

Научная статья

УДК 664.6

EDN ATNCUY

**Исследование антагонистической активности
по отношению к картофельной болезни хлеба
штаммов молочнокислых и пропионовокислых бактерий**

Юлия Михайловна Фролова¹, младший научный сотрудник

Научный руководитель – Олеся Александровна Савкина²,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

^{1, 2} Санкт-Петербургский филиал Научно-исследовательского института хлебопекарной промышленности, Санкт-Петербург, Россия

¹ u.frolova@gosniihp.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по изучению антагонистической активности штаммов молочнокислых и пропионовокислых бактерий по отношению к возбудителю картофельной болезни хлеба *B. subtilis*. Показано, что молочнокислые бактерии имеют более высокую антагонистическую активность, чем пропионовокислые. Сделан вывод, что с целью получения закваски с антимикробными свойствами целесообразно совместное культивирование обеих культур.

Ключевые слова: антагонистическая активность, картофельная болезнь хлеба, молочнокислые бактерии, пропионовокислые бактерии

Для цитирования: Фролова Ю. М. Исследование антагонистической активности по отношению к картофельной болезни хлеба штаммов молочнокислых и пропионовокислых бактерий // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы 2-ой всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых (Благовещенск, 12 февраля 2025 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 430–436.

Original article

**Investigation of antagonistic activity of lactic acid
and propionic acid bacteria strains in relation to ropy bread spoilage**

Yulia M. Frolova¹, Junior Researcher

Scientific advisor – Olesya A. Savkina²,

Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher

^{1, 2} St. Petersburg branch of Scientific Research Institute for the Baking Industry

St. Petersburg, Russia, u.frolova@gosniihp.ru

Abstract. The article presents the results of studies on the antagonistic activity of lactic acid and propionic acid bacteria strains in relation to the causative agent of ropy spoilage of bread *B. subtilus*. Lactic acid bacteria have been shown to have a higher antagonistic activity than propionic acid bacteria. It is concluded that in order to obtain a starter culture with antimicrobial properties, it is advisable to co-cultivate both cultures.

Keywords: antagonistic activity, ropy spoilage, lactic acid bacteria, propionic acid bacteria

For citation: Frolova Yu. M. Investigation of antagonistic activity of lactic acid and propionic acid bacteria strains in relation to ropy bread spoilage. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: 2-aya Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh (12 fevralya 2025 g.). (PP. 430–436), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

Введение. В хлебопекарной промышленности для предотвращения плесневения хлебобулочных изделий используют пропионовую и сорбиновую кислоты. Однако в последние годы со стороны потребителя отмечается повышенный интерес к продуктам без консервантов и пищевых добавок [1]. В связи с этим в качестве альтернативы химическим консервантам растущий интерес представляет применение биозащитных культур (то есть микроорганизмов, проявляющих антимикробную активность), таких как молочнокислые бактерии (МКБ) и пропионовокислые бактерии (ПКБ). Эти бактерии естественным образом присутствуют во многих ферментированных пищевых продуктах и имеют долгую историю безопасного использования в качестве заквасок в пищевой промышленности. Поэтому большинство из них имеют статус QPS (квалифицированная презумпция безопасности) или GRAS (общепризнанный как безопасный).

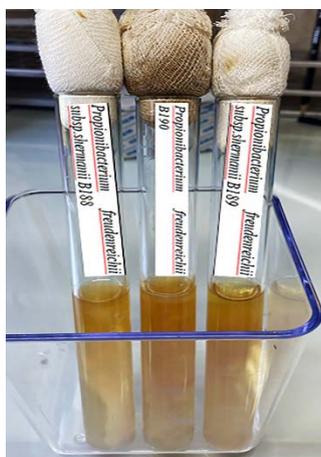
МКБ и ПКБ способны продуцировать противогрибковые соединения, включая органические кислоты, такие как молочная, пропионовая, уксусная, фенилмолочная, карбоновая и жирные кислоты [1], реутерин [2], циклические дипептиды [3], или соединения, содержащие белок, в том числе бактериоцины [4, 5].

Сочетание пропионовокислых бактерий с лактобациллами является перспективным шагом в направлении создания хлебопекарных заквасок или полуфабрикатов с повышенной антагонистической активностью.

Целью работы являлось изучение антагонистической активности молочнокислых и пропионовокислых бактерий по отношению к возбудителю картофельной болезни хлеба *B.subtilis*.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований являлись: чистые культуры МКБ (*L. paracasei/L. casei* B31, *L. plantarum* B4) и ПКБ (*Propionibacterium freudenreichii* B190, *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* B188, *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* B189) из коллекции культур микроорганизмов «Молочнокислые бактерии и дрожжи для хлебопекарной промышленности» Санкт-Петербургского филиала Научно-исследовательского института хлебопекарной промышленности. Исследования проводили в условиях лаборатории направления заквасочных культур и микробиологических исследований.

Антагонистическую активность МКБ и ПКБ по отношению к возбудителю картофельной болезни хлеба *B.subtilis* определяли методом агаровых блочков [6, 7]. Культуры МКБ выращивали на солодовом сусле (12 % СВ), культуры ПКБ – на бифидум среде (рис. 1).



