



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 637.1

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.03.004



БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛАКТОКОККОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Юлия Михайловна Трубицына ¹, Екатерина Федоровна Отт ²,
Роман Викторович Дорофеев ³, Кристина Евгеньевна Шевченко ⁴,
Татьяна Владимировна Грянкина ⁵

1, 2, 3, 4, 5 ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий», Барнаул, Россия

¹ sibniis.microlab22@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-4723-7711>

² sibniis.microlab22@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6146-164X>

³ romandorof@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1627-0454>

⁴ kristina.shevchenko.95@list.ru, <https://orcid.org/0009-0002-5963-7447>

⁵ gryankina07@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-5245-4971>

Аннотация: Объектом исследования являются выделенные штаммы молочнокислых бактерий. Цель работы — пополнение коллекционного фонда «Сибирской коллекции микроорганизмов» перспективными региональными штаммами лактококков для использования их в молочной промышленности. В работе использовали общепринятые методы микробиологического и биохимического анализа. Исследованы основные морфолого-культуральные, физиолого-биохимические и биотехнологические свойства выделенных из природных источников (молоко-сырьё коровье) штаммов молочнокислых бактерий. В 2023 году было выделено 120 штаммов молочнокислых бактерий, по результатам исследований отобрано 20 перспективных штаммов лактококков, на штаммы составлены паспорта. В паспорт штамма включено: наименование, номер штамма, способ получения, метод идентификации штамма, морфолого-культуральные, физиолого-биохимические и технологические свойства. Вновь выделенные молочнокислые бактерии (20 штаммов) отнесены по ключевым признакам «Определителя Берджи» к роду *Lactococcus* spp. Молочнокислые бактерии, которые используются при производстве бактериальных заквасок и бактериальных препаратов должны активно принимать участие в микробиологических и биохимических процессах производства молочного продукта. Выделенные лактококки (20 штаммов) отнесены к перспективным культурам и могут использоваться в дальнейших исследованиях при разработке различных композиций бактериальных заквасок для ферментированных молочных продуктов.

Ключевые слова: молочнокислые бактерии, лактококки, *Lactococcus* spp., коллекция микроорганизмов, селекция полезной микрофлоры, морфолого-культуральные свойства, физиолого-биохимические свойства, технологические свойства, перспективные штаммы, паспорта штаммов, ферментированные молочные продукты.

Для цитирования: Биотехнологические свойства лактококков, выделенных из природных источников / Ю.М. Трубицына [и др.]. // Ползуновский вестник. 2024. № 3. С. 29 – 35. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.03.004, EDN: <https://elibrary.ru/tucenf>.

Original article

BIOTECHNOLOGICAL PROPERTIES OF LACTOCOCCI ISOLATED FROM NATURAL SOURCES

Julia M. Trubitsyna ¹, Ekaterina F. Ott ², Roman V. Dorofeev ³, Kristina E. Shevchenko ⁴, Tatyana V. Gryankina ⁵

1, 2, 3, 4, 5 Federal State Budgetary National Scientific Institution "Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies", Barnaul, Russia

¹ sibniis.microlab22@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-4723-7711>

² sibniis.microlab22@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6146-164X>

³ romandorof@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1627-0454>

© Трубицына Ю. М., Отт Е. Ф., Дорофеев Р. В., Шевченко К. Е., Грянкина Т. В., 2024

⁴ kristina.shevchenko.95@list.ru, <https://orcid.org/0009-0002-5963-7447>

⁵ gryankina07@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-5245-4971>

Abstract. The object of the study is isolated strains of lactic acid bacteria. The purpose of the work is to replenish the collection fund of the Siberian Collection of Microorganisms with promising regional strains of lactococci for use in the dairy industry. The work used generally accepted methods of microbiological and biochemical analysis. The main morphological, cultural, physiological, biochemical and biotechnological properties of lactic acid bacteria strains isolated from natural sources (cow's milk) have been studied. In 2023, 120 strains of lactic acid bacteria were isolated, 20 promising strains of lactococci were selected based on research results, and passports were drawn up for the strains. The strain passport includes: name, strain number, method of preparation, method of strain identification, morphological and cultural, physiological and biochemical and technological properties. The newly isolated lactic acid bacteria (20 strains) were assigned to the genus *Lactococcus* spp according to the key features of the "Bergey Determinant". Lactic acid bacteria, which are used in the production of bacterial starter cultures and bacterial preparations, should actively participate in the microbiological and biochemical processes of dairy product production. The isolated lactococci (20 strains) are classified as promising crops and can be used in further research in the development of various compositions of bacterial starter cultures for fermented dairy products.

