

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 579.67
EDN: ZCNHEA
DOI: 10.21285/achb.966



Изучение антибиотикорезистентности молочнокислых бактерий *Latilactobacillus sakei*

А.П. Никифорова*, В.М. Позняковский**

*Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Российская Федерация

**Кемеровский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, Кемерово, Российская Федерация

Аннотация. Одной из наиболее серьезных проблем здравоохранения во всем мире является повышение устойчивости к антибиотикам. Следствием этой проблемы являются сложности при лечении некоторых заболеваний, рост смертности, увеличение медицинских расходов. Известно, что передача через пищевые цепи представляет собой один из важнейших путей распространения устойчивых к антибиотикам штаммов бактерий. По данным, представленным в российской и зарубежной литературе, молочнокислые бактерии могут служить резервуаром для передачи генов устойчивости к антибиотикам. В связи с этим важное значение имеет изучение антибиотикорезистентности штаммов молочнокислых бактерий, применяемых при производстве пищевых продуктов, особенно тех, которые не проходят термообработку перед употреблением в пищу. Целью проведенного исследования являлось изучение устойчивости к антибактериальным препаратам молочнокислых бактерий вида *Latilactobacillus sakei*. В работе было исследовано четыре штамма бактерий этого вида. Исследование было проведено с применением диско-диффузионного метода. Установлено, что изученные штаммы не обладали устойчивостью к большинству рассмотренных антибиотиков. Наименьшую устойчивость к антибиотикам показал штамм DSM 20017, который являлся чувствительным ко всем исследованным препаратам. Остальные изученные штаммы также продемонстрировали чувствительность к большинству препаратов, но показали промежуточную чувствительность к отдельным антибиотикам. Для более полной характеристики устойчивости молочнокислых бактерий вида *Latilactobacillus sakei* к антибиотикам требуется проведение дополнительных исследований, касающихся фенотипической устойчивости изучаемых штаммов.

Ключевые слова: *Latilactobacillus sakei*, молочнокислые бактерии, антибиотики, пробиотики, антибиотикорезистентность

Для цитирования: Никифорова А.П., Позняковский В.М. Изучение антибиотикорезистентности молочнокислых бактерий *Latilactobacillus sakei* // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2025. Т. 15. № 1. DOI: 10.21285/achb.966. EDN: ZCNHEA.

BRIEF COMMUNICATION

Antibiotic resistance of *Latilactobacillus sakei* lactic acid bacteria

Anna P. Nikiforova*, Valery M. Poznyakovsky**

*ITMO University, Saint Petersburg, Russian Federation

**Kemerovo State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation,
Kemerovo, Russian Federation

Abstract. Antimicrobial resistance represents a serious threat to public health due to such negative consequences as the difficulty of treating certain diseases, higher mortality, and increased medical costs. Transmission through food chains is known to be one of the most important routes for the spread of antibiotic-resistant bacterial strains. According to scientific publications, lactic acid bacteria can serve as a reservoir for the transmission of antibiotic resistance genes. In this regard, it is important to study the antibiotic resistance of lactic acid bacteria strains

used in food industry, particularly those not subjected to heat treatment prior to consumption. In this article, we investigate the resistance of *Latilactobacillus sakei* lactic acid bacteria to antibacterial preparations by a disk diffusion susceptibility test. The strains under study were not resistant to most of the antibiotics considered. The DSM 20017 strain, which was sensitive to all tested preparations, showed the least resistance to antibiotics. Other strains also demonstrated sensitivity to most of the studied antibacterial preparations, although with an intermediate sensitivity to certain antibiotics. Further research is required for a comprehensive characterization of the phenotypic resistance of *Latilactobacillus sakei* bacteria to antibiotics.

Keywords: *Latilactobacillus sakei*, lactic acid bacteria, antibiotics, probiotics, antibiotic resistance

For citation: Nikiforova A.P., Poznyakovsky V.M. Antibiotic resistance of *Latilactobacillus sakei* lactic acid bacteria. Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology. 2025;15(1). (In Russian). DOI: 10.21285/achb.966. EDN: ZCNHEA.

