

# Антимикробные свойства *Lactobacillus* в кисломолочных продуктах

А.В. БЕГУНОВА,  
канд. техн. наук И.В. РОЖКОВА,  
Т.И. ШИРШОВА,  
Ю.И. КРЫСАНОВА  
ВНИИ молочной промышленности

В России и за рубежом все большим спросом пользуются кисломолочные продукты, содержащие пробиотические микроорганизмы и их метаболиты, которые образуются в процессе сквашивания [1–4]. Расширяется ассортимент кисломолочных продуктов с различными функциональными свойствами [5], появляются новые способы производства функциональных цельномолочных продуктов здорового питания [6].

Механизмы пробиотического действия, способствующие укреплению здоровья, основаны на стимуляции естественного иммунитета, благодаря чему модулируется выработка цитокинов и антимикробных пептидов [7]. Употребление кисломолочных продуктов позволяет целенаправленно поддерживать или улучшать конкретные физиологические функции и метаболические реакции человека. Доказано, что употребление кисломолочных продуктов, содержащих пробиотические штаммы, более эффективно по сравнению с приемом лекарств, содержащих пробиотики [8]. Поэтому кисломолочные продукты с пробиотическими культурами в настоящее время стали все чаще использоваться для профилактики и лечения различных заболеваний желудочно-кишечного тракта [9].

В производстве кисломолочных продуктов, обладающих пробиотическими свойствами, используют *L. acidophilus*, бифидобактерии, пропионовокислые бактерии, *L. rhamnosus*, *L. bulgaricus*, *L. casei*, *L. plantarum*, *L. reuteri*. Штаммы молочнокислых бактерий обладают большим потенциалом, поскольку синтезируют бактерицидные биологически активные вещества, которые способны контролировать рост патогенных микроорганизмов. В исследованиях Maragkouidakis et al. (2006) и Charlier et al. (2008) описаны положительные действия бактерий рода *Lactobacillus* на организм человека, включая ингибирование роста грамотрицательных и грамположительных патогенных бактерий [10, 11]. Кроме

того, несколько экспериментальных наблюдений выявили потенциальный защитный эффект пробиотических бактерий против развития опухолей толстой кишки [12].

Антимикробная активность является одним из наиболее важных свойств штаммов, используемых в производстве кисломолочных продуктов направленного действия [13]. Это свойство пробиотических, в том числе молочнокислых, бактерий позволяет их использовать в разработке функциональных продуктов для улучшения здоровья человека [14, 15]. Уменьшение количества жизнеспособных клеток патогенных микроорганизмов в смешанных популяциях с пробиотическими бактериями является штаммоспецифичным.

Различные исследования показывают, что антимикробное действие *Lactobacillus* связано с продуцированием короткоцепочечных кислот (молочной, уксусной, пропионовой) [11], ингибирующих веществ белковой и небелковой природы и конкуренцией за питательные вещества [16]. Особое внимание уделяется антимикробной активности отдельных штаммов пробиотических микроорганизмов против бактерий, вызывающих пищевые отравления и токсикоинфекции, а также бактериальных и плесневых спор. Доказано, что спектр антибактериальных эффектов зависит от патогенных бактериальных изолятов [17].