Keywords: lactic acid bacteria, *Lactococcus*, *Lactococcus* spp., collection of microorganisms, selection of beneficial microflora, morphological and cultural properties, physiological and biochemical properties, technological properties, promising strains, strain passports, fermented dairy products.

For citation: Trubitsyna, J. M., Ott, E. F., Dorofeev, R. V., Shevchenko, K. E & Gryankina, T. V. (2024). Biotechnological properties of lactococci isolated from natural sources. *Polzunovskiy vestnik*. (3), 29-35. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.03.004. EDN: <https://elibrary.ru/tucenf>.

ВВЕДЕНИЕ

Ферментированные молочные продукты (ФМП) занимают важное место в питании человека и являются источником поступления в организм человека необходимых макро- и микроэлементов, витаминов, ростовых факторов, а также полезной микрофлоры, в том числе пробиотической.

Заквасочная микрофлора (молочнокислые и пропионовокислые бактерии), принимает участие в микробиологических и физико-химических процессах при производстве ФМП: ферментирует лактозу с образованием молочной, уксусной, пропионовой и других органических кислот, ароматических соединений. Кроме того, полезная микрофлора придает вкусовые и ароматические показатели и, самое важное, безопасность ферментированному продукту [1, 2].

В лаборатории микробиологии молока и молочных продуктов создана «Сибирская коллекция микроорганизмов» (СКМ), которая включает молочнокислые, бифидо-, пропионовокислые бактерии. Эта коллекция является крупным отраслевым фондом полезной микрофлоры и селекционным материалом отдела «Сибирский НИИ сыроделия» ФГБНУ ФАНЦА. В настоящее время селекция полезной микрофлоры направлена на получение региональных штаммов лактококков, являющихся основной микрофлорой большинства бактериальных заквасок, используемых для производства ферментированных молочных продуктов. Научные исследования в направлении селекции полезной микрофлоры являются актуальной и важной задачей для молочной промышленности. В исследовании 2023 года входило выделение и паспортизация технологически ценных региональных штаммов лактококков.

МЕТОДЫ

Объект исследования – выделенные штаммы лактококков.

Предмет исследования – морфолого-культуральные, физиолого-биохимические, технологически ценные свойства вновь выделенных региональных штаммов молочнокислых бактерий.

Источником выделения лактококков служило молоко-сырьё коровье (Алтайский край, Республика Алтай, РФ). Отбор проб молока проводили по ГОСТ 32901-2014.

Молочнокислые бактерии выделяли путем многократного пассажа в стерильное обезжиренное молоко, культивирование микроорганизмов проводили при температуре (30±1) °С. Согласно методики МР [3] устанавливали морфологию бактериальных клеток путем микроскопирования. Физиолого-биохимические и морфолого-культуральные свойства вновь выделенных штаммов исследовали по рекомендациям селекции молочнокислых бактерий и ключевым признакам, указанных в «Определителе Берджи» [3-7].

Отбор региональных перспективных штаммов молочнокислых бактерий проводили по основным биотехнологическим свойствам, необходимых для производства ферментированных молочных продуктов [6, 8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Необходимость проведения селекции молочнокислых бактерий связана с уязвимостью бактериальных культур, особенно лактококков, входящих в состав бакзаквасок и бакпрепаратов. Лактококки подвержены действию бактериофага, ингибирующих веществ, часто теряют активность (свертывание, аромато-, газообразование) в процессе хранения, перевивок, сушки.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛАКТОКОККОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Селекция и отбор перспективных штаммов молочнокислых бактерий очевидно и эта важная работа должна проводиться постоянно.

В 2023 году было выделено 120 штаммов. При селекции лактококков большое внимание уделяется таким признакам, как активное свертывание молока и органолептические показатели сгустка. В результате проведенных исследований по свертыванию молока в течение 18 часов, органолептике и микроскопическому препарату из 120 выделенных культур отобрано 20 перспективных штаммов молочнокислых бактерий. Штаммы образовывали ровный плотный сгусток, по органолептике - чистый кисломолочный вкус. Результаты микроскопии выделенных штаммов показали, что бактериальные клетки располагались в виде кокков, диплококков и коротких цепочек кокков. Выделенные культуры предварительно отнесены к молочнокислым бактериям (рис. 1).