ВВЕДЕНИЕ

Молочнокислые бактерии имеют важное промышленное значение. Они используются для производства большого ассортимента пищевых продуктов. Известно, что их применяют и для производства пробиотических препаратов. Также антимикробные свойства молочнокислых бактерий в отношении патогенной и условно патогенной микрофлоры обеспечивают их применение в качестве антимикробных культур в пищевой промышленности.

Многие виды молочнокислых бактерий входят в состав микрофлоры желудочно-кишечного тракта человека и животных. Исследования, проведенные зарубежными учеными, показали, что регулярное употребление продуктов, содержащих пробиотические штаммы бактерий, имеет множество преимуществ для здоровья человека. Например, получены положительные результаты, касающиеся применения пробиотиков при диабете, ожирении, аллергии, для улучшения состояния нервной системы [1, 2]. Доказано, что некоторые из пробиотических штаммов бактерий способны угнетать патогенную микрофлору, имеют противовоспалительную активность [2]. Также установлено, что употребление ферментированных пищевых продуктов, которые зачастую производятся с применением пробиотических штаммов бактерий, положительно влияет на здоровье человека при диабете, ожирении, высоком уровне холестерина и других заболеваниях [3].

Молочнокислые бактерии считаются безопасными для человека, животных и окружающей среды. В то же время, несмотря на многочисленные положительные свойства молочнокислых бактерий, серьезной проблемой является приобретенная устойчивость к противомикробным препаратам среди штаммов этих бактерий [4]. В последние годы эта проблема приобрела большую важность. Так, в 2019 г. Всемирная организация здравоохранения отнесла устойчивость к антибиотикам к 10 наиболее важным угрозам общественного здравоохранения. По оценкам Европейской комиссии, толерантность бактерий к антибиотикам приводит к смерти более чем 35 тыс. людей каждый год в Европейской экономической зоне, вследствие этого значительно возрастают затраты на здравоохранение.

Известно, что молочнокислые бактерии могут служить резервуаром для передачи генов устойчивости к антибиотикам, кроме того, передача через пищевые

цепи является одним из важных путей распространения толерантности бактерий к противомикробным препаратам [4, 5]. В частности это касается пищевых продуктов, которые не проходят этап термообработки перед употреблением [6–8].

В связи с вышесказанным необходимо уделять внимание выбору и изучению свойств потенциально пробиотических штаммов по отношению к противомикробным препаратам. В последнее время изучение антибиотикорезистентности штаммов пробиотических бактерий вызывает большой интерес у российских и зарубежных ученых [2, 9–19]. Исследование устойчивости к противомикробным препаратам может проводиться с использованием различных методов, которые можно разделить на две основные группы: фенотипическое выявление устойчивости к антибиотикам путем измерения роста бактерий в присутствии тестируемого антибактериального препарата и молекулярная идентификация устойчивых генотипов с помощью полимеразной цепной реакции [6]. К первой группе методов можно отнести E-тест, тест Кирби – Бауэра (диско-диффузионный метод) и метод микроразведений.

Молочнокислые бактерии *Latilactobacillus sakei* являются очень перспективными для применения в составе бактериальных препаратов для пищевой промышленности. Они показали хороший рост в мясных и рыбных продуктах, высокую биохимическую активность и пробиотический потенциал [20].

В свете описанных проблем целью проведенного исследования являлось изучение устойчивости к антибактериальным препаратам молочнокислых бактерий вида *Latilactobacillus sakei*.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Объектами исследования являлись штаммы молочнокислых бактерий, которые были получены из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Для определения антибиотикорезистентности молочнокислых микроорганизмов применяли диско-диффузионный метод по МУК 4.2.1890-04¹. Штаммы молочнокислых бактерий культивировали на агаризованной среде MRS (агар Де Мана – Рогозы – Шарп) («Биокомпас-С», Россия). Для этого на среду, разлитую в чашки Петри, наносили 1 см³ инокулята штамма,

¹ МУК 4.2.1890-04. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: метод. указания. М.: Изд-во Федерального центра гигиенического надзора Минздрава России, 2004. 91 с.

