УДК 602.4:637.1 https://www.doi.org/10.21603/1019-8946-2023-6-14

НОВЫЕ БИОПРОДУКТЫ НА МОЛОЧНОЙ И РАСТИТЕЛЬНОЙ ОСНОВАХ И ИХ КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТИСТИКА*

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Ирина Валерьевна Бояринева, д-р техн. наук, профессор кафедры
E-mail: boyarineva.iv@dvfu.ru
Анна Борисовна Подволоцкая, канд. мед. наук, доцент кафедры
E-mail: podvolotckaia.ab@dvfu.ru
Варвара Дмитриевна Степочкина, аспирант
E-mail: vdkislitsyna@gmail.com
Егор Олегович Рочин, аспирант, ассистент кафедры
E-mail: rochin_eo@dvfu.ru
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Рассмотрены стратегии включения промышленных штаммов заквасочных культур и пробиотиков в технологию функциональных молочных и растительных биопродуктов, а также влияние заквасочных культур на формирование структуры сгустков ферментированных молочных и растительных биопродуктов. Получены новые виды пробиотических биопродуктов на молочной и растительной основах, определены их основные биохимические, микробиологические и реологические свойства. В работе использованы три микробных заквасочных консорциума, обогащенных пропионовокислыми бактериями, а в качестве контроля – активизированные пропионовокислые бактерии *Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*. В качестве сырья были применены молочная, безлактозная, овсяная и рисовая основы. Проведена объективная оценка консистенции пробиотических продуктов. Титр жизнеспособных микробных клеток в готовых биопродуктах имеет высокое значение 10^7–10^8 КОЕ/см^3. Установлено, что сгустки молочных биопродуктов имеют наибольшее значение вязкости. В растительных биопродуктах структурообразование сгустков слабое, но, благодаря составу заквасочных консорциумов, сгустки имеют однородную консистенцию.

Ключевые слова: молочная основа, растительная основа, молочнокислые микроорганизмы, пропионовокислые бактерии, вязкость, биопродукты

ВВЕДЕНИЕ

Ферментация пищевых продуктов является важным биохимическим процессом производства продукции, служащим средством сохранения и увеличения срока годности, аромата, текстуры, вкуса, питательной ценности и функциональных свойств пищевых продуктов [1, 2]. Ферментированные продукты и напитки – это продукты, приготовленные путем желаемого роста микроорганизмов и ферментативного преобразования пищевых компонентов [3].

Большинство кисломолочных продуктов содержат микробное сообщество, характеризующееся преобладанием молочнокислых бактерий (LAB), которые могут сбраживать углеводы с образованием молочной кислоты. В последние десятилетия лабораторное изучение пробиотиков возросло, поскольку специфические лабораторные штаммы могут приносить широкий спектр пользы для здоровья благодаря механизмам, включающим усиление барьерной функции кишечника, конкурентное исключение патогенов, выработку антимикробных веществ и модуляцию функционирования иммунитета [4, 5, 6].

Регламентирующие документы, к сожалению, не учитывают суммарное поступление пищевых добавок через различные источники (пищу, воду, воздух), не имеют критериев, позволяющих оценить влияние их на иммунную систему здоровых людей и людей с имеющимися сопутствующими аллергическими и другими заболеваниями, особенно пациентов, принимающих лекарства [7].

Существующие концепции в области здорового питания направлены на создание функциональных, специализированных, и персонифицированных пищевых продуктов, обеспечивающих устойчивое состояние и активную работоспособность при их ежедневном потреблении в составе пищевого рациона. Важным фактором остается организация производства натуральных высококачественных пищевых продуктов [8, 9].

За последние несколько десятилетий исследования функциональных продуктов питания значительно продвинулись вперед. Путем внесения специализированных пищевых добавок и ингредиентов в продукт имеется возможность достижения направленного профилактического воздействия на организм

* Работа выполнена в рамках соглашения с Минобрнауки России № 075-15-2022-1143 от 07 июля 2022 г.