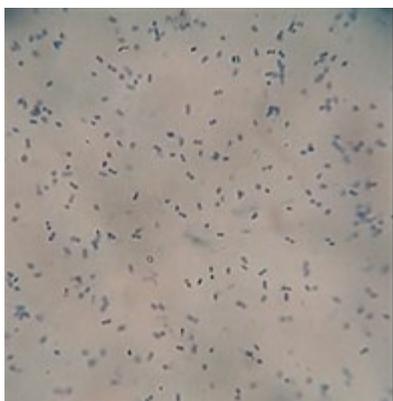


Рисунок 1 — Микроскопический препарат молочнокислых бактерий

Figure 1 — Microscopic preparation of lactic acid bacteria

Отобранные 20 штаммов проходили перевивку через 20-25 дней в течение трех пассажей на стерильное обезжиренное молоко, затем определяли способность образовывать сгусток, оценивали органолептические показатели и проводили микроскопирование. В результате проведенных исследований штаммы сохранили вышеуказанные свойства.

По ключевым признакам «Определителя Берджи» 20 штаммов исследовали на принадлежность к роду *Lactococcus spp.* [6].

Окраска по Граму показала, что все исследуемые штаммы грамположительные (Г+), что соответствует роду *Lactococcus spp.* [6].

Молочнокислые бактерии не образуют каталазу, но у них есть другие системы, в частности, дисмутаза, Мп-содержащие системы, которые защищают бактериальную клетку от токсичных радикалов кислорода [2]. Исследуемые молочнокислые бактерии (20 штаммов) не образовывали каталазу.

Тест на восстановление лакмусового молока показал, что 20 штаммов восстанавливали лакму-

совое молоко при температуре $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ и не давали роста при температуре $(45 \pm 1)^\circ\text{C}$ в этой питательной среде. Этот тест показывает, что выделенные молочнокислые бактерии не являются энтерококками [6].

Молочнокислые бактерии подразделяются на гомо- и гетероферментативные. Основным продуктом брожения гомоферментативных штаммов молочнокислых бактерий является молочная кислота, а гетероферментативные образуют молочную кислоту, углекислоту и ароматобразующие вещества. Гетероферментативные культуры, такие как *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis* (*Lac. diacetylactis*), а также *Leuconostoc spp.*, образуют газ из цитрата натрия, гомоферментативные (*Lactococcus lactis subsp. lactis* (*Lac. lactis*), *Lactococcus lactis subsp. cremoris* (*Lac. cremoris*)) - не образуют. Характерной особенностью микроорганизмов *Leuconostoc spp.*, в отличие от *Lac. diacetylactis*, является способность сбраживать глюкозу с образованием CO_2 [6]. Выделенные штаммы протестировали на образование углекислого газа из цитрата натрия и способность образовывать газ из глюкозы. По результатам исследования было получено, что 20 исследуемых штаммов (100 %) не образовывали углекислый газ из цитрата натрия и из глюкозы (рис.2).

Согласно «Определителя Берджи», лактококки *Lac. lactis* и *Lac. cremoris* можно разграничить между собой по образованию аммиака из аргинина. *Lac. lactis* при ферментации аргинина образует аммиак, *Lac. cremoris* - не образует. Исследование ферментации аргинина 13 вновь выделенными штаммами (65 %) дали положительную реакцию, то есть образовывали аммиак, 7 штаммов (35 %) аммиак из аргинина не образовывали (рис. 2).

Исследуемые молочнокислые бактерии (20 штаммов) дали хороший рост в питательном бульоне с активной кислотностью 7,0 ед.рН. Затем в питательной среде (9,2 ед.рН) был отмечен рост у 18 штаммов (90 %), два штамма (10 %) не дали роста. (рис. 3).

Молочнокислые бактерии при сбраживании углеводов образуют продукты метаболизма, такие как молочная кислота, углекислота, ароматические вещества и др. Этот фактор имеет большое значение для получения качественного ФМП. В результате проведенных исследований по сбраживанию углеводов выделенными культурами получены результаты: 20 штаммов (100 %) активно сбраживали глюкозу, галактозу, лактозу, мальтозу и фруктозу. Сахарозу сбраживали 7 штаммов (35 %), 13 штаммов (65 %) - частично. Ксилозу сбраживали 12 штаммов (60 %), 8 штаммов (40 %) - не сбраживали. Раффинозу частично сбраживали 18 штаммов (90 %), два штамма (10 %) - не сбраживали. По результатам сбраживания инулина:

8 штаммов (40 %) частично сбраживали и 12 штаммов (60 %) не сбраживали (рис. 4).

