

## АНТАГОНИСТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ РОДА *LACTOBACILLUS* К ТЕХНИЧЕСКИ-ВРЕДНЫМ МИКРООРГАНИЗМАМ

<sup>1</sup>Шенявская Екатерина Марьяновна, <sup>2</sup>Фурик Наталья Николаевна, <sup>3</sup>Жабанос  
Наталья Константиновна, <sup>4</sup>Маркевич Раиса Михайловна

<sup>1</sup>младший научный сотрудник, РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Республика Беларусь, <sup>2</sup>первый заместитель директора, РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Республика Беларусь, <sup>3</sup>заведующий отделом биотехнологий, РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Республика Беларусь, <sup>4</sup>доцент кафедры биотехнологии, УО «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13832742>

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований по оценке антагонистической активности молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus* к технически-вредным микроорганизмам. Установлено, что изученные штаммы обладают антагонистической активностью к технически-вредным микроорганизмам: к кишечной палочке – 100 % изученных штаммов лактобацилл; к маслянокислым бактериям – 75 %; к дрожжам – 33 %; к плесневым грибам – 67 %. Исследование показало, что антагонистическая активность является индивидуальной особенностью отдельных штаммов и проявляется в отношении определённых видов (штаммов) технически-вредных микроорганизмов, поэтому следует вести целенаправленный отбор штаммов-антагонистов. Для получения высокого уровня антагонистической активности с широким спектром действия рекомендуется объединять штаммы-антагонисты в консорциумы.

**Ключевые слова:** антагонистическая активность, молочнокислые микроорганизмы, лактобациллы, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus sakei*, технически-вредные микроорганизмы.

В последние годы понятие об антагонизме основывается на современных представлениях о конкретных механизмах, которые весьма различны, несмотря на сходное фенотипическое выражение антагонистической активности микробов [2]. Бактерии выделяют вещества разного химического строения и различной силы действия [5], которые могут подавлять рост и размножение микроорганизмов – бактериостатическое действие, или обуславливать их гибель – бактерицидное действие и даже лизис – бактериолитическое действие [1].

Выявление бактерицидных и бактериостатических свойств заквасочных микроорганизмов лежит в основе разработки биологических способов борьбы с патогенными и технически-вредными микроорганизмами, развитие которых приводит к снижению безопасности, качества и хранимостности ферментируемых молочных продуктов [3]. В зависимости от характера антагонистической активности она является или видовым, или штаммовым признаком [4]. Поэтому целью исследования является

определение антагонистических свойств штаммов молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus* к технически-вредным микроорганизмам.

Объектами исследования являлись 12 штаммов лактобацилл из Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов: *Lactobacillus paracasei* 2639 ML-O, 2799 ML-O, *Lactobacillus fermentum* 2652 TL-O, 2650 TL-O, *Lactobacillus gasseri* 2638 TL-O, 2648 TL-O, *Lactobacillus reuteri* 2787 ML-O, *Lactobacillus pentosus* 2788 ML-O, *Lactobacillus curvatus* 2789 ML-O, 2802 ML-O, *Lactobacillus sakei* 2800 ML-O, 2801 ML-O.

Исследование антагонистической активности лактобацилл проводили в отношении тест-культур технически-вредных микроорганизмов: 5 штаммов кишечной палочки, 6 штаммов маслянокислых бактерий, 3 - культур дрожжей и 3 - культур плесневых грибов. Оценивали антагонистическую активность методом отсроченного антагонизма на плотной питательной среде MRS по величине зоны задержки роста тест-культур технически-вредных микроорганизмов.

Для сравнительной оценки результатов антагонистической активности молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus* величины зон задержки роста тест-культур приводили к среднему значению для каждой группы технически-вредных микроорганизмов. В тексте приведены средние значения зоны задержки роста тест-культур с учётом погрешностей, которые рассчитывали в программном обеспечении Microsoft Office Exel через среднеквадратичное отклонение. Результаты исследования представлены на рисунках 1, 2, 3.



Рисунок 1 – Антагонистическая активность молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus* к кишечной палочке

Как видно из данных на рисунке 1, все исследованные штаммы лактобацилл проявили антагонистическую активность к штаммам кишечной палочки. Следует отметить, что штаммы *Lactobacillus sakei* 2800 ML-O, *Lactobacillus paracasei* 2639 ML-O, 2799 ML-O, *Lactobacillus pentosus* 2788 ML-O и *Lactobacillus curvatus* 2802 ML-O обладали достаточно высоким уровнем антагонистической активности по отношению к *E. coli*: средние значения зон задержки роста тест-культур составили  $29,8 \pm 0,9$  мм,  $28,2 \pm 5,1$  мм,  $24,8 \pm 2,6$ ,  $27,8 \pm 4,2$  мм

и  $22,8 \pm 2,8$  мм, соответственно. У остальных штаммов лактобацилл наблюдалось проявление средней антагонистической активности к тест-культурам кишечной палочки: среднее значение зон задержки роста находилось в пределах от  $10,4 \pm 1,6$  мм (у *Lactobacillus reuteri* 2787 ML-O) до  $20,0 \pm 2,1$  мм (у *Lactobacillus curvatus* 2789 ML-O).