человека. Таким образом, пищевому продукту придаются, а в некотором случае, усиливаются профилактические или функциональные свойства. Известно положительное воздействие на макроорганизм молочных, в особенности – кисломолочных продуктов. Молочнокислые бактерии участвуют в выработке комплекса жизненно-необходимых и важных для организма веществ [10]. Пропионовокислые микроорганизмы обладают ценными биотехнологическими и пробиотическими свойствами, что позволяет рекомендовать их к более широкому применению при производстве ферментированных продуктов.

Необходимость создания более широкой ассортиментной линейки низколактозных и безлактозных продуктов обусловлена увеличением количества потребителей с лактазной недостаточностью. Создание промышленных технологий низколактозных и безлактозных пробиотических биопродуктов особенно актуально, поскольку пробиотики используются для получения профилактических или реабилитационных продуктов в отношении сопутствующих заболеваний (например, вирусных инфекций), а дополнительное снижение массовой доли лактозы значительно повышает их ценность и применимость.

Для предотвращения развития симптомов непереносимости лактозы, следует придерживаться определенных правил:
– использовать ферментированные продукты (йогурты и другие кисломолочные продукты) и «зрелые» молочные продукты, в которых лактоза частично или полностью удалена в ходе процесса изготовления продуктов (сливочное масло, мягкие и твердые сыры);
– совмещать употребление лактозосодержащих продуктов с другими, преимущественно, зерновыми продуктами (например, каша с добавлением молока, молоко с булочкой и т. п.);
– распределять равномерно в течение дня правильное потребление максимально допустимой дозы лактозы [11, 12].

Многочисленные исследования подтверждают взаимно-положительный эффект от комбинирования животных и растительных компонентов в рецептурах продуктов питания. Их совместное использование и определенные соотношения позволяют дополнять пищевые продукты недостающими биологически активными веществами. Разработки в данной области отнесены к новому инновационному направлению создания так называемых поликомпонентных продуктов питания, в состав которых входят растительные ингредиенты.

Спрос на растительные напитки и биопродукты вполне оправдан интересом населения к здоровому питанию [13]. Растительные заменители молока позиционируются как продукты, полезные для здоровья [14]. Пищевые свойства различных растительных напитков сильно отличаются, поскольку они зависимы от сырья, способа технологической обработки, обогащения и наличия других пищевых ингредиентов, таких как подсластители, вкусоароматические добавки, масла [15].

Наиболее распространенным растительным заменителем молока является соевое молоко. Учитывая выявленные специфические и аллергенные свойства этого продукта, продолжает развиваться интерес к другим растительным основам, которые могут быть доступны для российского рынка, и одним из них является овсяное молоко [13].

Положительное действие на здоровье человека напитков, полученных из овсяного сырья, имеет множество доказательств. Замена обезжиренного коровьего молока на овсяное молоко снижает уровень холестерина в плазме крови и концентрацию липопротеинов низкой плотности у здоровых людей после 4 недель потребления [16]. Подобный результат был получен и в другом исследовании, проведенном на женщинах с повышенным содержанием холестерина, где проводились сравнительные испытания диет с растительными овсяным и соевым молоком, коровьим молоком [17]. При наблюдении эффектов растительных напитков овсяного молока с рисовым были получены данные, доказывающие, что при употреблении этих растительных продуктов в течение 5 недель снижался уровень холестерина в плазме крови и количество липопротеинов низкой плотности на 6 % [18]. Большое количество исследований подтверждают этот эффект и связывают его с наличием в овсяном молоке растворимой клетчатки – β-глюкана [19]. β-Глюкан является сложным природным полисахаридом, состоящим из мономеров D-глюкозы, соединенных β-гликозидными связями с различным молекулярным весом от нескольких тысяч до нескольких сотен молекулярных единиц. Важно отметить, что этот природный полисахарид имеет функциональные свойства пребиотика, то есть не подвергается действию ферментов, присутствующих в желудочно-кишечном тракте, следовательно, не переваривается в организме человека. Подобного вида компоненты продуктов питания иемют название «пищевые волокна» [15].

Важным биологическим свойством *β*-глюкана, определяющим многие его физиологические воздействия, является специфическая способность увеличивать вязкость жидкой фазы составляющей пищи, поскольку при взаимодействии с водой этот полимер начинает сначала растворяться, а затем проявляется в виде набухания в пищевом растворе [20].