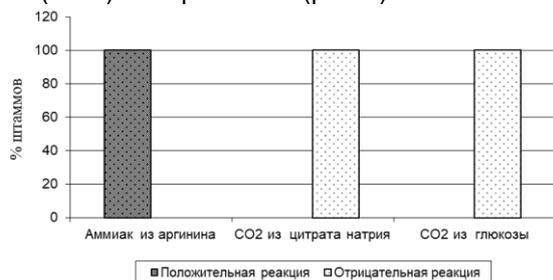


Рисунок 2 - Физиолого-биохимические свойства культур молочнокислых бактерий

Figure 2 - Physiological and biochemical properties of cultures of lactic acid bacteria

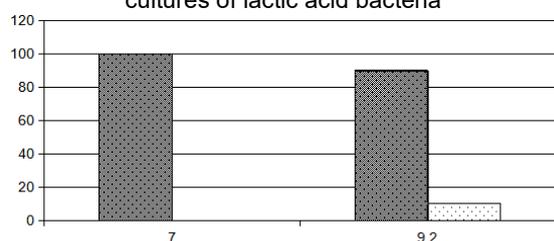


Рисунок 3 - Устойчивость выделенных культур к щелочной реакции среды

Figure 3 - Resistance of isolated cultures to the alkaline reaction of the medium



Рисунок 4 - Сбраживание углеводов выделенными культурами молочнокислых бактерий

Figure 4 - Fermentation of carbohydrates by isolated cultures of lactic acid bacteria

На основании проведенных исследований по селекции молочнокислых бактерий по морфолого-культуральным и физиолого-биохимическим свойствам и ключевым признакам «Определителя Берджи» 20 вновь выделенных культур были отнесены к роду *Lactococcus* spp.

В соответствии с современными требованиями вновь выделенные молочнокислые бактерии пройдут генетический анализ. в Национальном биоресурсном центре Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов (ВКПМ) НИЦ Курчатowski институт – Гос НИИ Генетика (г. Москва) [6, 9].

Полезная микрофлора, используемая при производстве ФМП, должна обладать определенными биотехнологическими свойствами. Молоч-

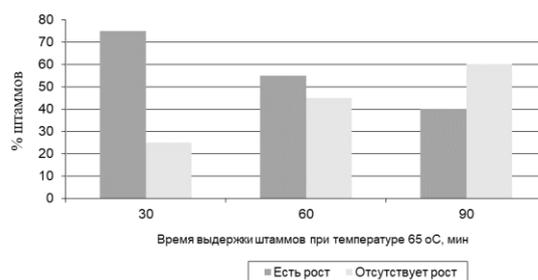
нокислые бактерии, которые используются в бактериальных заквасках и препаратах, должны активно принимать участие в микробиологических и биохимических процессах производства молочного продукта. Молочнокислая микрофлора должна активно сбраживать лактозу, обладать кислотообразующей активностью, аромато- и газообразованием.

Лактококки (20 штаммов) протестировали по активности кислотообразования на молоке при температуре (30±1) °С через 4 ч, 24 ч и 7 сут. Титруемая кислотность через 4 часа культивирования у тестируемых штаммов составляла от 30,00 до 56,87 °Т, через 24 ч – от 72,00 до 97,00 °Т, через 7 сут - 100,87 – 113,10 °Т.

Результаты на аромато- и газообразующую активность 20 штаммов показали, что вновь выделенные лактококки относятся к гомоферментативным молочнокислым бактериям.

В производстве ФМП существенное влияние на микробиологические процессы оказывает температурный фактор, который регулирует активность молочнокислого брожения. Вновь выделенные лактококки тестировали на терморезистентность - продолжительность нагрева 30, 60 и 90 мин при температуре (65±1) °С. После экспозиции лактококков в течение 30 минут рост дали 15 штаммов (75 %), 60 минут – 11 штаммов (55 %), 90 минут – 8 штаммов (40 %) (рис. 5).

