



Исследование биохимической активности заквасочных композиций, обогащенных пропионовокислыми бактериями, на различном сырье





Ирина В. Бояринева	¹	boyarinevaiv@yandex.ru	 0000-0003-4791-884X
Анна Б. Подволоцкая	¹	podvolotckaia.ab@dvfu.ru	 0000-0002-7450-4362
Варвара Д. Стёпочкина	¹	vdkislitsyna@gmail.com	 0000-0002-4124-6002
Егор О. Рочин	¹	rochin_eo@dvfu.ru	 0000-0001-7291-7289

¹ Дальневосточный федеральный университет, п. Аякс, 10, о. Русский, г. Владивосток, 690922, Россия

Аннотация. В настоящее время имеется необходимость развития ассортимента низколактозных или безлактозных молочных продуктов и продуктов на растительной основе, обусловленная увеличением количества потребителей с лактазной недостаточностью, имеющих аллергию на компоненты коровьего молока, проблемы с холестерином и т.п. Для разработки растительных и безлактозных биопродуктов возможно применение различных заквасочных культур, обогащенных пробиотиками. В работе были использованы различные заквасочные культуры, в качестве пробиотика – пропионовокислые бактерии. Объектами для культивирования заквасочных композиций служили безлактозное молоко, и растительные основы: рисовое молоко, овсяное молоко и кокосовое молоко; контролем являлось молоко отборное. Проведен сравнительный анализ процесса ферментации различных композиций заквасочных культур, обогащенных пропионовокислыми бактериями, на сырье животного и растительного происхождения. Продолжительность ферментации растительного сырья, относительно молока отборного и безлактозного, составляет 8-10 часов, при этом кислотообразующая активность комбинированных заквасочных культур достаточно высокая. Количество жизнеспособных клеток молочнокислых и пропионовокислых бактерий в полученных биопродуктах имеет высокое значение и составляет 107-108 к.о.е./см³. Это подтверждает, что питательная среда для культивирования подобранных заквасочных композиций, является благоприятной, и микрофлора заквасочной композиции развивается гармонично, не конкурируя друг с другом. Молочнокислые микроорганизмы и пропионовокислые бактерии, входящие в состав заквасок, позволяют получить ферментированные биопродукты с разнообразными вкусовыми характеристиками, присущими определённому виду сырья. По результатам проведенных исследований, разработанные заквасочные композиции удовлетворяют требованиям, предъявляемым к заквасочным культурам, обладают ценными технологическими свойствами, позволяющими расширить ассортимент растительных и безлактозных биопродуктов.

Ключевые слова: безлактозные биопродукты, растительные биопродукты, молочнокислые микроорганизмы, пропионовокислые бактерии, заквасочные композиции.

Investigation of the biochemical activity of starter compositions enriched with propionic acid bacteria on various raw materials

Irina V. Boyarineva	¹	boyarinevaiv@yandex.ru	 0000-0003-4791-884X
Anna B. Podvolotskaya	¹	podvolotckaia.ab@dvfu.ru	 0000-0002-7450-4362
Varvara D. Stepochkina	¹	vdkislitsyna@gmail.com	 0000-0002-4124-6002
Egor O. Rochin	¹	rochin_eo@dvfu.ru	 0000-0001-7291-7289

¹ Far Eastern Federal University, Ajax, 10, Russian Island, Vladivostok, 690922, Russia

Abstract. Currently, there is a need to develop an assortment of low-lactose or lactose-free dairy products and plant-based products due to an increase in the number of consumers with lactase deficiency, allergic to cow's milk components, cholesterol problems, etc. For the development of plant and lactose-free bioproducts, it is possible to use various starter cultures enriched with probiotics. Various starter cultures were used in the work, propionic acid bacteria were used as a probiotic. The objects were lactose-free milk and vegetable bases: rice milk, oat milk and coconut milk; the control was selected milk. A comparative analysis of the fermentation process of various compositions of starter cultures enriched with propionic acid bacteria on various raw materials was carried out. The duration of fermentation of vegetable raw materials is 8-10 hours, the acid-forming activity of combined starter cultures is quite high. The number of viable cells of lactic acid and propionic acid bacteria in the obtained bioproducts has a high value and amounts to 107-108 K.O.E. /cm³. This confirms that the nutrient medium for the cultivation of selected starter compositions is favorable, the microflora of the starter composition develops harmoniously. Lactic acid microorganisms and propionic acid bacteria make it possible to obtain fermented biological products with a variety of taste characteristics inherent in a certain type of raw material. According to the results of the research, the developed starter compositions meet the requirements for starter cultures, have valuable technological properties that allow expanding the range of plant and lactose-free biological products.

Keywords: lactose-free biological products, plant biological products, lactic acid microorganisms, propionic acid bacteria, starter cultures.