Целью настоящей работы является создание новых биопродуктов на молочной и растительной основах с использованием различных комбинаций заквасочных культур, обогащенных пропионовокислыми бактериями. В ходе выполнения работы важно определить основные биохимические и микробиологические показатели.

В настоящей работе для определения закономерности изменения структурно-механических свойств в разработанных кисломолочных и растительных биопродуктах в зависимости от вида сырья и используемых микробных консорциумов одним из этапов исследований является определение вязкости биосгустков. Вязкость, как важная реологическая характеристика, необходима для объективной оценки консистенции биопродуктов, определяемая типом структуры и механическими свойствами ферментированного продукта.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследований являлись: молоко коровье отборное (массовая доля белка 3,2 %); молоко овсяное (массовая доля жира 3,2 %, массовая доля углеводов 6,5 %, массовая доля белка 1,0 %); молоко кокосовое (массовая доля жира 1,5 %, массовая доля белка 0,4 %, массовая доля углеводов 5,0 %); молоко рисовое (массовая доля жира 1,5 %, массовая доля белка 0,2 %, массовая доля углеводов 12,0 %); безлактозное молоко (массовая доля жира 1,5 %, массовая доля белка 3,0 %, массовая доля углеводов 4,7 %). В качестве заквасочных культур использовали рекомендуемые для промышленных условий производственные культуры корпорации ДАНИСКО.

Для обогащения заквасочных композиций применяли пропионовокислые бактерии *Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*, активизированные биотехнологическим способом, разработанном в Восточно-Сибирском государственном университете технологий и управления. Содержание молочнокислых микроорганизмов находили методом предельно-допустимых разведений по ГОСТ 10444.11-89, а количество пропионовокислых бактерий – на среде ГМК-1 по ТУ 10-02-02-789-192-95 «Гидролизатно-молочная среда для количественного учета бифидобактерий и пропионовокислых бактерий».

Все испытания проводили общепринятыми методами. Активную кислотность определяли pH-метром S80 Seleven Multi Mettler Toledo. Вязкость находили с помощью ротационного вискозиметра VISCO, Atago, японского производства. Ротационный вискозиметр VISCO Atago, представляет собой техническое устройство из двух вращающихся тел, которые совмещены по осевым направляющим, пространство между которыми заполняется исследуемой пищевой жидкостью таким образом, что одно из тел приводят во вращение, а второе тело оставляют в неподвижном состоянии. Исследуемый пищевой жидкий продукт передает вращение от движимого тела к недвижимому, и скорость, с которой вращение передается от одного тела к другому, определяет вязкость вещества.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для проведения эксперимента были подготовлены различные образцы продуктов с использованием молочного и растительного сырья, ферментированные широким спектром заквасочных композиций, обогащенных пропионовокислыми бактериями штамма *Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*.

В ходе проведения работы было получено 16 образцов биопродуктов, из которых 8 образцов – на молочной основе, 8 образцов – на растительной основе. Температуру культивирования устанавливали, исходя их состава заквасочной микрофлоры и оптимального роста пропионовокислых бактерий. Так, для контрольных образцов и образцов биопродуктов 2 установлена температура культивирования 30 °C, для образцов 1–36 °C, образцов 3–37 °C. Важным показателем ферментированных биопродуктов является активная кислотность. В таблице представлены значения активной кислотности в образцах полученных биопродуктов.

Данные, представленные в таблице, свидетельствуют о том, что в биопродуктах на молочной основе наиболее низкое значение активной кислотности наблюдается в образцах 2, в которых основной заквасочной микрофлорой являются культуры *Lactococcus*. В образцах 1 и 3 кисломолочных биопродуктов отмечены более высокие значения активной кислотности, а в контрольных образцах pH указывает на получение кисломолочных сгустков с невысокой кислотностью.

В результате анализа органолептических показателей всех опытных образцов кисломолочных пробиотических биопродуктов отмечен приятный кисломолочный вкус и аромат, однородная консистенция, без заметно ощутимых комочков, белковых и жировых сгустков и мучнистости.