При селекционном отборе штаммы молочнокислых бактерий тестируют на солеустойчивость к различным концентрациям NaCl (2 %, 4 % и 6,5 %). Пищевая соль в среде является важным технологическим фактором, она регулирует микробиологические, физико-химические процессы во время выработки и созревания сыра, а также активно принимает участие в формировании вкуса и консистенции, тем самым, влияет на качественные показатели продукта [2]. Исследуемые культуры (20 штаммов) показали хороший рост в питательной среде при концентрации NaCl 2 и 4 %. В питательной среде с концентрацией соли 6,5 % был отмечен слабый рост у семи штаммов (35 %), 13 исследуемых культур (65 %) не дали роста. Результаты устойчивости лактококков к различным концентрациям пищевой соли представлены на рисунке 6.



БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛАКТОКОККОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Рисунок 5 - Терморезистентность лактококков

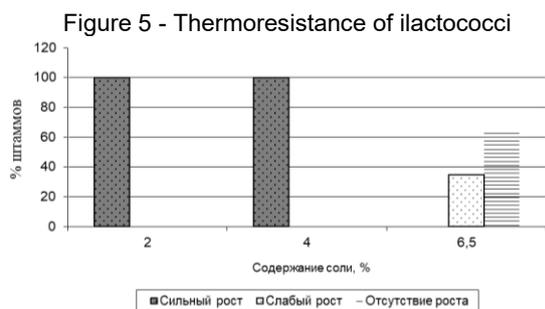


Рисунок 6 - Устойчивость выделенных лактококков к разным концентрациям NaCl

Figure 6 - Resistance of isolated lactococci to different concentrations of NaCl

Тест на устойчивость выделенных штаммов к антибиотикам имеет важное значение, так как они сдерживают молочнокислое брожение и негативно влияют на качество и безопасность молочных продуктов [10]. В Техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» установлены допустимые уровни содержания антибиотиков в молоке и молочных продуктах. При селекции молочнокислых бактерий, которые включают в состав бактериальных заквасок и препаратов, исследуют влияние антибиотиков на вновь выделенные штаммы. Тест на антибиотикоустойчивость исследуемых штаммов показал, что к пенициллину в концентрации 0,004 мг/л устойчивы 7 штаммов, 13 штаммов слабоустойчивы; к тетрациклину в концентрации 0,01 мг/л устойчивы 8 штаммов, 12 штаммов слабоустойчивы. К стрептомицину в концентрации 0,2 мг/л устойчивы 2 штамма, а 18 штаммов оказались слабоустойчивы.

Определение чувствительности к бактериофагу молочнокислых бактерий является важным критерием при составлении заквасочных композиций в процессе производства бакзаквасок и бакпрепаратов для ФМП. Бактериофаги, лизируя бактериальные клетки молочнокислых бактерий, входящих в состав заквасочных культур, наносят большой ущерб при производстве молочных продуктов.

Таблица 1 – Протеолитическая активность выделенных лактококков

Table 1 – Proteolytic activity of isolated lactococci

Образец	Общие растворимые азотистые соединения, мг%	Белок, осаждаемый 12,5%-й ТХУ, мг% (высокомолекулярные)		Низкомолекулярные азотистые соединения, растворимые в 12,5%-й ТХУ, мг%	
		мг%	% от общих растворимых азотистых соединений	мг%	% от общих растворимых азотистых соединений
Контроль	539,57	359,71	66,67%	179,86	33,33%
1	1798,56	1618,71	90,00%	179,86	10,00%
2	485,61	377,70	77,78%	107,91	22,22%
3	575,54	179,86	31,25%	395,68	68,75%
4	989,21	773,38	78,18%	215,83	21,82%
5	917,27	827,34	90,20%	89,93	9,80%

Селекция лактококков по фагоустойчивости направлена на получение перспективных штаммов для включения их в состав бактериальных композиций с разным фаготипом [2].

Выделенные лактококки исследовали на фагоустойчивость к бактериофагам из «Сибирской коллекции микроорганизмов». Результаты исследования показали, что 16 штаммов (80 %) проявили высокую устойчивость к коллекционным бактериофагам, 4 штамма (20 %) при тестировании показали слабую фагоустойчивость. (рис. 7).