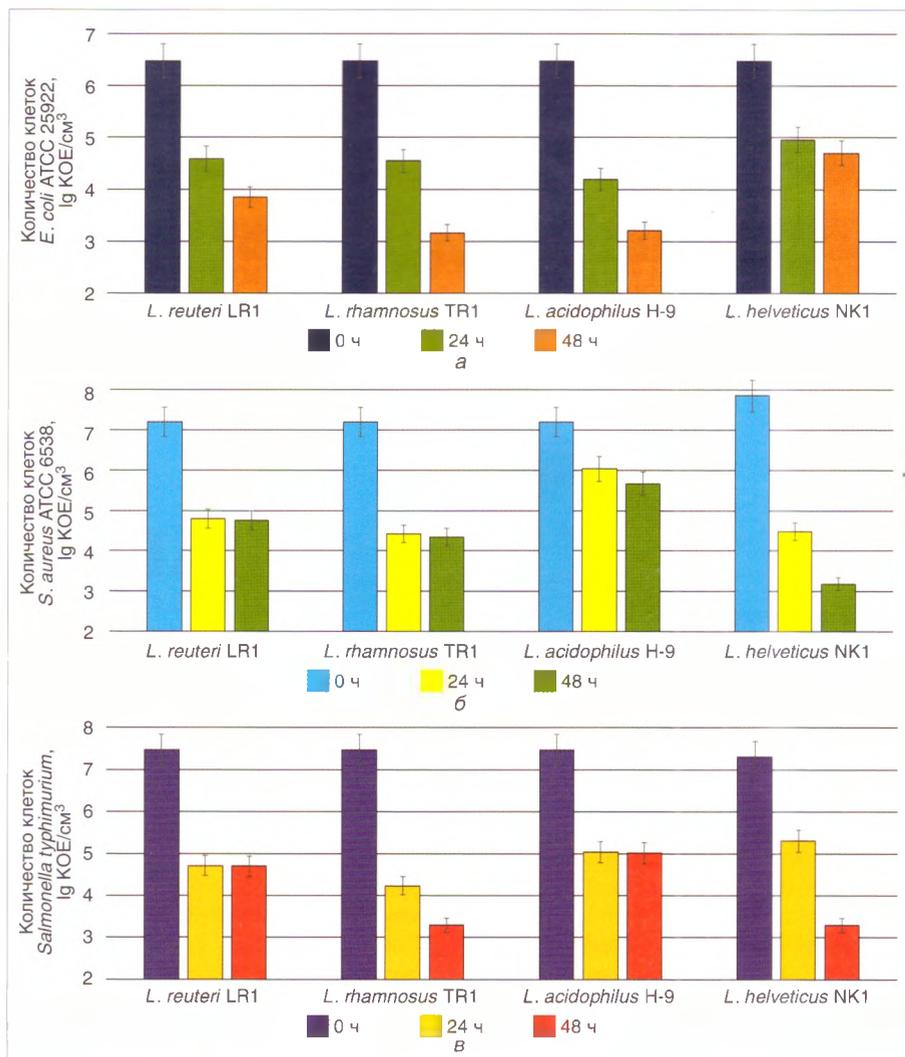
Цель работы – определение антимикробных свойств штаммов *Lactobacillus*, используемых в производстве кисломолочных продуктов, против *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 и *Salmonella typhimurium*. Изучали штаммы *Lactobacillus reuteri* LR1, *Lactobacillus rhamnosus* TR1, *Lactobacillus acidophilus* H-9, *Lactobacillus helveticus* NK1 из коллекции пробиотических и молочнокислых микроорганизмов Центральной лаборатории микробиологии ВНИИМ. Тест-штаммы *E. coli* ATCC 25922 и *S. aureus* ATCC 6538 получены из ФГБУ «Научный центр экспертизы средств медицинского применения» Минздрава России, *S. typhimurium* – ФГБУ «НЦЭСМП» Минздрава России. Тест-культуры выращивали на скошенном питательном агаре при  $37 \pm 2$  °C.

Антимикробную активность определяли методом развивающихся смешан-

ных популяций в сравнении с ростом тест-штаммов в монокультурах согласно МУ 2.3.2.2789–10 «Методические указания по санитарно-эпидемиологической оценке безопасности и функционального потенциала пробиотических микроорганизмов, используемых для производства пищевых продуктов». Через 24 и 48 ч сокультивирования проводили посев на плотные питательные среды для определения количества жизнеспособных клеток условно-патогенных микроорганизмов. Чтобы обеспечить воспроизводимость результатов, каждый анализ проводили в трех повторностях. Значимые различия ( $p < 0,05$ ) рассчитаны с помощью дисперсионного анализа (ANOVA).

Исследуемые штаммы обладали антимикробной активностью по отношению к условно-патогенным микроорганизмам (см. рисунок). Установлено, что через 24 ч статистически значимо ( $p < 0,05$ ) снижалось количество клеток *E. coli* ATCC 25922 при сокультивировании с *L. reuteri* LR1, *L. rhamnosus* TR1 и *L. acidophilus* H-9. Количество клеток *E. coli* ATCC 25922 составило  $4 \cdot 10^4$ ,  $3,5 \cdot 10^4$  и  $1,6 \cdot 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup> соответственно. При сокультивировании с *L. helveticus* NK1 снижение количества клеток было чуть ниже и составило  $7 \cdot 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>. Через 48 ч при сокультивировании с *L. helveticus* NK1 количество клеток практически не изменилось и составило  $5 \cdot 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>. При сокультивировании с *L. reuteri* LR1, *L. rhamnosus* TR1 и *L. acidophilus* H-9 количество клеток *E. coli* ATCC 25922 статистически значимо снижалось и составило  $7 \cdot 10^3$ ,  $1,55 \cdot 10^3$  и  $1,65 \cdot 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup> соответственно.

Наибольшей антимикробной активностью к *S. aureus* ATCC 6538 обладал *L. helveticus* NK1. Количество клеток *S. aureus* ATCC 6538 статистически значимо снижалось через 24 и 48 ч сокультивирования и составило  $3 \cdot 10^4$  и  $1,5 \cdot 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup> соответственно. У *L. reuteri* LR1 и *L. rhamnosus* TR1 антимикробная активность различалась незначительно. Количество клеток *S. aureus* ATCC 6538 статистически значимо снижалось через 24 ч сокультивирования и составило  $6,9 \cdot 10^4$  и  $5,35 \cdot 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup> соответственно. Однако через 48 ч количество клеток *S. aureus* ATCC 6538 практически не изменилось и составило  $6,6 \cdot 10^4$  и



Динамика изменения количества клеток условно-патогенной микрофлоры (а – *E. coli* ATCC 25922; б – *S. aureus* ATCC 6538; в – *Salmonella typhimurium*) при сокультивировании со штаммами *Lactobacillus*

$2,2 \cdot 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup>. Штамм *L. acidophilus* H-9 обладал более низкой антимикробной активностью по сравнению с другими исследуемыми штаммами.