Для цитирования

Бояринева И.В., Подволоцкая А.Б., Стёпочкина В.Д., Рочин Е.О. Исследование биохимической активности заквасочных композиций, обогащенных пропионовокислыми бактериями, на различном сырье // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 1. С. 180–186. doi:10.20914/2310-1202-2023-1-180-186

For citation

Boyarineva I.V., Podvolotskaya A.B., Stepochkina V.D., Rochin E.O. Investigation of the biochemical activity of starter compositions enriched with propionic acid bacteria on various raw materials. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2023. vol. 85. no. 1. pp. 180–186. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2023-1-180-186

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Пробиотики – это «живые микроорганизмы», которые при введении в достаточных количествах приносят пользу здоровью хозяина [1]. Основные пробиотические организмы, используемые во всем мире, относятся к роду *Lactobacillus* и *Bifidobacteria* и обнаружены в микрофлоре желудочно-кишечного тракта [1, 2]. Пробиотики могут употребляться в виде ферментированной пищи, молочных продуктов [3].

Ферментированные молочные продукты, содержащие штаммы *Lactobacillus* оказывают положительное влияние на липидный обмен, снижают уровень холестерина в организме [4]. Молочнокислые бактерии в ферментированных молочных продуктах могут снизить риск развития рака толстой кишки. Это связано с тем, что они снижают активность гидролитических ферментов, которые продуцируют потенциальные проканцерогены [5].

Сбраживание углеводов и спиртов является важным диагностическим признаком молочнокислых микроорганизмов. Традиционно молочнокислые микроорганизмы культивируются и поддерживаются в стерильном молоке. Из многочисленных питательных сред, применяемых при культивировании молочнокислых микроорганизмов, пригодны сбалансированные по азотному, углеводному и витаминному составу среды, которые содержат все необходимые питательные и стимулирующие вещества, находящиеся в форме, которая легко усваивается микроорганизмами. Компоненты среды и их сочетания оказывают влияние на направленность биологической активности молочнокислых бактерий [6].

Бактерии рода *Lactobacillus* относятся к микроорганизмам, имеющим сложные питательные потребности. Для их активного развития требуется наличие веществ, необходимых для построения бактериальной клетки (нуклеиновых кислот, полисахаридов, аминсахаров и т. д.) [7].

Традиционно в нашей стране уделяется внимание технологии производства кисломолочных биопродуктов на основе коровьего молока. Основной задачей технологов является получение продукта с хорошими органолептическими свойствами, оптимальными физико-химическими, реологическими параметрами и необходимым содержанием молочнокислой микрофлоры.

Вместе с тем отдельная категория населения не переносит лактозу, являющуюся основным углеводным источником молока [8]. Непереносимость лактозы представляет собой состояние, при котором человек не может переваривать или усваивать лактозу, по причинам: генетически запрограммированного дефицита фермента лактазы, вызванного полиморфизмом в гене и повреждения эпителиальных клеток пищеварительного тракта [9–11].

В последние годы качество и разнообразие продукции в сегменте безлактозных молочных продуктов в мире значительно возросло. Мировой рынок безлактозных молочных продуктов является самым быстрорастущим сегментом в молочной промышленности [12]. Наиболее крупным и быстроразвивающимся рынком безлактозной продукции является Западная Европа, за ней следует Латинская Америка. В России сегмент безлактозных молочных продуктов представлен продукцией отечественных и зарубежных производителей [13]. В настоящее время имеется необходимость развития ассортимента низколактозных молочных продуктов.

В последние годы на отечественном рынке пищевых продуктов появились аналоги молока на основе растительного сырья. При этом различные виды растительного молока некоторые производители позиционируют как альтернативу коровьему. Преимущества коровьего молока перед растительными альтернативами очевидны. Белки молока превосходят белки растений в силу лучшей сбалансированности по аминокислотному составу. Биологическая ценность белков молока составляет 85%, тогда как этот показатель для растительных белков значительно ниже [8]. Лактозосодержащие продукты, в первую очередь лактоза молока, увеличивают всасывание кальция, а соответственно, служат профилактикой формирования остеопороза [14].

Помимо содержания высококачественного белка, молоко и другие молочные продукты обеспечивают 30–40% кальция, йода, витамина В₁₂ и рибофлавина в рационе, поэтому группы населения с низким потреблением молока часто имеют низкие показатели этих питательных веществ [15, 16].

Тем не менее, приобретает все большую популярность рынок альтернативных продуктов на растительной основе и безлактозное молоко. К немолочным альтернативам молока на отечественном рынке относят соевое, миндальное, рисовое, овсяное, кокосовое и др. [17].

Растительные заменители молока (РЗМ) представляют собой водные экстракты семейства бобовых, семян масличных растений или злаков, которые по виду напоминают коровье молоко. Наиболее используемые растительным заменителем молока является соевое молоко [18]. Соевые продукты все еще доминируют на рынке, но появление альтернативных продуктов из других растительных источников, таких как кокосовый орех, овес и миндаль, уменьшило их долю [19].

