

Научная статья

УДК 637.146.32

EDN VENUPE

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0602-6-152-159>

**Культуры *Streptococcus thermophilus*.
Их значимость в заквасочной композиции**

Ирина Валерьевна Бояринева¹, доктор технических наук, доцент

Елизавета Дмитриевна Ковалева², аспирант

^{1,2} Дальневосточный федеральный университет

Приморский край, Владивосток, Россия, boyarineva.iv@dvfu.ru

Аннотация. В статье представлен краткий обзор биохимически значимых свойств культур *Streptococcus thermophilus*. Важна главная роль данной культуры в заквасочной композиции при производстве разнообразных по ассортименту кисломолочных продуктов. Отмечено, что технологически стабильные штаммы *Streptococcus thermophilus* в сочетании с другими молочно-кислыми бактериями зарекомендовали себя с наилучшей стороны с точки зрения восстановления микробиоценоза и проявления пробиотического эффекта.

Ключевые слова: культуры, консорциум, ферментация, метаболиты

Для цитирования: Бояринева И. В., Ковалева Е. Д. Культуры *Streptococcus thermophilus*. Их значимость в заквасочной композиции // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 16–17 апреля 2025 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 152–159.

Original article

**Cultures of *Streptococcus thermophilus*.
Their importance in the starter composition**

Irina V. Boyarineva¹, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Elizaveta D. Kovaleva², Postgraduate Student

^{1,2} Far Eastern Federal University, Primorsky krai, Vladivostok, Russia

boyarineva.iv@dvfu.ru

Abstract. The article provides a brief overview of the biochemically significant properties of *Streptococcus thermophilus* cultures. The main role of this culture in the starter composition in the production of a variety of fermented milk products is important. It was noted that technologically stable strains of *Streptococcus thermophilus* in combination with other lactic acid bacteria proved to be the best in terms

of restoring microbiocenosis and displaying a probiotic effect.

Keywords: cultures, consortium, fermentation, metabolites

For citation: Boyarineva I. V., Kovaleva E. D. Cultures of *Streptococcus thermophilus*. Their importance in the starter composition. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 152–159), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

Streptococcus thermophilus считается одним из пробиотических штаммов бактерий, которые содержатся в молоке, сыре, йогурте и полезны для здоровья человека. Благодаря своему пробиотическому и биотехнологическому потенциалу *S. thermophilus* очень полезны в заквасочной композиции и являются бактериальной основой и (или) закваской разнообразных продуктов питания.

Streptococcus thermophilus – это грамположительные бактерии, принадлежащие к типу *Firmicutes*, семейству Стрептококки и отряду *Lactobacillales*.

Streptococcus thermophilus имеет сферическую или яйцевидную форму диаметром 0,7–0,9 мкм, встречается парами и цепочками, некоторые из которых могут быть очень длинными. Оптимальная температура роста бактерии составляет 40–45 °С, минимальная – 20–25 °С, максимальная – 47–50 °С. Она не гидролизует аргинин, ферментирует ограниченное количество сахаров, включая лактозу, фруктозу, сахарозу и глюкозу, не ферментирует галактозу во время метаболизма лактозы. Характеризуется относительной чувствительностью к антибиотикам, дезинфицирующим средствам и низкой протеолитической активностью [1].

Streptococcus thermophilus тесно связан с *Lactococcus lactis*, но еще более близок с другими видами стрептококков, включая несколько патогенов. *Streptococcus thermophilus* хорошо приспособлен к росту на лактозе, главном источнике углерода в молоке, и быстро превращает его в лактат во время роста. Подавляющее большинство штаммов *Streptococcus thermophilus* метаболизирует только глюкозную составляющую лактозы, тогда как галактоза выводится в среду. Молоко бедно свободными аминокислотами и короткими

пептидами, поэтому оно способствует оптимальному росту *Str. thermophilus*.

Str. thermophilus, как и другие молочнокислые бактерии, продуцируют молочную кислоту, но также могут синтезировать экзополисахариды, которые обычно придают кисломолочным продуктам желаемую «тягучую» или вязкую текстуру [1, 2].