который равномерно распределяли по поверхности питательной среды. Затем на среду стерильным пинцетом были помещены диски, содержащие различные антибактериальные препараты (амоксициллин, левомицетин, эритромицин, бензилпенициллин, тетрациклин, ципрофлоксацин, стрептомицин) («Научно-исследовательский центр фармакотерапии», Россия). Культивирование проводили при 37 °С в течение 24 ч в анаэробных условиях. Об устойчивости штаммов к антибиотикам судили по зонам задержки роста вокруг дисков. Интерпретация результатов исследования проводилась по критериям, приведенным в МУ 2.3.2.2789-10².

Все исследования были проведены в 3–5-кратной повторности. Для статистической обработки полученных результатов вычисляли среднее значение и стандартное отклонение.

Пример применения диско-диффузионного метода представлен на рисунке.



Изучение антибиотикорезистентности *Latilactobacillus sakei* диско-диффузионным методом

Study of antibiotic resistance of *Latilactobacillus sakei* by disco-diffusion method

Устойчивость штаммов *Latilactobacillus sakei* к антибактериальным препаратам

Resistance of *Latilactobacillus sakei* strains to antibacterial drugs

Полученные результаты, показывающие устойчивость штаммов *Latilactobacillus sakei* к антибактериальным препаратам, представлены в таблице.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные результаты показывают, что исследованные штаммы молочнокислых бактерий не являются устойчивыми к большинству протестированных антибиотиков. Данные свойства являются желательными для молочнокислых бактерий, которые применяются в составе бактериальных препаратов для пищевой промышленности. Наименее антибиотикоустойчивым является штамм DSM 20017, который чувствителен ко всем исследованным антибиотикам. Остальные штаммы также показали высокую чувствительность к антибактериальным препаратам, но они были промежуточно чувствительными к отдельным антибиотикам. Так, штаммы LSK-45 и LSK-104 показали промежуточную чувствительность к ципрофлоксацину и стрептомицину, а штамм LSK-103 – к ципрофлоксацину.

Среди микроорганизмов, присутствующих в микрофлоре пищевых продуктов, часто встречаются штаммы, обладающие устойчивостью к отдельным группам антибактериальных препаратов. Например, в работе [19] проведено изучение 43 штаммов (*Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*), выделенных из китайских йогуртов различных районов производства, к 11 различным антибиотикам. У 35 исследованных штаммов была обнаружена устойчивость к ампициллину, хлорамфениколу, хлортетрациклину, тетрациклину, линкомицину, стрептомицину, неомицину и гентамицину.

Изучение антибиотикорезистентности бактерий, выделенных из традиционных турецких молочных продуктов, показало, что из 72 изученных штаммов молочнокислых бактерий 57% были устойчивыми к ванкомицину, 11% – к эритромицину, 2,8% – к тетрациклину, 1,4% – к левомицетину, 22% – к гентамицину, 1,4% – к рифампицину, 28% – к ципрофлоксацину [11].

В результате исследования, описанного в работе [4], в котором изучалась антибиотикорезистентность 8 коммерчески доступных марок пробиотических препаратов, содержащих молочнокислые бактерии, установлено, что большинство изучаемых штаммов являются устойчивыми к ванкомицину и чувствительны

Антибактериальный препарат	Количество вещества на диске	Штамм <i>Latilactobacillus sakei</i>			
		LSK-45	DSM 20017	LSK-104	LSK-103
Амоксициллин	20 мкг	32 (S)	30 (S)	34 (S)	32 (S)
Левомицетин	30 мкг	32 (S)	36 (S)	30 (S)	26 (S)
Эритромицин	15 мкг	36 (S)	42 (S)	34 (S)	34 (S)
Бензилпенициллин (пенициллин)	10 ЕД	34 (S)	38 (S)	42 (S)	35 (S)
Тетрациклин	30 мкг	36 (S)	32 (S)	30 (S)	30 (S)
Ципрофлоксацин	5 мкг	16 (I)	26 (S)	16 (I)	16 (I)
Стрептомицин	10 мкг	18 (I)	28 (S)	18 (I)	20 (S)

Примечание. S – чувствительный, I – промежуточно чувствительный.

