i riski innovatsionnoi pishchevoi i khimicheskoi promyshlennosti: Materialy I Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Prospects and risks of innovative food and chemical industry: materials of the I All-Russian scientific and practical conference (Barnaul, May 19, 2022). Barnaul, Publ. house of Altai State Technical University named after. I. I. Polzunova, 2022, pp. 112–115. (In Russ.).

8. Usatyuk D. A. Glyukono-del'ta-lakton v tekhnologii syrov s cheddarizatsiei i termomekhanicheskoi obrabotkoi syrnoi massy [Glucono-delta-lactone in the technology of cheeses with cheddarization and thermomechanical processing of cheese mass]. *Agrarnye problemy gornogo Altaya i sopredel'nykh regionov: mater. Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 90-letiyu Gorno-Altayskogo NII sel'skogo khozyaistva i 100-letiyu Ministerstva sel'skogo khozyaistva Respubliki Altai* = Agrarian problems of the Altai Mountains region and adjacent regions: materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the Gorno-Altai Research Institute of Agriculture and the 100th anniversary of the Ministry of Agriculture of the Altai Republic, Barnaul, 2020, pp. 432–436. (In Russ.).

9. Yashkin A. I. Primenenie pishchevykh volokon v tekhnologii myagkogo syra [Application of food fibers in the technology of soft cheese]. *Agroprodovol'stvennaya ekonomika* = Agro Production and Economics Journal, 2019, no. 5, pp. 45–49. Available at: <http://apej.ru/article/03-05-19> (accessed 20.09.2023). (In Russ.).

10. Yashkin A. I. Razrabotka tekhnologii myagkogo kislotno-sychuzhnogo syra s glyukono-del'ta-laktonom [Development of soft acid-rennet cheese technology with glucono-delta-lactone]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of the Altai State Agrarian University, 2017, no. 7 (153), pp. 181–185. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-myagkogo-kislotno-sychuzhnogo-syra-s-glyukono-delta-laktonom?ysclid=lpwax869ok676803747> (accessed 18.09.2023). (In Russ.).

The article was submitted 29.09.2023; approved after reviewing 24.10.2023; accepted for publication 07.11.2023.

About the authors

Maria V. Dolgorukova

Ph. D. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Technology of Meat and Dairy Products, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9093-2922>, dolmavas@yandex.ru

Sergey I. Okhotnikov

Ph. D. (Biology), Associate Professor of the Department of Technology of Meat and Dairy Products, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), okhsi@yandex.ru

All authors have read and approved the final manuscript.