Streptococcus thermophilus используется в качестве закваски при производстве широкого ассортимента сыров и йогуртов. *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus* при совместном культивировании часто используются для молочнокислого брожения йогуртов [3].

Следует отметить, что бактерии вида *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* являются основополагающей частью заквасок, где требуется не только вязкий сгусток, как при производстве йогуртов и сметаны, но и невязкий сгусток, как для изготовления разнообразных сыров и кисломолочных напитков [4, 5].

Необходимо отметить, что в заквасочном консорциуме возможно проявление взаимного антагонизма между штаммами термофильного стрептококка. Характер взаимного антагонизма проявляется различными способами: не происходит формирования сгустков с хорошими органолептическими характеристиками или наблюдается замедление роста микроорганизмов в промышленной питательной среде. Имеются данные, свидетельствующие о возможности использования в составе совместного бактериального консорциума для изготовления сыров лактококков и термофильного стрептококка при ферментации молочного сырья [5]. Это подтверждает теорию применения в заквасочном консорциуме одного штамма *Streptococcus thermophilus* совместно с другими видами молочнокислых бактерий для производства кисломолочных продуктов, в том числе сыров.

Помимо важного технологического значения в осуществлении процесса ферментации при производстве как традиционных молочных продуктов, так и

их растительных аналогов, в последнее время *Streptococcus thermophilus* привлекает внимание ряда ученых как полезная бактерия, продукты жизнедеятельности которой оказывают позитивное воздействие на организм человека благодаря биосинтезу ряда соединений, обогащение которыми продуктов питания позволяет отнести их к функциональным, так как способствует укреплению здоровья человека. К полезным для здоровья человека продуктам биосинтеза *Streptococcus thermophilus* относятся жирные кислоты с короткой цепью; конъюгированная линолевая кислота; экзополисахариды; γ -аминомасляная кислота и другие соединения (рис. 1) [1, 6].



Рисунок 1 – Полезные для здоровья продукты биосинтеза *Streptococcus thermophilus* [6]

Благодаря своему пробиотическому потенциалу *S. thermophilus* может быть очень полезен при замене химических консервантов [7]. Кроме того, он устойчив к биологическим барьерам, таким как желудочный сок и соли желчных кислот [8].

Исследователи и производители продуктов питания все больше ориентируются на использование бактерий в качестве средства санитарной профилактики вместо физических методов (высокое давление, ионизирующие лучи, высокотемпературная обработка, длительная пастеризация, замораживание, охлаждение и т. д.) и химических веществ (нитриты, сульфиты) [9]. На самом деле, *S. thermophilus* продуцирует бактериоцины – гетерогенную группу пептидов с широким спектром действия против бактерий, и, таким образом, он может быть использован в качестве средства широкого спектра действия против ряда патогенных бактерий: *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitis*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Yersinia pseudotuberculosis* и *Clostridium tyrobutyricum* [10].

Таким образом, *S. thermophilus*, являются природными и считаются важными микроорганизмами, используемыми в различных областях здравоохранения и при промышленном ферментировании пищевых продуктов [11]. Их метаболиты, как правило, безопасны [12] и используются в качестве пробиотиков, а также пищевых консервантов [13–15].

Фактически, микробиологические лаборатории тестируют *S. thermophilus* при ферментации пищевых продуктов из-за их потенциальной способности производить широкий спектр метаболитов, которые отвечают за улучшение органолептических свойств, качество пищевых продуктов и здоровье. Кроме того, *S. thermophilus* могут использоваться в качестве защитных средств благодаря их способности синтезировать антимикробные метаболиты [16]. Также некоторые штаммы *S. thermophilus* привлекают к себе большое внимание благодаря их полезным для здоровья пробиотическим свойствам [17].

Список источников

1. Галочкина Н. А., Глотова И. А., Толкачева А. А. Термофильный стрептококк: технологическая функциональность в пищевых системах, полезные для здоровья продукты метаболизма, видовая идентификация // Технология

пищевой и перерабатывающей промышленности. АПТ-продукты здорового питания. 2024. № 1. С. 44–50.