² МУ 2.3.2.2789-10. Методические указания по санитарно-эпидемиологической оценке безопасности и функционального потенциала пробиотических микроорганизмов, используемых для производства пищевых продуктов: метод. указания. М.: Изд-во Федерального центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 104 с.

к антибиотикам пенициллинового ряда (ампициллину и амоксициллину), карбапенемам и ингибиторам синтеза белка (хлорамфениколу, эритромицину, тетрациклину, кларитромицину, линезолиду). Однако анализ значений минимальной ингибирующей концентрации показал, что 6 изучаемых штаммов являются устойчивыми к тетрациклину, все изучаемые штаммы были устойчивы к амикацину, ципрофлоксацину и норфлоксацину.

В работе [18] проводилось изучение устойчивости к антибиотикам штаммов, входящих в состав доступных на рынке пробиотических препаратов (препараты производились в Австрии, Малайзии, США). Все изученные штаммы показали устойчивость к ванкомицину, в то время как некоторые из них были устойчивы к стрептомицину, азtreонаму, гентамицину и/или ципрофлоксацину.

Изученные в данной работе штаммы показали низкую устойчивость к антибиотикам, поэтому могут применяться при создании бактериальных культур для пищевой промышленности.

Известно, что устойчивость различных бактериальных штаммов может отличаться и может быть как природной,