Данные, представленные в таблице, свидетельствуют, что в биопродуктах, приготовленных на растительной основе, наиболее выраженное значение активной кислотности наблюдается в образцах на овсяном молоке. Вероятно, это связано с богатым углеводным составом овсяного молока. В сквашенных биопродуктах преобладал кислый вкус и специфический овсяный привкус. В образцах на рисовой основе величина активной кислотности невысокая, и биопродукты характеризуются слабовыраженной кислотностью. Биопродукты на растительной основе имеют оптимальное значение pH и приятный вкус ферментированного растительного биопродукта со специфическим вкусовым оттенком. Группа биопродуктов на основе рисового молока получила наилучшую органолептическую оценку.

Во всех образцах биопродуктов отмечен высокий титр жизнеспособных клеток молочнокислых микроорганизмов и пропионовокислых бактерий 10^7–10^8 КОЕ/см^3.

Одним из важных показателей качества биопродуктов являются структурно-механические свойства, в частности, вязкость. Кисломолочные напитки относятся к аномально вязким пищевым (псевдопластичным) жидкостям. До значения скорости сдвига 300 с$^{-1}$ дан-

Таблица
Образцы биопродуктов, микробных композиций и значения активной кислотности в образцах биопродуктов

Питательная основа	№ образца	Образец заквасочной композиции	Активная кислотность, pH
		Молочная основа	
Молоко отборное	контроль	*Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*	4,76 ± 0,03
	1	*Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus, Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*	4,27 ± 0,03
	2	*Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris, Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*	4,16 ± 0,03
	3	*Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus, Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium lactis, Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*	4,27 ± 0,03
Молоко безлактозное	контроль	*Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*	4,88 ± 0,03
	1	*Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus, Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*	4,29 ± 0,03
	2	*Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris, Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*	4,10 ± 0,03
	3	*Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus, Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium lactis, Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*	4,28 ± 0,03
		Растительная основа	
Молоко рисовое	контроль	*Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*	5,56 ± 0,03
	1	*Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus, Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*	4,97 ± 0,03
	2	*Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris, Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*	4,81 ± 0,03
	3	*Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus, Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium lactis, Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*	4,92 ± 0,03
Молоко овсяное	контроль	*Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*	4,89 ± 0,03
	1	*Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus, Propionibacterium freundenreichii subsp. shermanii AC-2503*	4,16 ± 0,03
	2	*Lactococcus lactis* subsp. *lactis, Lactococcus lactis* subsp. *cremoris, Propionibacterium freundenreichii subsp. shermanii AC-2503*	4,09 ± 0,03
	3	*Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus, Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium lactis, Propionibacterium freundenreichii* subsp. *shermanii AC-2503*	4,02 ± 0,03

ные жидкости имеют выраженную аномалию вязкости, а при более высоких значениях скоростей сдвига проявляют себя как ньютоновские пищевые жидкости. Максимальное влияние на консистенцию кисломолочных напитков оказывает механический эффект, в частности, действие насосов, охладителей, фасовочных машин. В отличие от вязкости цельномолочных продуктов, таких как, молоко и сливки, вязкость кисломолочных напитков зависит не только от напряжения воздействия, но и от скорости сдвига. Вязкость зависит также от технологических факторов – температуры продукта, содержания жира и уровня кислотности. На реологические свойства кисломолочных напитков в значительной степени влияют режимы тепловой обработки и вид заквасочной культуры [21].

В дальнейшей серии исследований определяли вязкость во всех образцах биопродуктов. На рисунках 1 и 2 представлены результаты исследований.

Из представленных на рисунках данных видно, что наибольшее значение вязкости наблюдается в биопродуктах на основе молока. Биопродукты на основе безлактозного молока имеют меньшее значение вязкости в сравнении с вязкостью в биопродуктах на молочной основе. Количественная сравнительная оценка вязкости сгустков образцов кисломолочных биопродуктов наглядно демонстрирует высокие значения вязкости с использованием всех заквасочных композиций и контроля.