Растительное молоко каждого вида имеет свои особенности по органолептическим свойствам. Рекомендуется потреблять растительное

молоко в разумных пределах и чередовать его виды. Это обеспечивает потребителю разнообразие по составу и свойствам и баланс незаменимых веществ [20].

В составе рисового молока присутствуют клетчатка, витамины В₃, В₆, железо, медь, магний. Рис. не содержит глютенa, поэтому рисовое молоко подойдет для людей с непереносимостью этого белка. Овсяное молоко богато витаминами группы В, содержит кальций, фосфор, железо, антиоксиданты. Благодаря высокому содержанию клетчатки овсяное молоко укрепляет пищеварительную систему и дает чувство сытости. Входящий в его состав бета-глюкан помогает снизить уровень холестерина и желчных кислот в кишечнике [20].

Рисовое молоко по количеству кальция и витаминов не уступает коровьему. Имеет меньшую жирность и калорийность, легче усваивается и не вызывает аллергии. Рисовое молоко превосходит коровье по содержанию витаминов А, D, Е и В₁₂. Данный вид молока содержит большое количество веществ, которые способны снижать уровень холестерина в организме и нормализовать уровень сахара в крови [21].

Кокосовое молоко имеет низкую калорийность и способно быстро усваиваться организмом. Оно содержит аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины групп А, В, С, РР, К, Е, моно- и дисахариды, медь, натрий, селен, фосфор, железо, магний, цинк, марганец, эфирные масла. Благодаря такому богатому составу употребление кокосового молока благотворно влияет на сердечно-сосудистую и желудочно-кишечную системы, стабилизирует уровень гемоглобина, содержание глюкозы и холестерина в крови, улучшает работу мозга и ускоряет набор мышечной массы [20]. Данный вид растительного молока богат калием. Содержание калия в два раза больше, чем в коровьем молоке. Что касается кальция, то уровень его в кокосовом аналоге невысок [21].

Разработка технологии низколактозных (и/или безлактозных) и растительных пробиотических кисломолочных биопродуктов в настоящее время актуальна, поскольку используются в качестве профилактических или реабилитационных продуктов в отношении различных инфекций, в качестве функциональных продуктов, а дополнительное снижение массовой доли лактозы и использование растительного сырья повышает их применимость.

Цель работы – сравнительный анализ биохимической активности микробных консорциумов, обогащенных пропионовокислыми бактериями, на различных видах сырья животного и растительного происхождения.

Материалы и методы

Объектами исследований являлись: молоко отборное с массовой долей жира 3,3–4,3%, массовой долей белка 3,2%; молоко овсяное с массовой долей жира 3,2%, массовой долей углеводов 6,5%, массовой долей белка 1,0%; молоко кокосовое с массовой долей жира 1,5%, массовой долей белка 0,4%, массовой долей углеводов 5,0%; молоко рисовое с массовой долей жира 1,5%, массовой долей белка 0,2%, массовой долей углеводов 12,0%; безлактозное молоко с массовой долей жира 1,5%, массовой долей белка 3,0%, массовой долей углеводов 4,7%. В качестве заквасочных культур использовали производственные культуры компании ДАНИСКО, а также пропионовокислые бактерии *Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii* AC-2503, активизированные биотехнологическим способом, разработанном в Восточно-сибирском государственном университете технологий и управления.

Все испытания проводили общепринятыми методами. Активную кислотность определяли с помощью pH-метра S80 Seleven Multi Mettler Toledo. Вязкость находили с помощью ротационного вискозиметра VISCO, Atago, японского производства. Микроскопирование проводили с использованием микроскопа Axio Lab. A1.

Результаты и обсуждение

В состав комплексных бактериальных заквасок микрофлора была подобрана с учетом требований к конечному продукту по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Опытным путем были составлены четыре композиции заквасочных культур из идентифицированных штаммов бактерий для приготовления новых кисломолочных биопродуктов. Состав заквасочных композиций представлен в таблице 1.

Таблица 1.
Состав заквасочных композиций

Table 1.
Composition of starter compositions

Образец Sample	Состав Composition
Контроль Control	<i>Propionibacterium freundenreichii</i> subsp. <i>shermanii</i> AC-2503
Образец культуры 1 Sample culture 1	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Propionibacterium freundenreichii</i> subsp. <i>shermanii</i> AC-2503
Образец культуры 2 Sample culture 2	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Propionibacterium freundenreichii</i> subsp. <i>shermanii</i> AC-2503
Образец культуры 3 Sample culture 3	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium lactis</i> , <i>Propionibacterium freundenreichii</i> subsp. <i>shermanii</i> AC-2503

В работе использовались различные виды сырья растительного и животного происхождения: молоко безлактозное, молоко рисовое, молоко овсяное, молоко кокосовое, в качестве контроля сырья – молоко отборное.

