

Научная статья

УДК 637.1:579

EDN NTVHNC

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0637-8-10-16>

**Биохимическая характеристика
пропионовокислых бактерий и ацидофильной палочки**

Дарья Владимировна Атласова¹, аспирант

Ирина Валерьевна Бояринева², доктор технических наук, доцент

^{1, 2} Дальневосточный федеральный университет

Приморский край, Владивосток, Россия

¹ atlasova.dv@dvfu.ru, ² boyarineva.iv@dvfu.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа основных биохимических показателей чистых культур пропионовокислых бактерий и ацидофильной палочки. Представлена динамика роста клеток пробиотических культур. Доказана высокая биохимическая активность пробиотических культур, что позволяет их рекомендовать в технологии бактериальных концентратов.

Ключевые слова: пробиотики, пропионовокислые бактерии, ацидофильная палочка, микробные клетки

Для цитирования: Атласова Д. В., Бояринева И. В. Биохимическая характеристика пропионовокислых бактерий и ацидофильной палочки // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 18–19 апреля 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 10–16.

Original article

**Biochemical characteristics
of propionic acid bacteria and acidophilus bacillus**

Darya V. Atlasova¹, Postgraduate Student

Irina V. Boyarineva², Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

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

¹ atlasova.dv@dvfu.ru, ² boyarineva.iv@dvfu.ru

Abstract. The article presents the results of the analysis of the main biochemical parameters of pure cultures of propionic acid bacteria and acidophilus bacillus. The dynamics of cell growth in probiotic cultures is presented. The high biochemical activity of probiotic cultures has been proven, which allows them to be recommended in the technology of bacterial concentrates.

Keywords: probiotics, propionic acid bacteria, acidophilus bacillus, microbial cells

For citation: Atlasova D. V., Boyarineva I. V. Biochemical characteristics of propionic acid bacteria and acidophilus bacillus. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 18–19 aprelya 2024 g.)* (PP. 10–16), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024 (in Russ.).

В настоящее время пробиотики на основе живых микроорганизмов (в монокультуре или в комбинации) являются наиболее разработанными и широко используемыми функциональными средствами коррекции микробиома человека [1]. Инновационными и наиболее перспективными выступают пробиотики с высоким титром жизнеспособных клеток, с установленными специфическими физиолого-биохимическими свойствами, а также генно-инженерные штаммы с определенным набором медико-биологических и технологических характеристик. Практически ценными и жизнеспособными являются штаммы, длительно сохраняющие биохимическую активность, которая зависит от внешних факторов (состав питательной среды, температурные режимы и т. д.), а также от соотношения между биохимически активными и неактивными клетками в консорциуме.

Среди бактерий-пробиотиков наиболее широко известна своим полезным действием *Lactobacillus acidophilus*, которая заселяет кишечник новорожденного ребенка и, вступив с ним в устойчивый симбиоз, сопровождает человека на протяжении всей его жизни, оказывая благотворное влияние на его здоровье. *L. acidophilus* является наиболее сильным антагонистом среди других представителей рода *Lactobacillus*. Ее антагонистическая активность к патогенной, условно-патогенной и технически-вредной микрофлоре обусловлена сложной системой конкурентных и аллелопатических взаимоотношений [2].

Антагонистическая активность *L. acidophilus* – важное, но далеко не един-

ственное свойство этой бактерии. Она обладает также высоким уровнем колонизационной способности, желчеустойчивости и антибиотикоустойчивости [2].

Lactobacillus acidophilus является одним из наиболее известных видов, используемых в производстве различных пищевых продуктов и добавок, содержащих пробиотики [3]. Все это определяет постоянно растущий интерес исследователей к изучению *L. acidophilus* и выделению штаммов, перспективных для использования в пищевой и фармацевтической промышленности [2].

Пробиотические эффекты и свойства штаммов пропионовокислых бактерий позволяют использовать их в пищевой промышленности в качестве пробиотиков и биоконсервантов не только с уверенностью в безопасности, но и достигая обогащения пищевых продуктов жизнеспособными клетками-пробиотиками и их полезными экзометаболитами.

При ферментации молока пропионовокислые бактерии проявляют слабую кислотообразующую активность, они сквашивают молоко только через 5–7 дней. И. С. Хамагаевой теоретически обоснован механизм стимулирующего действия β -галактозидазы на рост пропионовокислых бактерий в молоке, что открывает новые перспективы применения данных микроорганизмов в молочном производстве [4]. Установлено, что активизированные культуры пропионовых бактерий обладают высокой биохимической активностью и ферментируют молоко за 16–20 часов [5].