пропионовокислые бактерии



молочнокислые бактерии

Рисунок 1 – Культуры, выращенные на питательных средах

Испытуемые культуры МКБ и ПКБ высевали как глубинным способом, так и поверхностным на среду MRS и бифидум среду соответственно на чашки Петри, и инкубировали при оптимальной температуре 30 °С в течение 3-х суток для образования и накопления в агаре ингибиторных соединений.

Культуру *B. subtilis* выращивали на скошенном мясо-пептонном агаре в течение суток при температуре 37 °С. Далее готовили суспензию *B. subtilis* в воде плотностью 0,5 McF. Засевали в количестве 0,1 мл на чашки Петри с МПА и ждали 10 минут до высыхания. Затем стерильным пробочным сверлом (диаметром 7 мм) вырезали агаровые блочки с выросшей культурой МКБ и ПКБ, после чего переносили их в другую чашку Петри на поверхность агаровой среды МПА, только что засеянной культурой тест-штамма *B. subtilis*. Вырезанные агаровые блочки МКБ и ПКБ, посеянные поверхностно, переносили на чашки, засеянные тест-штаммом *B. subtilis* как прямо, так и переворачивали выросшей культурой вниз.

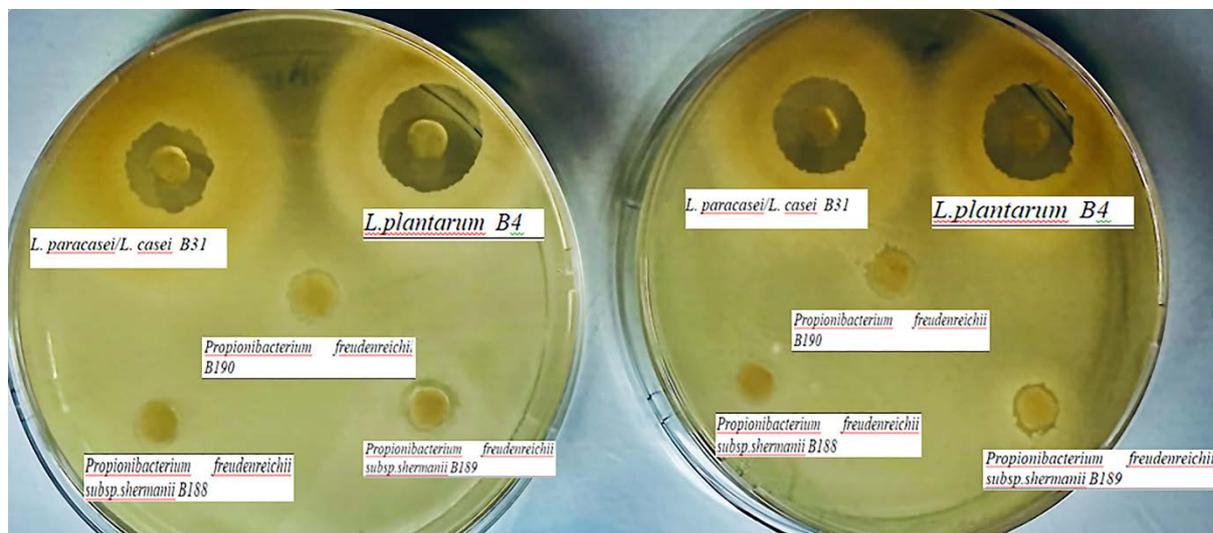
Чашки Петри выдерживали в течение трех часов в холодильнике (во избежание преждевременного роста тест-штамма) для диффузии антибиотических веществ из блока в толщу агара с тест-штаммом, а затем инкубировали при температуре, благоприятной для развития тест-штамма (37 °С).

Результаты исследований. О степени антагонистической активности испытуемых культур МКБ и ПКБ судили по величине зоны ингибирования роста тест-штамма вокруг агарового блочка (рис. 2).

Выбор штаммов МКБ и ПКБ для пропионовокислой закваски осуществляли на основании изучения их антагонистической активности по отношению к возбудителю картофельной болезни хлеба *B. subtilis* (табл. 1).

Исследования показали, что наибольший диаметр зоны подавления роста тест-культуры *B. subtilis* наблюдался у штаммов лактобацилл. Штаммы пропионовокислых бактерий имели сопоставимую антагонистическую актив-

ность. В связи с этим при разработке закваски для оптимизации антимикробных свойств целесообразно совместное культивирование МКБ и ПКБ.