2. Фокина Н. А., Урядова Г. Т., Карпунина Л. В. Влияние условий культивирования на продукцию экзополисахарида *Streptococcus Thermophilus* // Известия Саратовского университета. Серия: Химия. Биология. Экология. 2018. Т. 18. Вып. 2. С. 179–181.

3. Oberg T. S., McMahon D. J., Culumber M. D., McAuliffe O., Oberg C. J. Invited review: review of taxonomic changes in dairy-related lactobacilli // Journal of Dairy Science. 2022. Vol. 105. No. 4. P. 2750–2770.

4. Рожкова И. В. Разработка заквасок для кисломолочных продуктов // Молочная промышленность. 2013. № 11. С. 30–31.

5. Сидерко И. А., Фурик Н. Н., Бирюк Е. Н., Соглаева А. А. Подбор штаммов термофильного стрептококка в состав бактериального консорциума для сыров // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. 2021. Вып. 16. С. 63–67.

6. Roux E., Nicolas A., Valence F., Siekaniec G., Chuat V., Nicolas J. [et al.]. The genomic basis of the *Streptococcus thermophilus* health-promoting properties // BMC Genomics. 2022. Vol. 23. No. 1.

7. Hamdaoui N., Azghar A., Benkirane C., Bouaamali H. Probiotic properties and antibiotic susceptibility assessment of *Streptococcus thermophilus* isolates // Research Article. URL: <https://www.researchgate.net/publication/359268826> (дата обращения: 25.01.2025).

8. Iyer R., Tomar S. K., Uma Maheswari T., Singh R. *Streptococcus thermophilus* strains: Multifunctional lactic acid bacteria // International Dairy Journal. 2010. Vol. 20. No. 3. P. 133–141.

9. Aslam M., Shahid M., Rehman F. U., Naveed N. H., Batool A. I., Sharif S. [et al.]. Purification and characterization of bacteriocin isolated from *Streptococcus thermophilus* // African Journal of Microbiology Research. 2011. Vol. 18. No. 5. P. 2642–2648.

10. Mathot A. G., Beliard E., Thuault D. *Streptococcus thermophilus* 580 produces a bacteriocin potentially suitable for inhibition of *Clostridium tyrobutyricum* in hard cheese // Journal of Dairy Science. 2003. Vol. 86. P. 3068–3074.

11. Mokoena M. P. Lactic acid bacteria and their bacteriocins: classification, biosynthesis and applications against uropathogens: a mini-review // Molecules. 2017. Vol. 22. No. 8. P. 1255.

12. Beristain-Bauza S. C., Mani-López E., Palou E., López-Malo A. Antimicrobial activity and physical properties of protein films added with cell-free supernatant of *Lactobacillus rhamnosus* // Food Control. 2016. Vol. 62. P. 44–51.

13. Sari M., Suryanto D. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from bekasam against *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia Coli* ATCC 25922, and *Salmonella* sp. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. Vol. 130. P. 012011.

14. Yerlikaya O., Saygili D., Akpinar A. Evaluation of antimicrobial activity and antibiotic susceptibility profiles of *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* strains isolated from commercial yoghurt starter cultures // Food Science and Technology. 2021. Vol. 41. No. 2. P. 418–425.

15. Feng T., Wang J. Oxidative stress tolerance and antioxidant capacity of lactic acid bacteria as probiotic: a systematic review // Gut Microbes. 2020. Vol. 9. No. 12 (1). P. 1801944.

16. Ajao O., Banwo K., Ogunremi O., Sanni A. Antimicrobial properties and probiotic potentials of lactic acid bacteria isolated from raw beef in Ibadan, Nigeria // Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. 2021. Vol. 8. No. 2. P. 770–773.

17. Решетник Е. И., Уточкина Е. А. Практические аспекты проектирования функциональных продуктов питания : монография. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2012. 97 с.