так и приобретенной. В связи с этим для более полной характеристики антибиотикоустойчивости возможно проведение дальнейших исследований с использованием современных методов анализа, в том числе генетических методов, которые позволят определить, имеют ли данные штаммы переносимые гены устойчивости к антибиотикам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований осуществлена оценка устойчивости штаммов *Latilactobacillus sakei* к антибактериальным препаратам. Полученные результаты свидетельствуют о том, что штаммы *Latilactobacillus sakei* LSK-45, LSK-103, LSK-104 практически не отличаются по антибиотикоустойчивости. Наиболее чувствительным к действию противомикробных препаратов является штамм DSM 20017. На основании проведенных исследований установлено, что изученные штаммы являются чувствительными к антибиотикам и могут быть рекомендованы для применения в составе заквасок для пищевой промышленности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Bodke H., Jogdand S. Role of probiotics in human health // Cureus. 2022. Vol. 14, no. 11. P. e31313. DOI: 10.7759/cureus.31313.
2. Kerry R.G., Patra J.K., Gouda S., Park Y., Shin H.-S., Das G. Benefaction of probiotics for human health: a review // Journal of Food and Drug Analysis. 2018. Vol. 26, no. 3. P. 927–939. DOI: 10.1016/j.jfda.2018.01.002.
3. Marco M.L., Heeney D., Binda S., Cifelli C.J., Cotter P.D., Foligné B., et al. Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond // Current Opinion in Biotechnology. 2017. Vol. 44. P. 94–102. DOI: 10.1016/j.copbio.2016.11.010.
4. Anisimova E., Gorokhova I., Karimullina G., Yarullina D. Alarming antibiotic resistance of lactobacilli isolated from probiotic preparations and dietary supplements // Antibiotics. 2022. Vol. 11, no. 11. P. 1557. DOI: 10.3390/antibiotics11111557.
5. Tóth A.G., Judge M.F., Nagy S.Á., Papp M., Solymosi N. A survey on antimicrobial resistance genes of frequently used probiotic bacteria, 1901 to 2022 // Eurosurveillance. 2023. Vol. 28, no. 14. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2023.28.14.2200272.
6. Alvarez-Cisneros Y.M., Ponce-Alquicira E. Antibiotic resistance in lactic acid bacteria // Antimicrobial resistance – a global threat / ed. Y. Kumar. 2019. DOI: 10.5772/intechopen.80624.
7. Erginkaya Z., Turhan E.U., Tatlı D. Determination of antibiotic resistance of lactic acid bacteria isolated from traditional Turkish fermented dairy products // Iranian Journal of Veterinary Research. 2018. Vol. 19, no. 1. P. 53–56. DOI: 10.22099/IJVR.2018.4769.
8. Stefańska I., Kwiecień E., Jóźwiak-Piasecka K., Garbowska M., Binek M., Rzewuska M. Antimicrobial susceptibility of lactic acid bacteria strains of potential use as feed additives – the basic safety and usefulness criterion // Frontiers in Veterinary Science. 2021. Vol. 8. P. 687071. DOI: 10.3389/fvets.2021.687071.
9. Бегунова А.В., Рожкова И.В. Антибиотикорезистентность молочнокислых бактерий с пробиотическими свойствами // Молочная промышленность. 2020. Т. 65. № 9. С. 48–49. DOI: 10.31515/1019-8946-2020-9-48-49. EDN: SIVFKU.
10. Campedelli I., Mathur H., Salvetti E., Clarke S., Rea M.C., Torriani S., et al. Genus-wide assessment of antibiotic resistance in *Lactobacillus* spp. // Applied and Environmental Microbiology. 2019. Vol. 85, no. 1. P. e01738-18. DOI: 10.1128/AEM.01738-18.
11. Duche R.T., Singh A., Wandhare A.G., Sangwan V., Sihag M.K., Nwagu T.N.T., et al. Antibiotic resistance in potential probiotic lactic acid bacteria of fermented foods and human origin from Nigeria // BMC Microbiology. 2023. Vol. 23. P. 142. DOI: 10.1186/s12866-023-02883-0.
12. Fatahi-Bafghi M., Naseri S., Alizehi A. Genome analysis of probiotic bacteria for antibiotic resistance genes // Antonie van Leeuwenhoek. 2022. Vol. 115. P. 375–389. DOI: 10.1007/s10482-021-01703-7.
13. Li T., Teng D., Mao R., Hao Y., Wang X., Wang J. A critical review of antibiotic resistance in probiotic bacteria // Food Research International. 2020. Vol. 136. P. 109571. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109571.
14. Montassier E., Valdés-Mas R., Batard E., Zmora N., Dori-Bachash M., Suez J., et al. Probiotics impact the antibiotic resistance gene reservoir along the human GI tract in a person-specific and antibiotic-dependent manner // Nature Microbiology. 2021. Vol. 6. P. 1043–1054. DOI: 10.1038/s41564-021-00920-0.
15. Nunziata L., Brasca M., Morandi S., Salvetti T. Antibiotic resistance in wild and commercial non-enterococcal Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria strains of dairy origin: an update // Food Microbiology. 2022. Vol. 104. P. 103999 DOI: 10.1016/j.fm.2022.103999.
16. Obioha P.I., Anyogu A., Awamaria B., Ghoddusi H.B., Ouoba L.I.I. Antimicrobial resistance of lactic acid bacteria from Nono, a naturally fermented milk product // Antibiotics. 2023. Vol. 12, no. 5. P. 843. DOI: 10.3390/antibiotics12050843.
17. Shin E., Paek J.J., Lee Y. Antimicrobial resistance of seventy lactic acid bacteria isolated from commercial probiotics in Korea // Journal of Microbiology and Biotechnology. 2023. Vol. 33, no. 4. P. 500–510. DOI: 10.4014/jmb.2210.10041.
18. Wong A., Ngu D.Y.S., Dan L.A., Ooi A., Lim R.L. Detection of antibiotic resistance in probiotics of dietary supplements // Nutrition Journal. 2015. Vol. 14. P. 95. DOI: 10.1186/s12937-015-0084-2.