На первом этапе исследований изучены основные технологические показатели такие, как скорость сквашивания и предельная кислотообразующая способность (таблица 2, рисунок 1).

Таблица 2.
Продолжительность культивирования комбинированных культур на различных питательных основах

Table 2.

Duration of cultivation of combined crops on various nutritional bases

Питательная основа Nutrient Base	Образец заквасочной композиции Starter Composition Sample	Температура культивирования, °C Cultivation temperature, °C	Продолжительность сквашивания, час Fermentation duration, hour
Молоко отборное (МО) Selected milk	Контроль	30	7,0
	Образец культур 1	36	6,0
	Образец культур 2	30	7,5
	Образец культур 3	37	6,5
Молоко безлактозное (МБ) Milk, lactose free	Контроль	30	8,5
	Образец культур 1	36	8,0
	Образец культур 2	30	9,0
	Образец культур 3	37	8,0
Молоко рисовое (МР) Rice milk	Контроль	30	9,0
	Образец культур 1	36	9,5
	Образец культур 2	30	10,0
	Образец культур 3	37	9,0
Молоко овсяное (МОВ) Oat milk	Контроль	30	8,0
	Образец культур 1	36	8,5
	Образец культур 2	30	9,0
	Образец культур 3	37	8,5
Молоко кокосовое (МК) Coconut milk	Контроль	30	8,5
	Образец культур 1	36	8,0
	Образец культур 2	30	8,5
	Образец культур 3	37	8,5

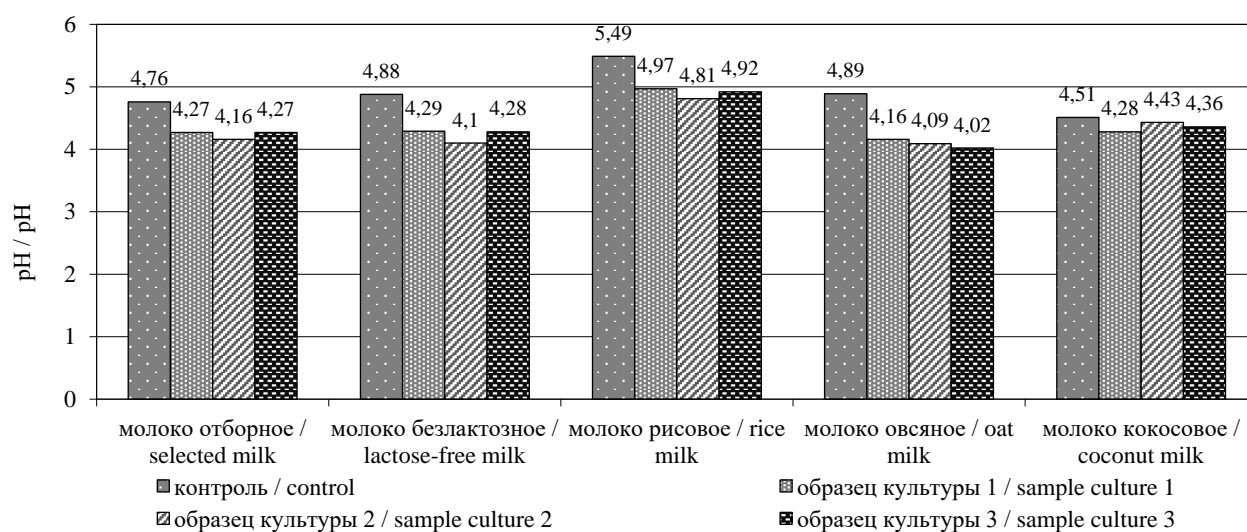


Рисунок 1. Предельная активная кислотность образцов ферментированных биопродуктов

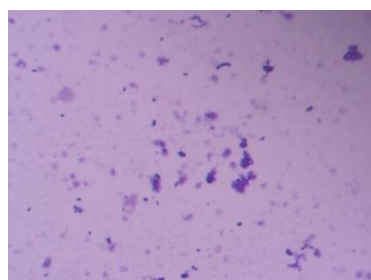
Figure 1. Maximum active acidity of samples of fermented biological products

Полученные результаты свидетельствуют, что все разработанные консорциумы, обогащенные пропионовокислыми бактериями, обладают высокой биохимической активностью. Максимальное время ферментации наблюдается при температуре 30 °C для немолочной рисовой среды. Для образцов с немолочной овсяной и кокосовой основой максимальная продолжительность ферментации составила 8,5–9,0 часов при культивирования всех заквасочных композиций.