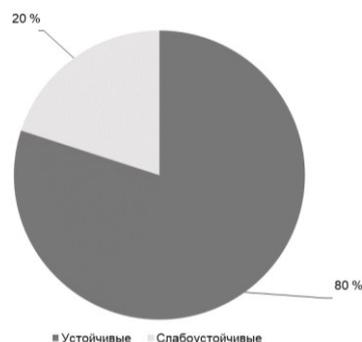


Рисунок 7 - Устойчивость лактококков к коллекционным фагам

Figure 7 - Lactococcal resistance to collectible phages

Молочнокислые бактерии играют ведущую роль в протеолитическом расщеплении белков в процессе производства ферментированных молочных продуктов. Необходимо проводить подбор штаммов молочнокислых бактерий с учетом протеолитической активности для введения их в состав заквасочных композиций [2].

Протеолитическую активность лактококков исследовали у пяти выделенных перспективных штаммов. Контролем служило стерильное обезжиренное молоко. Результаты исследования протеолитической активности лактококков представлены в таблице 1.

По результатам исследования отмечено возрастание общих растворимых азотистых соединений в образцах № 1, 4, 5 (штаммы 22-26, 23-19, 23-2₁). Наиболее выраженная протеолитическая активность наблюдалась у штамма 22-26. Содержание общих растворимых азотистых соединений в образце № 1 больше, чем в контрольном образце в 3,33 раза. При этом преобладало наличие высокомолекулярных азотистых соединений, осаждаемых 12,5% трихлоруксусной кислотой (ТХУ). Похожая динамика протеолиза проходила у штаммов 23-19 и 23-2₁. Образец № 3 (штамм 26-16) показал низкую протеолитическую активность, но продуцировал больше низкомолекулярных пептидов. Образец № 2 (штамм 22-28₇) не проявил протеиназную активность, содержание всех азотистых соединений осталось на уровне контрольного образца.

ВЫВОДЫ

Выделенные лактококки (20 штаммов) отнесены к перспективным культурам и могут использоваться в дальнейших исследованиях при разработке бактериальных композиций для заквасок и бакпреператов.

По результатам исследований составлены паспорта штаммов на 20 выделенных лактококков. В паспорт штамма включено: наименование, номер штамма, способ получения, метод идентификации штамма, морфолого-культуральные, физиолого-биохимические и технологические свойства.

Перспективные штаммы вновь выделенных лактококков пройдут генетический анализ в соответствии с современными требованиями по таксономической принадлежности бактериальных культур в Национальном Биоресурсном Центре Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов БРЦ ВКПМ) НИЦ Курчатowski институт - ГосНИИ Генетика (г. Москва).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенихина, В.Ф. Разработка заквасок для кисломолочных продуктов / В.Ф. Семенихина, И.В. Рожкова, Т.А. Раскошная, А.А. Абрамова // Молочная промышленность. 2013. № 11. С. 30–31.
2. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А.В. Гудков. 2-е изд., испр. и доп. Москва: ДеЛи принт, 2003. 800 с. ISBN 5-94343-039-3/
3. МР 2.3.2.2327-08 Методические рекомендации по организации производственного микробиологического контроля на предприятиях молочной промышленности (с атласом значимых микроорганизмов). Углич: ГНУ ВНИИМС, 2008. 243 с.
4. МУ ВНИИМС 01.86.02.-89 Методические указания по селекции молочнокислых бактерий в состав заквасок и препаратов для мелких сычужных сыров. Углич: ВНИИМС, 1989. 87 с.

5. Банникова, Л.А. Селекция молочнокислых бактерий и их применение в молочной промышленности / Банникова Л.А. Москва: Пищевая промышленность, 1975. 255 с.

6. Bergey's manual of systematic bacteriology. Second edition. Volume three. The Firmicutes - Springer Science+Business Media, LLC, 233 Spring Street, New York, NY 10013, USA. 2009. 1422 p.

7. Кушманова, О.Д. Руководство к лабораторным занятиям по биологической химии / Кушманова, О.Д., Ивченко Г.М. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Медицина, 1983. 272 с.

8. Методические рекомендации по организации и проведению органолептической оценки молочных продуктов в рамках конкурсов - дегустаций». Москва: ВНИИМ, 2006. 53 с.

9. Шевелева, С.А. Усовершенствование лабораторного контроля технологических микроорганизмов / Шевелева С.А., Быкова И.Б., Черкашин А.В. // Переработка молока. № 3 (161). 2013. С.12-16.