Интересно заметить, что вязкость во всех образцах 1 с заквасочной композицией на основе термофильного стрептококка и болгарской палочки имеет стабильно высокое значение. Максимальное значение вязкости наблюдается в растительных биопродуктах на основе овсяного молока. Все заквасочные культуры микробных консорциумов, а также пропионовокислые бактерии, синтезируют достаточное количество экзополисахаридов, и на растительной основе, богатой углеводным субстратом, могут участвовать в структурообразовании сгустков. Следует подчеркнуть, что контрольные образцы растительных и кисломолочных биопродуктов, которые прошли стадию ферментации с использованием только пробиотических пропионовокислых культур, имеют стабильные реологические показатели и характеризуются плотными без эффекта синерезиса сгустками. Это выгодно отличает биопродукты от имеющихся аналогов.

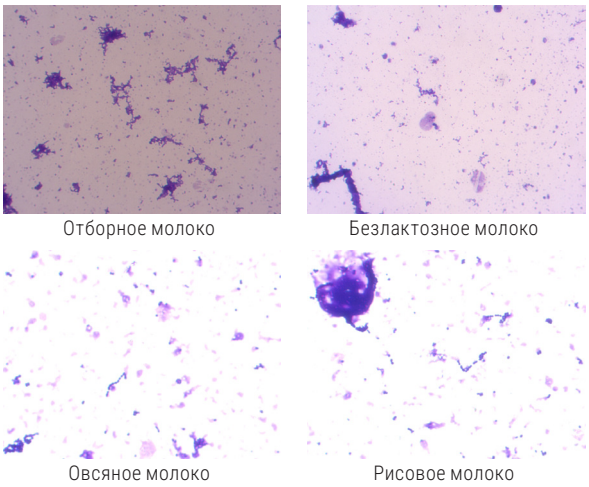

Фото предоставлены авторами статьи

ВЫВОДЫ

Получены биопродукты на основе различных микробных композиций, обогащенных пропионовокислыми бактериями. Проанализированы значения активной кислотности в различных образцах биопродуктов на молочной и растительной основах. Изучена вязкость в сгустках биопродуктов. Установлено, что сгустки молочных биопродуктов имеют наибольшее значение вязкости. В растительных биопродуктах структурообразо-

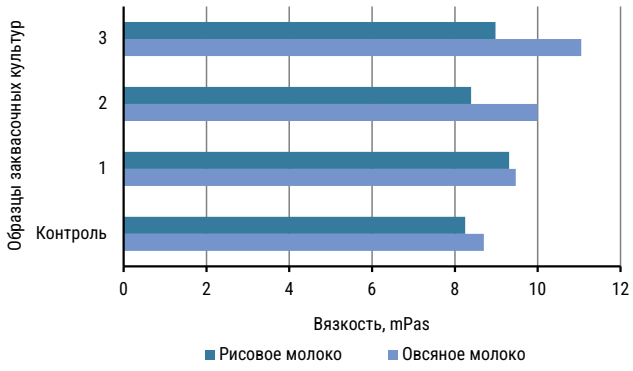

Рисунок 1. Вязкость сгустков растительных биопродуктов

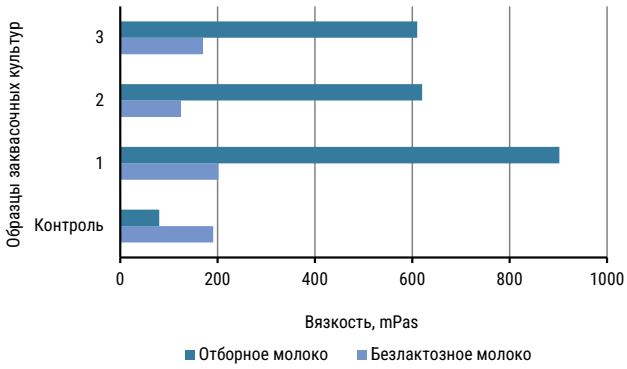

Рисунок 2. Вязкость сгустков биопродуктов на молочной основе

вание сгустков слабое, но, благодаря составу заквасочных консорциумов, сгустки имеют однородную консистенцию. В технологии приготовления растительных биопродуктов возможно использовать стабилизационные системы, которые позволят получить сгустки с улучшенными структурно-механическими характеристиками. Полученные биопродукты характеризуются высоким количеством жизнеспособных клеток молочнокислых и пропионовокислых микроорганизмов. ■