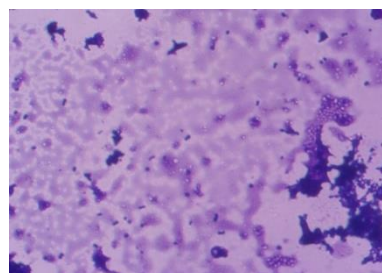
Важно отметить, что динамика изменения активной кислотности безлактозного молока проходила на уровне изменения кислотности в отборном молоке. Это можно объяснить тем, что углеводный фракционный состав безлактозного молока, а именно, глюкоза и галактоза, является субстратом для развития молочнокислой микрофлоры и пропионовокислых бактерий, и в целом, позволяет активно осуществлять процесс ферментации.

Наиболее выраженная тенденция снижения активной кислотности наблюдается в овсяном молоке, особенно при использовании комбинации культур *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*, *Propionibacterium freundenreichii subsp. shermanii* AC-2503. Возможно, это связано с проявлением большей биохимической активности культур в богатой моносахарами овсяной основе. Подобная тенденция прослеживается в образце на основе кокосового сырья.

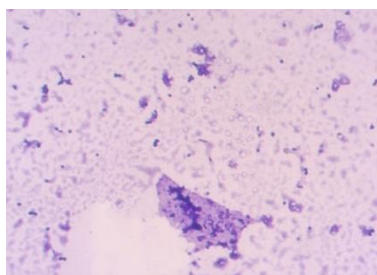
Было установлено, что все продукты обладают хорошими органолептическими свойствами. Во всех образцах отмечен выраженный рост молочнокислых и пропионовокислых бактерий 10^7 - 10^8 к.о.е./см³. В дальнейшем проводили микроскопирование образцов ферментированных биопродуктов с использованием образца комбинированной культуры 3, как наиболее биохимически активного (рисунок 2).



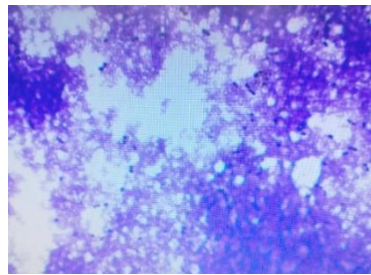
1. МО/3 / selected milk/3



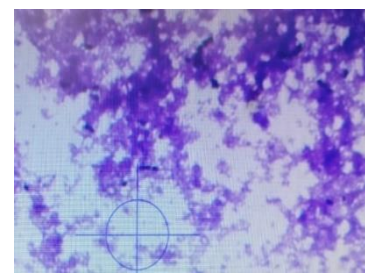
2. МБ/3 / lactose-free milk/3



3. MP/3 / rice milk/3



4. MOB/3 / oat milk/3



5. МК/3 / coconut milk/3

Рисунок 2. Микроскопическая картина образцов кисломолочных биопродуктов с использованием различного сырья и образца комбинированных культур 3 (1. Молоко отборное; 2. Молоко безлактозное; 3. Молоко рисовое; 4. Молоко овсяное; 5. Молоко кокосовое)

Figure 2. Microscopic picture of samples of fermented dairy bioproducts using various raw materials and a sample of combined cultures 3 (1. Selected milk; 2. Lactose-free milk; 3. Rice milk; 4. Oat milk; 5. Coconut milk)

В процессе экспериментальных исследований установлено, что все комбинированные заквасочные культуры обладают выраженной биохимической активностью при ферментации на сырье животного и растительного происхождения. Более продолжительное образование сгустка наблюдали в образце на рисовой основе. Полученные данные наглядно показывают, что процесс нарастания кислотности в образцах на растительной основе проходит медленнее, чем в образцах на основе молока отборного и безлактозного. При сравнении эффектов нарастания кислотности в растительных продуктах и безлактозном молоке наблюдается активная работа всех заквасочных композиций, в состав которых входят пропионовокислые бактерии. С технологической точки зрения факт непродолжительного образования сгустка и плавного снижения pH важен, поскольку данная технология может быть легко воспроизведена в производственных условиях.

Изучены органолептические показатели полученных биопродуктов. Безлактозный кисломолочный продукт обладает плотной консистенцией,

чистым кисломолочным вкусом. Отмечено, что консистенция растительных биопродуктов является жидкой расслаивающейся. Вкус и запах растительных биопродуктов соответствует растительному компоненту сырья со слабовыраженным кисломолочным привкусом

Заключение

В заключении необходимо отметить, что разработанные заквасочные культуры, обогащенные пропионовокислыми бактериями, активно ферментируют различное сырье растительного и животного происхождения. Очевидно, что культивирование комбинированных культур на растительном сырье происходит несколько медленнее относительно белактозного продукта и сопровождается продолжительным кислотообразованием, что подтверждается результатами активной кислотности. Разработанные продукты содержат достаточное количество жизнеспособных клеток молочнокислых и пропионовокислых бактерий.