Таким образом, пропионовокислые бактерии обладают рядом свойств, которые позволяют рекомендовать их к широкому применению при производстве пробиотических молочных продуктов. Однако, с учетом того, что пропионовокислые бактерии характеризуются низкой лактазной активностью, при производстве заквасок целесообразно будет их использование в сочетании с лактобактериями.

Очень важным аспектом в изучении процессов ферментации является ис-

следование кинетических процессов, поскольку они важны и позволяют реализовать стратегии проектирования ферментативных процессов и оптимизации условий эксплуатации для получения желаемого продукта [6]. Перед внесением в среду для ферментации закваски должны быть здоровыми, активными и в достаточном количестве [7].

Характеристика чистых культур пропионовокислых бактерий и ацидофильной палочки представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика чистых культур пропионовокислых бактерий и ацидофильной палочки

Показатели	Вид микроорганизмов	
	пропионовокислые бактерии	ацидофильные палочки
Кислотность, °Т	78±2	100±2
Активность сквашивания, час	10	6
Летучие жирные кислоты, мл 0,1н NaOH	0,7	0,6
Углекислый газ, мм	9	–
Диацетил, ацетоин	+	+
Степень синерезиса, мл	40	36
Вязкость, с	35,6	40,2
Содержание жизнеспособной микрофлоры, КОК/см ³	8×10 ⁸	6×10 ⁸

Результаты исследований показали, что культуры пропионовокислых бактерий и ацидофильной палочки обладают хорошей биохимической активностью. Кислотность в закваске пропионовокислых бактерий через 10 часов ферментации достигает значения 78 °Т; образец, ферментированный ацидофильной палочкой в течение 6 часов культивирования, имеет кислотность, равную 100 °Т. Культуры ацидофильной палочки обладают высокой вязкостью и выраженным кисломолочным ароматом; содержание летучих жирных кислот в закваске пропионовокислых бактерий составляет 0,7 мл, ацидофильной палочки – 0,6 мл; степень синерезиса в обоих случаях умеренная.

На рисунке 1 отображена динамика роста клеток пропионовокислых бактерий и ацидофильной палочки.

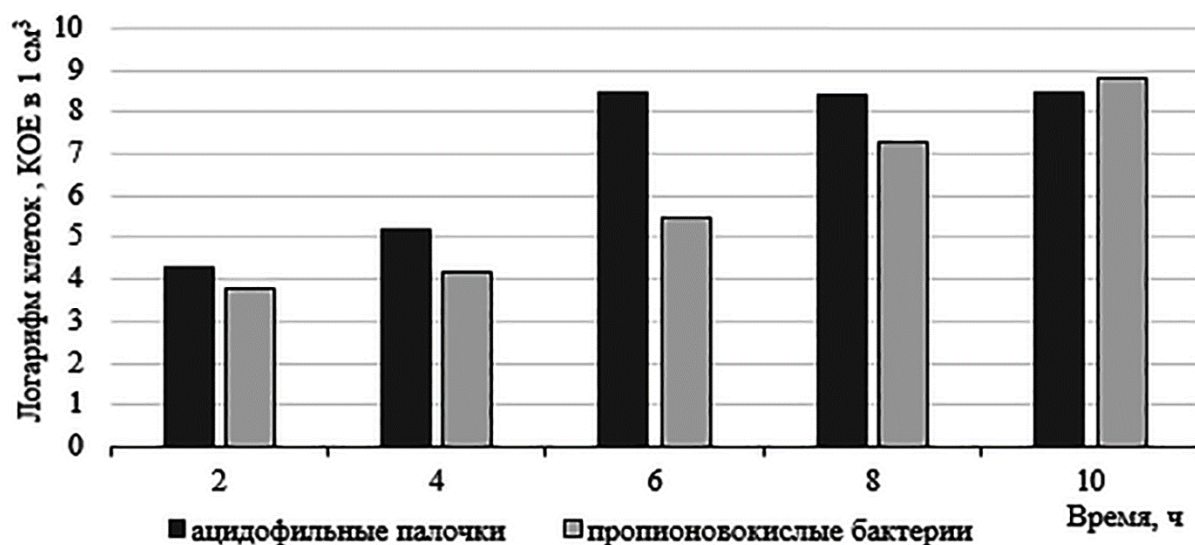


Рисунок 1 – Динамика роста клеток пропионовокислых бактерий и ацидофильной палочки

Данные рисунка показывают, что процесс кислотообразования культуры *L. acidophilus* проходит достаточно активно и длится 6 часов. В образце, ферментируемом пропионовокислыми бактериями, процесс проходит менее интенсивно и достигает кислотности 78 °Т через 8–10 часов культивирования. При этом количество жизнеспособных микроорганизмов ацидофильной палочки уже через 6 часов составляет 6×10^8 к. о. е./см³, а пропионовокислых бактерий – 5×10^5 к. о. е./см³. Через 10 часов ферментации количество пропионовокислых бактерий становится равным 8×10^8 к. о. е./см³, а ацидофильные палочки остаются на том же уровне – 6×10^8 к. о. е./см³.