- 19.** Zhou N., Zhang J.X., Fan M.T., Wang J., Guo G., Wei X.Y. Antibiotic resistance of lactic acid bacteria isolated from Chinese yogurts // *Journal of Dairy Science*. 2012. Vol. 95, no. 9. P. 4775–4783. DOI: 10.3168/jds.2011-5271.
- 20.** Никифорова А.П., Хазагаева С.Н., Артюхова С.И. Исследование биохимической активности штамма *Lactobacillus sakei* LSK-104 // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. 2019. № 4. С. 62–68. EDN: ARIVMH.
- REFERENCES**
- 1.** Bodke H., Jogdand S. Role of probiotics in human health. *Cureus*. 2022;14(11):e31313. DOI: 10.7759/cureus.31313.
- 2.** Kerry R.G., Patra J.K., Gouda S., Park Y., Shin H.-S., Das G. Benefaction of probiotics for human health: a review. *Journal of Food and Drug Analysis*. 2018;26(3):927-939. DOI: 10.1016/j.jfda.2018.01.002.
- 3.** Marco M.L., Heeney D., Binda S., Cifelli C.J., Cotter P.D., Foligné B., et al. Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology*. 2017;44:94-102. DOI: 10.1016/j.copbio.2016.11.010.
- 4.** Anisimova E., Gorokhova I., Karimullina G., Yarullina D. Alarming antibiotic resistance of lactobacilli isolated from probiotic preparations and dietary supplements. *Antibiotics*. 2022;11(11):1557. DOI: 10.3390/antibiotics11111557.
- 5.** Tóth A.G., Judge M.F., Nagy S.Á., Papp M., Solymosi N. A survey on antimicrobial resistance genes of frequently used probiotic bacteria, 1901 to 2022. *Eurosurveillance*. 2023;28(14). DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2023.28.14.2200272.
- 6.** Álvarez-Cisneros Y.M., Ponce-Alquicira E. Antibiotic resistance in lactic acid bacteria. In: Kumar Y. (ed.). *Antimicrobial resistance – a global threat*. 2019. DOI: 10.5772/intechopen.80624.
- 7.** Erginkaya Z., Turhan E.U., Tatlı D. Determination of antibiotic resistance of lactic acid bacteria isolated from traditional Turkish fermented dairy products. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 2018;19(1):53-56. DOI: 10.22099/IJVR.2018.4769.
- 8.** Stefańska I., Kwiecień E., Jóźwiak-Piasecka K., Garbowska M., Binek M., Rzewuska M. Antimicrobial susceptibility of lactic acid bacteria strains of potential use as feed additives – the basic safety and usefulness criterion. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021;8:687071. DOI: 10.3389/fvets.2021.687071.
- 9.** Begunova A.V., Rozhkova I.V. Antibiotic resistance of lactic acid bacteria with probiotic properties. *Dairy industry*. 2020;9:48-49. (In Russian). DOI: 10.31515/1019-8946-2020-9-48-49. EDN: SIVFKU.
- 10.** Campedelli I., Mathur H., Salvetti E., Clarke S., Rea M.C., Torriani S., et al. Genus-wide assessment of antibiotic resistance in *Lactobacillus* spp. *Applied and Environmental Microbiology*. 2019;85(1):e01738-18. DOI: 10.1128/AEM.01738-18.
- 11.** Duche R.T., Singh A., Wandhare A.G., Sangwan V., Sihag M.K., Nwagu T.N.T., et al. Antibiotic resistance in potential probiotic lactic acid bacteria of fermented foods and human origin from Nigeria. *BMC Microbiology*. 2023;23:142. DOI: 10.1186/s12866-023-02883-0.
- 12.** Fatahi-Bafghi M., Naseri S., Alizehi A. Genome analysis of probiotic bacteria for antibiotic resistance genes. *Antonie van Leeuwenhoek*. 2022;115:375-389. DOI: 10.1007/s10482-021-01703-7.
- 13.** Li T., Teng D., Mao R., Hao Y., Wang X., Wang J. A critical review of antibiotic resistance in probiotic bacteria. *Food Research International*. 2020;136:109571. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109571.
- 14.** Montassier E., Valdés-Mas R., Batard E., Zmora N., Dori-Bachash M., Suez J., et al. Probiotics impact the antibiotic resistance gene reservoir along the human GI tract in a person-specific and antibiotic-dependent manner. *Nature Microbiology*. 2021;6:1043-1054. DOI: 10.1038/s41564-021-00920-0.
- 15.** Nunziata L., Brasca M., Morandi S., Silvetti T. Antibiotic resistance in wild and commercial non-enterococcal Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria strains of dairy origin: an update. *Food Microbiology*. 2022;104:103999. DOI: 10.1016/j.fm.2022.103999.
- 16.** Obioha P.I., Anyogu A., Awamaria B., Ghoddusi H.B., Ouoba L.I.I. Antimicrobial resistance of lactic acid bacteria from Nono, a naturally fermented milk product. *Antibiotics*. 2023;12(5):843. DOI: 10.3390/antibiotics12050843.
- 17.** Shin E., Paek J.J., Lee Y. Antimicrobial resistance of seventy lactic acid bacteria isolated from commercial probiotics in Korea. *Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2023;33(4):500-510. DOI: 10.4014/jmb.2210.10041.
- 18.** Wong A., Ngu D.Y.S., Dan L.A., Ooi A., Lim R.L. Detection of antibiotic resistance in probiotics of dietary supplements. *Nutrition Journal*. 2015;14:95. DOI: 10.1186/s12937-015-0084-2.
- 19.** Zhou N., Zhang J.X., Fan M.T., Wang J., Guo G., Wei X.Y. Antibiotic resistance of lactic acid bacteria isolated from Chinese yogurts. *Journal of Dairy Science*. 2012;95(9):4775-4783. DOI: 10.3168/jds.2011-5271.
- 20.** Nikiforova A.P., Khazagaeva S.N., Artyukhova S.I. Study of biochemical activity of the *Lactobacillus sakei* LSK-104 strain. *ESSUTM Bulletin*. 2019;4:62-68. (In Russian). EDN: ARIVMH.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Никифорова Анна Платоновна,
к.т.н., доцент, доцент,
Национальный исследовательский
университет ИТМО,
197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский просп., 49а,
Российская Федерация,
✉ anna.p.nikiforova@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3003-8638>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anna P. Nikiforova,
Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor,
Associate Professor,
ITMO University,
49a, Kronverksky Ave., Saint Petersburg, 197101,
Russian Federation,
✉ anna.p.nikiforova@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3003-8638>