Определено, что 75 % от исследованных молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus* обладают антагонистической активностью к маслянокислым бактериям (рисунок 2). В большинстве, они проявляют низкий уровень антагонистической активности: наиболее высокие средние значения зоны задержки роста тест культур у штаммов *Lactobacillus paracasei* 2799 ML-O ( $7,2 \pm 1,5$  мм) и *Lactobacillus sakei* 2801 ML-O ( $5,2 \pm 1,7$  мм).

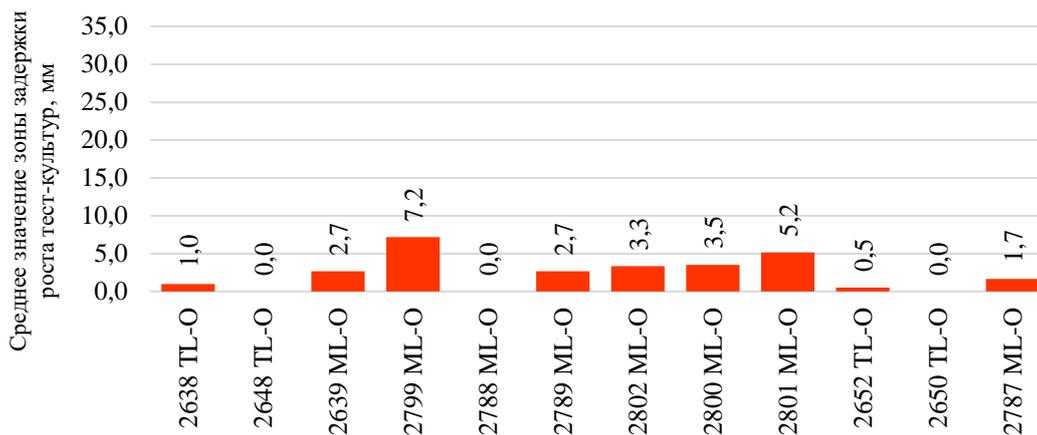


Рисунок 2 – Антагонистическая активность молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus* к маслянокислым бактериям

У 33 % изученных лактобацилл обнаружена антагонистическая активность к дрожжам (рисунок 3, а)). Средние значения зоны задержки роста тест-культур дрожжей соответствуют низкому уровню антагонистической активности: для штамма *Lactobacillus pentosus* 2788 ML-O –  $5,7 \pm 2,8$  мм, для штамма *Lactobacillus sakei* 2801 ML-O –  $5,3 \pm 4,1$  мм, для штамма *Lactobacillus gasseri* 2638 TL-O –  $2,0 \pm 0,8$  мм и для штамма *Lactobacillus curvatus* 2789 ML-O –  $1,7 \pm 1,3$  мм.

К плесневым грибам антагонистической активностью обладают 67 % исследованных штаммов (рисунок 3, б)), в основном проявляя низкий ее уровень (среднее значение зоны задержки роста плесневых грибов варьирует в пределах от  $1,0 \pm 0,8$  мм до  $4,3 \pm 3,3$  мм). Однако, у штамма *Lactobacillus gasseri* 2638 TL-O наблюдалось проявление средней антагонистической активности по отношению к плесеням: средняя величина зоны задержки роста плесневых грибов составила  $13,0 \pm 3,5$  мм.