Литература

- 1 Shah N.P. Functional cultures and health benefits // International dairy journal. 2007. V. 17. №. 11. P. 1262-1277. doi: 10.1016/j.idairyj.2007.01.014
- 2 Parvez S., Malik K.A., Kang S.A., Kim H.-Y. Probiotics and their fermented food products are beneficial for health // Journal of applied microbiology. 2006. V. 100. №. 6. P. 1171-1185. doi: 10.1111/j.1365-2672.2006.02963.x
- 3 Mugambi M.N. et al. Synbiotics, probiotics or prebiotics in infant formula for full term infants: a systematic review // Nutrition journal. 2012. V. 11. P. 1-32. doi:10.1186/1475-2891-11-81
- 4 Héchard Y., Dérjard B., Letellier F., Cenatiempo Y. Characterization and purification of mesentericin Y105, an anti-Listeria bacteriocin from *Leuconostoc mesenteroides* // Microbiology. 1992. V. 138. №. 12. P. 2725-2731. doi: 10.1099/00221287-138-12-2725
- 5 Абдуллаева Н.Ф., Тагизаде З.А., Мустафаева Р.С. Микробиологические и биохимические характеристики молочнокислых бактерий и области их применения (обзор) // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2017. № 3 (3). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mikrobiologicheskie-i-biohimicheskie-harakteristiki-molochnokislyh-bakteriy-i-oblasti-ih-primeneniya-obzor>
- 6 Гаврилова Н.Н., Ратникова И.А., Баякышова К. Оптимизация питательной среды для культивирования ассоциаций из молочнокислых и пропионовокислых бактерий // Биотехнология. Теория и практика. 2006. № 3. С. 83–87.
- 7 Беспоместных К.В. Изучение влияния состава питательной среды на изменение биохимических и морфологических свойств штаммов лактобацилл // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=16600>
- 8 Донская Г.А., Дрожжин В.М., Блинова Т.Е. Ферментированный продукт на растительной основе // Хранение и переработка сельхозсырья. 2020. № 4. С. 67–78.
- 9 Domínguez-Jiménez, J.L., Fernández-Suárez A. Diagnosis of lactose intolerance // Medicina Clínica. 2017. V. 148 (6). P. 262–264.
- 10 Fassio F., Facioni M.S., Guagnini F. Lactose maldigestion, malabsorption, and intolerance: a comprehensive review with a focus on current management and future perspectives // Nutrients. 2018. V. 10. P. 1599–1611.
- 11 Deng Y. Lactose intolerance in adults: biological mechanism and dietary management // Nutrients. 2015. V. 7. P. 8020–8035.
- 12 Dekker P.J.T., Koenders D., Bruins M.J. Lactose-Free Dairy Products: Market Developments, Production, Nutrition and Health Benefits // Nutrients. 2019. № 3. P. 237–245.
- 13 Горлова А.И., Ильина А.М. Физиологическая роль лактозы нативного и гидролизованного молока: обзор // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 2. С. 57–61. doi: 10.20914/2310-1202-2022-2-57-61
- 14 Abrams S.A., Griffin I.J., Davila P.M. Calcium and zinc absorption from lactose-containing and lactose-free infant formulas // Am J Clin Nutr. 2002. V. 76. P. 442–446.
- 15 Millward D.J., Garnett T. Plenary Lecture 3: Food and the planet: nutritional dilemmas of greenhouse gas emission reductions through reduced intakes of meat and dairy foods // Proc Nutr Soc. 2010 V. 69. № 1. P. 103–118. doi: 10.1017/S0029665109991868
- 16 Black R.E., Williams S.M., Jones I.E., Goulding A. Children who avoid drinking cow milk have low dietary calcium intakes and poor bone health // Am J Clin Nutr. 2002. V. 76. № 3. P. 675–680.
- 17 Егорова Е.Ю. Немолочное молоко: обзор сырья и технологий // Ползуновский вестник. 2018. № 3. С. 25–34. doi: 10.25712/ASTU.2072 – 8921.2018.03.005
- 18 Медведев О.С., Медведева Н.А. Растительные заменители молока: особенности, преимущества, использование в питании // Вопросы диетологии. 2018. Т. 8. № 1. С. 52–58. doi: 10.20953/2224-5448-2018-1-52-58
- 19 Mintel. In the shadow of competition, the soy market slumps // Mintel Press Release. 2011. URL: <http://www.mintel.com/press-centre/press-releases/696/in-the-shadow-of-competition-the-soy-market-slumps>
- 20 Мирзоев А.М., Дорогокупля И.В. Растительное молоко: пищевая ценность и оценка качества // Современная наука: новые подходы и актуальные исследования: материалы Международной (заочной) научно-практической конференции, Прага, Чехия, 21 апреля 2020 года. Прага, Чехия: Научно-издательский центр "Мир науки", 2020. С. 23–28.
- 21 Козупова А.Н. Растительные заменители натурального коровьего молока // Здоровьесберегающие технологии, качество и безопасность пищевой продукции: сборник статей по материалам Всероссийской конференции с международным участием, Краснодар, 19 ноября 2021 года. С. 20–23.