References

1. Galochkina N. A., Glotova I. A., Tolkacheva A. A. Thermophilic streptococcus: technological functionality in food systems, metabolic products beneficial to health, species identification. *Tekhnologiya pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti. APT-produkty zdorovogo pitaniya*, 2024;1:44–50 (in Russ.).

2. Fokina N. A., Uryadova G. T., Karpunina L. V. The effect of cultivation conditions on the production of *Streptococcus Thermophilus* exopolysaccharide. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Ekologiya*, 2018; 18;2:179–181 (in Russ.).

3. Oberg T. S., McMahan D. J., Culumber M. D., McAuliffe O., Oberg C. J. Invited review: review of taxonomic changes in dairy-related lactobacilli. *Journal of Dairy Science*, 2022;105;4:2750–2770.

4. Rozhkova I. V. Development of starter cultures for fermented milk products. *Molochnaya promyshlennost'*, 2013;11:30–31 (in Russ.).

5. Siderko I. A., Furik N. N., Biryuk E. N., Soglaeva A. A. Selection of strains of thermophilic streptococcus into the bacterial consortium for cheeses. *Aktual'nye voprosy pererabotki myasnogo i molochnogo syr'ya*, 2021;16:63–67 (in Russ.).

6. Roux E., Nicolas A., Valence F., Siekaniec G., Chuat V., Nicolas J. [et al.]. The genomic basis of the *Streptococcus thermophilus* health-promoting properties. *BMC Genomics*, 2022;23;1.

7. Hamdaoui N., Azghar A., Benkirane C., Bouaamali H. Probiotic properties and antibiotic susceptibility assessment of *Streptococcus thermophilus* isolates. *Researchgate.net* Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/359268826> (Accessed 25 January 2025).

8. Iyer R., Tomar S. K., Uma Maheswari T., Singh R. *Streptococcus thermophilus* strains: Multifunctional lactic acid bacteria. *International Dairy Journal*; 2010;

20;3:133–141.

9. Aslam M., Shahid M., Rehman F. U., Naveed N. H., Batool A. I., Sharif S. [et al.]. Purification and characterization of bacteriocin isolated from *Streptococcus thermophilus*. African Journal of Microbiology Research, 2011;18;5:2642–2648.

10. Mathot A. G., Beliard E., Thuault D. *Streptococcus thermophilus* 580 produces a bacteriocin potentially suitable for inhibition of *Clostridium tyrobutyricum* in hard cheese. Journal of Dairy Science, 2003;86:3068–3074.

11. Mokoena M. P. Lactic acid bacteria and their bacteriocins: classification, biosynthesis and applications against uropathogens: a mini-review. Molecules, 2017;22;8:1255.

12. Beristain-Bauza S. C., Mani-López E., Palou E., López-Malo A. Antimicrobial activity and physical properties of protein films added with cell-free supernatant of *Lactobacillus rhamnosus*. Food Control, 2016;62:44–51.

13. Sari M., Suryanto D. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from bekasam against *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia Coli* ATCC 25922, and *Salmonella* sp. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018;130:012011.

14. Yerlikaya O., Saygili D., Akpinar A. Evaluation of antimicrobial activity and antibiotic susceptibility profiles of *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* strains isolated from commercial yoghurt starter cultures. Food Science and Technology, 2021;41;2:418–425.

15. Feng T., Wang J. Oxidative stress tolerance and antioxidant capacity of lactic acid bacteria as probiotic: a systematic review. Gut Microbes, 2020;9;12(1): 1801944.

16. Ajao O., Banwo K., Ogunremi O., Sanni A. Antimicrobial properties and probiotic potentials of lactic acid bacteria isolated from raw beef in Ibadan, Nigeria. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 2021;8;2:770–773.

17. Reshetnik E. I., Utochkina E. A. *Practical aspects of designing functional food products: monograph*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2012, 97 p. (in Russ.).

© Бояринаева И. В., Ковалева Е. Д., 2025

Статья поступила в редакцию 03.03.2025; одобрена после рецензирования 04.04.2025; принята к публикации 03.07.2025.

The article was submitted 03.03.2025; approved after reviewing 04.04.2025; accepted for publication 03.07.2025.