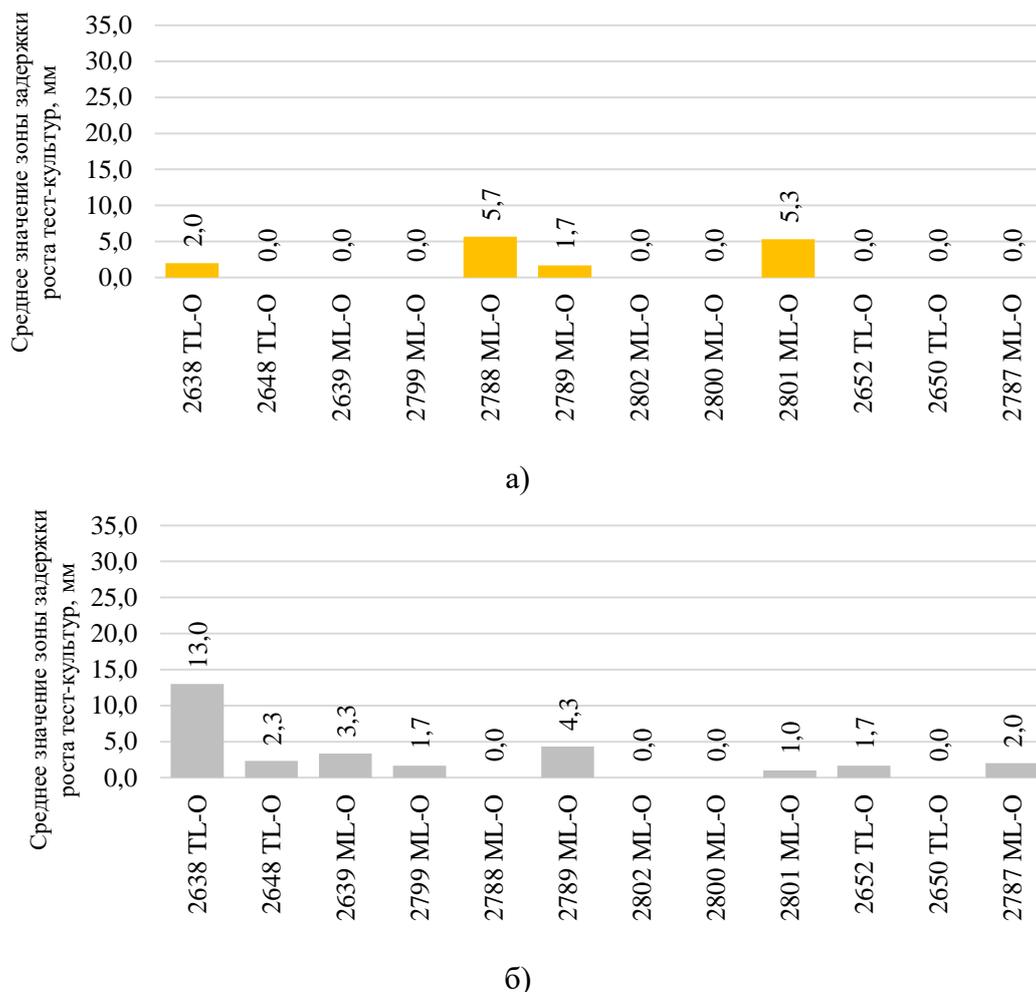


Рисунок 3 – Антагонистическая активность молочнокислых бактерий  
 рода *Lactobacillus* к технически-вредным микроорганизмам:  
 а) – к дрожжам, б) – к плесневым грибам.

Таким образом, с помощью метода перпендикулярного штриха была определена антагонистическая активность молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus* к технически-вредным микроорганизмам. Исследование показало, что изученные штаммы обладают антагонистической активностью к технически-вредным микроорганизмам: к кишечной палочке – 100 % изученных штаммов лактобацилл; к маслянокислым бактериям – 75 %; к дрожжам – 33 %; к плесневым грибам – 67 %. Вместе с тем, антагонистическая активность является индивидуальной особенностью отдельных штаммов и проявляется в отношении определённых видов (штаммов) технически-вредных микроорганизмов, поэтому следует вести целенаправленный отбор штаммов-антагонистов. Для получения высокого уровня антагонистической активности с широким спектром действия рекомендуется объединять штаммы-антагонисты в консорциумы.

**Список использованной литературы:**

1. Alvarez-Sieiro, P., Montalbán-López, M., Mu, D., Kuipers, O. P. Bacteriocins of lactic acid bacteria: extending the family. *Appl Microbiol Biotechnol*, 2016. DOI 10.1007/s00253-016-7343-9;
2. Ortolani, M. B., T., Moraes, P. M., Perin, L. M., Viçosa, G. N., Carvalho, K. G., Silva Júnior, A., Nero, L. A. Molecular identification of naturally occurring bacteriocinogenic and bacteriocinogenic-like lactic acid bacteria in raw milk and soft cheese. *J. Dairy Sci.*, 2010, Volume 93, pp. 2880–2886. doi: 10.3168/jds.2009-3000;
3. González- González, F., Delgado, S., Ruiz, L., Margolles, A., Ruas-Madiedo, P. Functional bacterial cultures for dairy applications: Towards improving safety, quality, nutritional and health benefit aspects. *Journal of Applied Microbiology*, 2022, Volume 133, pp. 212–229. Accessed May 2024. <https://doi.org/10.1111/jam.15510>;
4. Семенов А. В. Антагонизм как результат межмикробных отношений. Бюллетень научного центра УрО РАН. – 2013. – С. 1-8.
5. Стоянова Л. Г., Устюгова Е. А., Нетрусов А. И. Антимикробные метаболиты молочнокислых бактерий: разнообразие и свойства. *Прикладная биохимия и микробиология*. – 2012. – Т. 48, № 3. – С. 259-275.