Позняковский Валерий Михайлович,
д.б.н., профессор,
профессор, руководитель
научно-образовательного центра
«Прикладная биотехнология и нутрициология»,
Кемеровский государственный
медицинский университет Министерства
здравоохранения Российской Федерации,
650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова 22а,
Российская Федерация,
pvm1947@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5749-1459>

Valery M. Poznyakovsky,
Dr. Sci. (Biology), Professor,
Professor, Head of the Scientific
and Educational Center “Applied
Biotechnology and Nutrition”,
Kemerovo State Medical University
of the Ministry of Health
of the Russian Federation,
22a, Voroshilov St., Kemerovo, 650056,
Russian Federation,
pvm1947@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5749-1459>

Вклад авторов

А.П. Никифорова – разработка концепции,
разработка методологии, проведение
исследования, написание черновика рукописи,
редактирование рукописи
В.М. Позняковский – научное руководство.

Contribution of the authors

Anna P. Nikiforova – conceptualization,
methodology, investigation, writing –
original draft, writing – editing.
Valery M. Poznyakovsky – supervision.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта
интересов.

Все авторы прочитали и одобрили
окончательный вариант рукописи.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interests
regarding the publication of this article.

*The final manuscript has been read and approved
by all the co-authors.*

Информация о статье

Поступила в редакцию 07.09.2024.
Одобрена после рецензирования 04.11.2024.
Принята к публикации 28.02.2025.

Information about the article

*The article was submitted 07.09.2024.
Approved after reviewing 04.11.2024.
Accepted for publication 28.02.2025.*