References

- 1 Shah N.P. Functional cultures and health benefits. International dairy journal. 2007. vol. 17. no. 11. pp. 1262-1277. doi: 10.1016/j.idairyj.2007.01.014
- 2 Parvez S., Malik K.A., Kang S.A., Kim H.-Y. Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. Journal of applied microbiology. 2006. vol. 100. no. 6. pp. 1171-1185. doi: 10.1111/j.1365-2672.2006.02963.x
- 3 Mugambi M.N. et al. Synbiotics, probiotics or prebiotics in infant formula for full term infants: a systematic review. Nutrition journal. 2012. vol. 11. pp. 1-32. doi:10.1186/1475-2891-11-81
- 4 Héchard Y., Dérjard B., Letellier F., Cenatiempo Y. Characterization and purification of mesentericin Y105, an anti-Listeria bacteriocin from *Leuconostoc mesenteroides*. Microbiology. 1992. vol. 138. no. 12. pp. 2725-2731. doi: 10.1099/00221287-138-12-2725
- 5 Abdullayeva N.F., Tagizade Z.A., Mustafayeva R.S. Microbiological and biochemical characteristics of lactic acid bacteria and their applications (review). Actual problems of humanities and natural sciences. 2017. no. 3 (3). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mikrobiologicheskie-i-biohimicheskie-harakteristiki-molochnokislyh-bakteriy-i-oblasti-ih-primeneniya-obzor> (in Russian).
- 6 Gavrilova N.N., Ratnikova I.A., Bayakysheva K. Optimization of nutrient medium for cultivation of associations from lactic acid and propionic acid bacteria. Biotechnologiya. Theory and practice. 2006. no. 3. pp. 83-87. (in Russian).
- 7 Bespomestnykh K.V. Studying the influence of nutrient medium composition on the change of biochemical and morphological properties of lactobacillus strains. Modern problems of science and education. 2014. no. 6. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=16600> (in Russian).
- 8 Donskaya G.A., Drozhzhin V.M., Blinova T.E. Fermented plant-based product. Storage and processing of agricultural raw materials. 2020. no. 4. pp. 67-78. (in Russian).
- 9 Domínguez-Jiménez, J.L., Fernández-Suárez A. Diagnosis of lactose intolerance. Medicina Clínica. 2017. vol. 148 (6). pp. 262–264.

- 10 Fassio F., Facioni M.S., Guagnini F. Lactose maldigestion, malabsorption, and intolerance: a comprehensive review with a focus on current management and future perspectives. *Nutrients*. 2018. vol. 10. pp. 1599–1611.
- 11 Deng Y. Lactose intolerance in adults: biological mechanism and dietary management. *Nutrients*. 2015. vol. 7. pp. 8020–8035.
- 12 Dekker P.J.T., Koenders D., Bruins M.J. Lactose-Free Dairy Products: Market Developments, Production, Nutrition and Health Benefits. *Nutrients*. 2019. no. 3. pp. 237–245.
- 13 Gorlova A.I., Ilyina A.M. The physiological role of lactose in native and hydrolyzed milk: a review. *Proceedings of VSUET*. 2022. vol. 84, no. 2. pp. 57–61. doi: 10.20914/2310-1202-2022-2-57-61 (in Russian).
- 14 Abrams S.A., Griffin I.J., Davila P.M. Calcium and zinc absorption from lactose-containing and lactose-free infant formulas. *Am J Clin Nutr*. 2002. vol. 76. pp. 442–446.
- 15 Millward D.J., Garnett T. Plenary Lecture 3: Food and the planet: nutritional dilemmas of greenhouse gas emission reductions through reduced intakes of meat and dairy foods. *Proc Nutr Soc*. 2010. vol. 69. no. 1. pp. 103–118. doi: 10.1017/S0029665109991868
- 16 Black R.E., Williams S.M., Jones I.E., Goulding A. Children who avoid drinking cow milk have low dietary calcium intakes and poor bone health. *Am J Clin Nutr*. 2002. vol. 76. no. 3. pp. 675–680.
- 17 Egorova E.Yu. Non-dairy milk: a review of raw materials and technologies. *Polzunovsky vestnik*. 2018. no. 3. pp. 25–34. doi: 10.25712/ASTU.2072 – 8921.2018.03.005 (in Russian).
- 18 Medvedev O.S., Medvedeva N.A. Vegetable milk substitutes: features, advantages, use in nutrition. *Questions of dietetics*. 2018. vol. 8. no. 1. pp. 52–58. doi: 10.20953/2224-5448-2018-1-52-58 (in Russian).
- 19 Mintel. In the shadow of competition, the soy market slumps. *Mintel Press Release*. 2011. Available at: <http://www.mintel.com/press-centre/press-releases/696/in-the-shadow-of-competition-the-soy-market-slumps>
- 20 Mirzoev A.M., Dorogokuplya I.V. Vegetable milk: nutritional value and quality assessment. *Modern Science: New Approaches and current research: Materials of the International (correspondence) Scientific and Practical Conference, Prague, Czech Republic, April 21, 2020. Prague, Czech Republic, Scientific Publishing Center "World of Science", 2020. pp. 23–28. (in Russian).*
- 21 Kozlova A.N. Vegetable substitutes for natural cow's milk. Health-saving technologies, quality and safety of food products: collection of articles based on the materials of the All-Russian Conference with international participation, Krasnodar, November 19, 2021. pp. 20–23. (in Russian).