10. Орлов, В.В. Анализ содержания антибиотиков в молоке как фактор обеспечения безопасности молочной продукции / В.В. Орлов, Е.В. Ожимкова // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 92-15. С. 116-118.

Информация об авторах

Ю. М. Трубицына – младший научный сотрудник лаборатории микробиологии молока и молочных продуктов отдела «Сибирский НИИ сыроделия» ФГБНУ ФАНЦА,

Е. Ф. Отт – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микробиологии молока и молочных продуктов отдела «Сибирский НИИ сыроделия» ФГБНУ ФАНЦА.

Р. В. Дорофеев – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории микробиологии молока и молочных продуктов отдела «Сибирский НИИ сыроделия» ФГБНУ ФАНЦА.

К. Е. Шевченко – младший научный сотрудник лаборатории микробиологии молока и молочных продуктов отдела «Сибирский НИИ сыроделия» ФГБНУ ФАНЦА.

Т. В. Грянкина – инженер лаборатории микробиологии молока и молочных продуктов отдела «Сибирский НИИ сыроделия» ФГБНУ ФАНЦА.

REFERENCES

1. Semenikhina, V.F., Rozhkova I.V., Sumptuous T.A. & Abramova A.A. (2013) Development of starter cultures for fermented milk products. Dairy industry. (11). 30-31. (In Russ.).
2. Gudkov, A.V. (2003) Cheese-making: technological, biological and physico-chemical aspects 2nd ed., corr. and suppl. Moscow: DeLi Print.. (In Russ.).

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛАКТОКОККОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ

3. MR 2.3.2.2327-08. Methodological recommendations on the organization of industrial microbiological control at dairy enterprises (with an atlas of significant microorganisms). Uglich : GNU VNIIMS, 2008. 243 p. (In Russ.).

4. MU VNIIMS 01.86.02.-89 Methodological guidelines for the selection of lactic acid bacteria in the composition of starter cultures and preparations for small rennet cheeses. Uglich : ASRICH, 1989. 87 p. (In Russ.).

5. Bannikova, L.A. (1975) Selection of lactic acid bacteria and their application in the dairy industry. Moscow: Food industry. (In Russ.).

6. Bergey's manual of systematic bacteriology. The Firmicutes. Second edition. Volume 3. Springer Science+Business Media, LLC, 233 Spring Street, New York, NY 10013, USA. ISBN: 978-0-387-95041-9.

7. Kushmanova, O.D. & Ivchenko, G.M. (1983). A guide to laboratory classes in biological chemistry. 3rd ed., reprint. and additional Moscow : Medicine, 272 p. (In Russ.).

8. Methodological recommendations on the organization and conduct of organoleptic evaluation of dairy products in the framework of tasting competitions". Moscow : VNIMI, 2006. 53 p. (In Russ.).

9. Sheveleva, S.A., Bykova, I.B. & Cherkashin, A.V (2013). Improvement of laboratory control of technological microorganisms. Milk processing. 3 (161). 12-16. (In Russ.).

10. Orlov, V.V. & Ozhimkova, E.V. (2022). Analysis of the content of antibiotics in milk as a factor in ensuring the safety of dairy products. Trends in the development of science and education. (92-15).116-118. (In Russ.).

Information about the authors

J. M. Trubitsyna – junior research assistant at the Laboratory of Microbiology of Milk and Dairy Products of the Department of the Siberian Scientific Research Institute of Cheese-Making of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies.

E. F. Ott - candidate of biological sciences, a leading researcher at the laboratory of microbiology of Milk and Dairy Products of the Department of the Siberian Scientific Research Institute of Cheese-Making of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies.

R. V. Dorofeev – candidate of agricultural sciences, Senior researcher at the Laboratory of Microbiology of Milk and Dairy Products of the Department of the Siberian Scientific Research Institute of Cheese-Making of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies.

K. E. Shevchenko – junior research assistant at the Laboratory of Microbiology of Milk and Dairy Products of the Department of the Siberian Scientific Research Institute of Cheese-Making of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies.

T. V. Gryankina – engineer at the Laboratory of Microbiology of Milk and Dairy Products of the Department of the Siberian Scientific Research Institute of Cheese-Making of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 25 мая 2024; одобрена после рецензирования 20 сентября 2024; принята к публикации 04 октября 2024.

The article was received by the editorial board on 25 May 2024; approved after editing on 20 Sep 2024; accepted for publication on 04 Oct 2024.