Закключение. Результаты проведенных исследований показали, что чистые культуры микроорганизмов, которые планируется использовать в дальнейших исследованиях для создания комбинированной закваски, обладают высокой биохимической активностью и могут обеспечить достаточный уровень протекания ферментативных процессов при совместном культивировании.

Список источников

1. Reshetnik E. I., Utochkina E. A. Healthy food products with probiotic and prebiotic properties // Food and Materials. 2013. Vol. 1. No. 1. P. 88–94.
2. Иркитова А. Н. Эколого-биологическая оценка штаммов *Lactobacillus acidophilus*, используемых в производстве пробиотических продуктов : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Пермь, 2012. 26 с.
3. Ozogul F., Yazgan H., Ozogul Yu. Lactic acid bacteria: *Lactobacillus acidophilus* // Reference module in food science. Elsevier Ltd., 2022. P. 187–197.
4. Хамагаева И. С. Теоретическое обоснование и разработка технологии кисломолочных продуктов на основе использования β -галактозидазы и бифидобактерий : дисс. ... докт. техн. наук. М., 1989. 465 с.
5. Хамагаева И. С., Белозерова Л. М. Кисломолочный продукт функционального питания // Достижения науки и техники – развитие сибирских регионов : материалы всерос. науч.-практ. конф. Красноярск, 1999. С. 55–56.
6. Ajala E. O., Ajala M. A., Onoriemu O. O., Akinpelu S. G., Bamidele S. H. Lactic acid production: Utilization of yam peel hydrolysate as a substrate using *Rhizopus oryzae* in kinetic studies // Biofuels, Bioproducts and Biorefining. 2021. No. 15 (4). P. 1031–1045.
7. Utami T., Cindarbhumu A., Khuangga M. C., Rahayu E. S., Cahyanto M. Preparation of indigenous Lactic acid bacteria starter cultures for large scale production of fermented milk // 10th Asian Conference of Lactic Acid Bacteria. Digital Press Life Sciences, 2020. P. 00010.

References

1. Reshetnik E. I., Utochkina E. A. Healthy food products with probiotic and prebiotic properties. Food and Materials, 2013;1;1:88–94.
2. Irkitova A. N. Ecological and biological assessment of *Lactobacillus acidophilus* strains used in the production of probiotic products. *Extended abstract of candidate's thesis*. Perm, 2012, 26 p. (in Russ.).
3. Ozogul F., Yazgan H., Ozogul Yu. Lactic acid bacteria: *Lactobacillus acidophilus*. In.: Reference module in food science, Elsevier Ltd., 2022, P. 187–197.
4. Khamagaeva I. S. Theoretical substantiation and development of technology of fermented dairy products based on the use of β -galactosidase and bifidobacteria. *Doctor's thesis*. Moscow, 1989, 465 p. (in Russ.).
5. Khamagaeva I. S., Belozeroва L. M. Fermented milk product of functional nutrition. Proceedings from Achievements of science and technology – the development of Siberian regions: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 55–56), Krasnoyarsk, 1999 (in Russ.).
6. Ajala E. O., Ajala M. A., Onoriemu O. O., Akinpelu S. G., Bamidele S. H. Lactic acid production: Utilization of yam peel hydrolysate as a substrate using

Rhizopus oryzae in kinetic studies. Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 2021;15 (4):1031–1045.

7. Utami T., Cindarbhumі A., Khuangga M. C., Rahayu E. S., Cahyanto M. Preparation of indigenous Lactic acid bacteria starter cultures for large scale production of fermented milk. Proceedings from 10th Asian Conference of Lactic Acid Bacteria. (PP. 00010), Digital Press Life Sciences, 2020.

© Атласова Д. В., Бояринева И. В., 2024

Статья поступила в редакцию 29.03.2024; одобрена после рецензирования 01.05.2024; принята к публикации 07.06.2024.

The article was submitted 29.03.2024; approved after reviewing 01.05.2024; accepted for publication 07.06.2024.