Сведения об авторах

Ирина В. Бояринева д.т.н., профессор, базовая кафедра «Биоэкономики и продовольственной безопасности» Инновационного технологического центра Передовой инженерной школы «Института биотехнологий, биоинженерии и пищевых систем», Дальневосточный федеральный университет, п. Аякс, 10, о. Русский, г. Владивосток, Приморский край, 690922, Россия, boyarinevaiv@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4791-884X>

Анна Б. Подволоцкая к.м.н., доцент, базовая кафедра «Биоэкономики и продовольственной безопасности» Инновационного технологического центра Передовой инженерной школы «Института биотехнологий, биоинженерии и пищевых систем», Дальневосточный федеральный университет, п. Аякс, 10, о. Русский, г. Владивосток, Приморский край, 690922, Россия, podvolotckaia.ab@dvfu.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7450-4362>

Варвара Д. Стёпочкина аспирант, базовая кафедра «Биоэкономики и продовольственной безопасности» Инновационного технологического центра Передовой инженерной школы «Института биотехнологий, биоинженерии и пищевых систем», Дальневосточный федеральный университет, п. Аякс, 10, о. Русский, г. Владивосток, Приморский край, 690922, Россия, vdkislitsyna@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4124-6002>

Егор О. Рочин ассистент, базовая кафедра «Биоэкономики и продовольственной безопасности» Инновационного технологического центра Передовой инженерной школы «Института биотехнологий, биоинженерии и пищевых систем», Дальневосточный федеральный университет, п. Аякс, 10, о. Русский, г. Владивосток, Приморский край, 690922, Россия, rochin_eo@dvfu.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7291-7289>

Вклад авторов

Ирина В. Бояринева принадлежит идея создания симбиотического концентрата, новых биопродуктов, обзор литературных источников, проведение эксперимента, написание рукописи
Анна Б. Подволоцкая консультация в ходе исследования
Варвара Д. Стёпочкина консультация в ходе исследования
Егор О. Рочин консультация в ходе исследования

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Irina V. Boyarineva Dr. Sci. (Engin.), professor, Department of Bioeconomics and Food Security of the Innovative Technological Center of the Advanced Engineering School of the «Institute of Biotechnology, Bioengineering and Food Systems», Far Eastern Federal University, Ajax, 10, Russian Island, Vladivostok, Primorsky Krai, 690922, Russia, boyarinevaiv@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4791-884X>

Anna B. Podvolotskaya Cand. Sci. (Med.), associate professor, Department of Bioeconomics and Food Security of the Innovative Technological Center of the Advanced Engineering School of the «Institute of Biotechnology, Bioengineering and Food Systems», Far Eastern Federal University, Ajax, 10, Russian Island, Vladivostok, Primorsky Krai, 690922, Russia, podvolotckaia.ab@dvfu.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7450-4362>

Varvara D. Stepochkina graduate student, Department of Bioeconomics and Food Security of the Innovative Technological Center of the Advanced Engineering School of the «Institute of Biotechnology, Bioengineering and Food Systems», Far Eastern Federal University, Ajax, 10, Russian Island, Vladivostok, Primorsky Krai, 690922, Russia, vdkislitsyna@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4124-6002>

Egor O. Rochin post-graduate student, Department of Bioeconomics and Food Security of the Innovative Technological Center of the Advanced Engineering School of the «Institute of Biotechnology, Bioengineering and Food Systems», Far Eastern Federal University, Ajax, 10, Russian Island, Vladivostok, Primorsky Krai, 690922, Russia, rochin_eo@dvfu.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7291-7289>

Contribution

Irina V. Boyarineva owns the idea of creating a symbiotic concentrate, new biological products belongs to, reviewing literary sources, conducting an experiment, writing a manuscript
Anna B. Podvolotskaya consultation during the study
Varvara D. Stepochkina consultation during the study
Egor O. Rochin consultation during the study

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 20/12/2022	После редакции 19/01/2023	Принята в печать 15/02/2023
Received 20/12/2022	Accepted in revised 19/01/2023	Accepted 15/02/2023