**Рисунок 2 – Зоны ингибирования роста
тест-штамма *B. subtilis* вокруг агарового блочка**

Таблица 1 – Антагонистическая активность штаммов МКБ и ПКБ

Наименование штамма МКБ и ПКБ	Диаметр зоны подавления роста тест-культуры <i>B. subtilis</i> при посеве МКБ и ПКБ		
	глубинным способом	поверхностным способом	поверхностным способом (перевернутый агаровый блочок)
	<i>Lacticaseibacillus paracasei/casei</i> B31	16,0±0,4	15,6±0,5
<i>Lactiplantibacillus plantarum</i> B4	17,1±0,5	16,0±0,0	15,6±0,5
<i>Propionibacterium freudenreichii</i> B190	9,0±0,0	8,1±0,9	10,0±0,0
<i>Propionibacterium freudenreichii</i> <i>subsp. shermanii</i> B188	9,0±0,4	7,3±0,3	8,5±0,6
<i>Propionibacterium freudenreichii</i> <i>subsp. shermanii</i> B189	10,0±1,1	8,0±0,8	9,5±0,9

Заключение. На основании изучения антагонистической активности молочнокислых и пропионовокислых бактерий по отношению к возбудителю картофельной болезни хлеба *B. subtilis* были отобраны соответствующие штаммы для совместного культивирования и использования при разработке закваски с антимикробными свойствами.

Список источников

1. Lavermicocca P., Valerio F., Evidente A., Lazzaroni S., Corsetti A., Gobbetti M. Purification and characterization of novel antifungal compounds from the sourdough *Lactobacillus plantarum* strain 21B // Applied and Environmental Microbiology. 2000. No. 66. P. 4084–4090.
2. Guo J., Brosnan B., Furey A., Arendt E., Murphy P., Coffey A. Antifungal activity of *Lactobacillus* against *Microsporum canis*, *Microsporum gypseum* and *Epidermophyton floccosum* // Bioengineered Bugs. 2012. No. 3. P. 104–113.
3. Strom K., Broberg A., Schnürer J. *Lactobacillus plantarum* MiLAB 393 produces the antifungal cyclic dipeptides cyclo (L-Phe-L-Pro) and cyclo (L-Phe-trans-4-OH-L-Pro) and 3-phenyllactic acid // Applied and Environmental Microbiology. 2002. Vol. 68. No. 9. P. 4322–4327.
4. Coda R., Rizzello C. G., Nigro F., De Angelis M., Arnault P., Gobbetti M. Long-term fungal inhibitory activity of water-soluble extracts of *Phaseolus vulgaris* cv. Pinto and sourdough lactic acid bacteria during bread storage // Applied and Environmental Microbiology. 2008. Vol. 74. No. 23. P. 7391–7398.
5. Rizzello C. G., Cassone A., Coda R., Gobbetti M. Antifungal activity of sourdough fermented wheat germ used as an ingredient for bread making // Food Chemistry. 2011. Vol. 127. No. 3. P. 952–959.
6. Dec M., Puchalski A., Nowaczek A., Wernicki A. Antimicrobial activity of *Lactobacillus* strains of chicken origin against bacterial pathogens // International Microbiology. 2016. Vol. 19. No. 1. P. 57–67.
7. Polak-Berecka M., Waśko A., Koston D. Comparison of different methods for detection of antimicrobial activity of probiotic strains of *Lactobacillus rhamnosus* against some food spoilage microorganisms // Annales UMCS, Biologia. 2009. Vol. 64. No. 1. P. 15–24.

References

1. Lavermicocca P., Valerio F., Evidente A., Lazzaroni S., Corsetti A., Gobbetti M. Purification and characterization of novel antifungal compounds from the sourdough *Lactobacillus plantarum* strain 21B. Applied and Environmental Microbiology, 2000;66:4084–4090.
2. Guo J., Brosnan B., Furey A., Arendt E., Murphy P., Coffey A. Antifungal activity of *Lactobacillus* against *Microsporum canis*, *Microsporum gypseum* and *Epidermophyton floccosum*. Bioengineered Bugs, 2012;3:104–113.
3. Strom K., Broberg A., Schnürer J. *Lactobacillus plantarum* MiLAB 393 produces the antifungal cyclic dipeptides cyclo (L-Phe-L-Pro) and cyclo (L-Phe-trans-4-OH-L-Pro) and 3-phenyllactic acid. Applied and Environmental Microbiology, 2002;68;9:4322–4327.

4. Coda R., Rizzello C. G., Nigro F., De Angelis M., Arnault P., Gobbetti M. Long-term fungal inhibitory activity of water-soluble extracts of *Phaseolus vulgaris* cv. *Pinto* and sourdough lactic acid bacteria during bread storage. *Applied and Environmental Microbiology*, 2008;74;23:7391–7398.

5. Rizzello C. G., Cassone A., Coda R., Gobbetti M. Antifungal activity of sourdough fermented wheat germ used as an ingredient for bread making. *Food Chemistry*, 2011;127;3:952–959.

6. Dec M., Puchalski A., Nowaczek A., Wernicki A. Antimicrobial activity of *Lactobacillus* strains of chicken origin against bacterial pathogens. *International Microbiology*, 2016;19;1:57–67.

7. Polak-Berecka M., Waśko A., Koston D. Comparison of different methods for detection of antimicrobial activity of probiotic strains of *Lactobacillus rhamnosus* against some food spoilage microorganisms. *Annales UMCS, Biologia*, 2009; 64;1:15–24.

© Фролова Ю. М., 2025

Статья поступила в редакцию 31.01.2025; одобрена после рецензирования 12.02.2025; принята к публикации 26.02.2025.

The article was submitted 31.01.2025; approved after reviewing 12.02.2025; accepted for publication 26.02.2025.