Штаммы *Lactobacillus* обладали выраженной антимикробной активностью по отношению к *Salmonella typhimurium*. Через 24 ч сокультивирования со всеми исследуемыми штаммами *Lactobacillus* количество клеток *Salmonella typhimurium* статистически значимо снижалось ( $p < 0,05$ ). Однако через 48 ч количество клеток *S. typhimurium* снижалось при сокультивировании с *L. rhamnosus* TR1, *L. helveticus* NK1 и составило  $2 \cdot 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>, а при сокультивировании с *L. reuteri* LR1 и *L. acidophilus* H-9 не изменялось.

Таким образом, исследуемые штаммы обладали выраженной антимикробной активностью, которая зависела от выбранных условно-патогенных штаммов и продолжительности сокультивирования. Так, штаммы *L. reuteri* LR1, *L. rhamnosus* TR1 и *L. acidophilus* H-9

проявляли более высокую антимикробную активность по отношению к *E. coli* ATCC 25922, штамм *L. helveticus* NK1 – по отношению к *S. aureus* ATCC 6538, а штаммы *L. rhamnosus* TR1 и *L. helveticus* NK1 – по отношению к *S. typhimurium*. Полученные данные позволят разрабатывать закваски для кисломолочных продуктов с пробиотическими свойствами.



#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зобкова, З.С. Кисломолочные продукты как составляющая функционального питания / З.С. Зобкова [и др.] // Молочная промышленность. 2019. № 2. С. 44–46.
2. Доронин, А.Ф. Функциональное питание / А.Ф. Доронин, Б.А. Шендеров. – М.: Изд-во «Грантъ», 2002. – 295 с.
3. Зобкова, З.С. Функциональные молочные продукты / З.С. Зобкова // Молочная промышленность. 2007. № 4. С. 35.
4. Bhat, Z.F. Milk and Dairy Products as Functional Foods: A Review / Z.F. Bhat, Hina Bhat // International Journal of Dairy Science.

2011. V. 6. P. 1–12. DOI: 10.3923/ijds.2011.1.12.
5. Харитонов, В.Д. Влияние нового кисломолочного продукта с гидролизатом сывороточных белков на переносимость и динамику проявлений атопического дерматита у детей с аллергией на белки коровьего молока / В.Д. Харитонов [и др.] // Вопросы питания. 2015. Т. 84. № 5. С. 56–63.
6. Зобкова, З.С. Биотехнологические способы создания нового поколения функциональных продуктов здорового питания / З.С. Зобкова [и др.] // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти В.М. Горбатова. 2014. № 1. С. 73–76.
7. Newburg, D.S. Innate immunity and human milk / D.S. Newburg // J. Nutr. 2005. V. 135. P. 1308–1312.
8. Булатова, Е.М. Пробиотики: клинические и диетологические аспекты применения / Е.М. Булатова [и др.] // Педиатрия. 2010. Т. 89. № 3. С. 84–90.
9. Полянская, И.С. Иммунопрофилактика инфекционных заболеваний с помощью кисломолочных продуктов / И.С. Полянская, В.Ф. Семенихина // Молочная промышленность. 2015. № 8. С. 40–42.
10. Maragkoudakis, P.A. Probiotic Potential of Lactobacillus Strains Isolated From Dairy Products / P.A. Maragkoudakis [et al.] // International Dairy Journal. 2006. V. 16. P. 189–199.
11. Karska-Wysocki, B. Antibacterial activity of Lactobacillus acidophilus and Lactobacillus casei against methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) / B. Karska-Wysocki, M. Bazo, W. Smoragiewicz // Microbiological Research. 2010. V. 165. Issue 8. P. 674–686. DOI: 10.1016/j.micres.2009.11.008.
12. Murry, A.C. Inhibition of growth of Escherichia coli, Salmonella typhimurium and Clostridium perfringens on chicken feed media by Lactobacillus salivarius and Lactobacillus plantarum / A.C. Murry, A. Hinton, H. Morrison // Int J Poult Sci. 2004. V. 3. P. 603–607.
13. Полянская, И.С. Антагонистическая активность пробиотических штаммов: факторы регулирования / И.С. Полянская, Л.Г. Стоянова, В.Ф. Семенихина // Молочная промышленность. 2017. № 1. С. 42–44.
14. Eduardo, L. Antimicrobial activity of probiotics from milk products / L. Eduardo [et al.] // Phil. J Microbiol Infect Dis. 2003. V. 32. P. 71–74.
15. Полянская, И.С. Молочнокислые микроорганизмы для профилактики инфекций E. coli / И.С. Полянская [и др.] // Молочная промышленность. 2016. № 12. С. 52–54.
16. Savadogo, A. Antimicrobial activities of lactic acid bacteria strains isolated from Burkina Faso fermented milk / A. Savadogo [et al.] // Pak J Nutr. 2004. V. 3. P. 174–179.
17. Khalil, I. Antimicrobial Effect of Lactobacillus as a Probiotic Isolated from Yoghurt Products Against Staphylococcus aureus and Escherichia coli / I. Khalil, S. Jawdat, H.H. Ali // Ibn AL Haitham Journal For Pure and Applied Science. 2018. P. 135–142.