Quality of New Dairy and Plant-Based Bioproducts

Irina V. Boyarineva, Anna B. Podvolotskaya, Varvara D. Stepochkina, Egor O. Rochin
Far Eastern Federal University, Vladivostok

ORIGINAL ARTICLE

Industrial starter cultures and probiotics are part of many functional dairy and plant bioproducts. Starter cultures affect the clot structure of fermented dairy and plant bioproducts. This article introduces new types of dairy and plant probiotic products with their biochemical, microbiological, and rheological properties. The research featured three microbial starter consortia fortified with propionic acid bacteria. Activated propionic acid bacteria Propionibacterium freundenreichii subsp. shermanii AC-2503 served as a control. Dairy, lactose-free, oat, and rice raw materials were used as foundations. The tests including an objective consistency assessment. The viable microbial cell count in the finished bioproducts was as high as 10^7–10^8 CFU/cm^3. The dairy samples demonstrated the highest viscosity. The plant bioproducts had weak clots, but the starter consortia made them uniform.

Keywords: milk base, vegetable base, lactic acid microorganisms, propionic acid bacteria, viscosity, bioproducts

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Hutkins, R. W.** Microbiology and Technology of Fermented Foods / R.W. Hutkins. – Wiley Blackwell: Hoboken, 2007. – 473 p. https://www.doi.org/10.1002/9780470277515
2. **Bell, V.** Fermented Foods, and Gut Microbiota. / V. Bell, J. Ferrão, L. Pimentel [et al.] // Foods. 2018. Vol. 7. P. 195.
3. **Marco, M. L.** The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on fermented foods / M. L. Marco [et al.] // Nature reviews. Gastroenterology & hepatology. 2021. Vol. 18 (3). P. 196–208. https://www.doi.org/10.1038/s41575-020-00390-5
4. **Bermudez-Brito, M.** Probiotic mechanisms of action / M. Bermudez-Brito // Annals of nutrition & metabolism. 2012. Vol. 61 (2). P. 160–74. https://www.doi.org/10.1159/000342079
5. **Ashraf, R.** Immune system stimulation by probiotic microorganisms / R. Ashraf, N. P. Shah // Critical reviews in food science and nutrition/ 2014. Vol. 54 (7). P. 938–56. https://www.doi.org/10.1080/10408398.2011.619671
6. **Gizachew, S.** Antibacterial and Immunostimulatory Activity of Potential Probiotic Lactic Acid Bacteria Isolated from Ethiopian Fermented Dairy Products / S. Gizachew [et al.] // Fermentation/ 2023. Vol. 9. P. 258-279. https://doi.org/10.3390/fermentation9030258
7. **Новиков, Д. К.** Аллергия: инновации представлений, диагностики, лечения и подготовки врачей / Д. К. Новиков, Н. С. Аляхнович, Л. Р. Выхристенко [и др.] // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. 2020. № 1. С. 35–61.
8. **Васюкова, А. Т.** Продукты с растительными добавками для здорового питания/ А. Т. Васюкова // Пищевая промышленность. 2019. № 12. С. 72–75.
9. **Решетник, Е. И.** Влияние обогащающего компонента на сквашивание при производстве биопродукта / Е. И. Решетник, С. Л. Грибанова, Е. В. Закипная [и др.] // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. 2023. № 2 (89). С. 32–39.
10. **Cássia, P. B.** Paraprobiotics and postbiotics: concepts and potential applications in dairy products / P. B. Cássia [et al.] // Current Opinion in Food Science. April 2020. Vol. 32. P. 1–8. https://www.doi.org/10.1016/j.cofs.2019.12.003
11. **Mattar, R.** Lactose intolerance: diagnosis, genetic, and clinical factors / R. Mattar [et al.] //Clin Exp Gastroenterol. 2012, Vol 5. P. 113–21.
12. **Богданова, Н. М.** Лактазная недостаточность и непереносимость лактозы: основные факторы развития и принципы диетотерапии / Н. М. Богданова // Медицина: теория и практика. Т. 4. № 1. 2020. С. 62–70.
13. **Yamamoto, T.** Oral Allergy Syndrome Following Soy Milk Ingestion in Patients with Birch Pollen Allergy / T. Yamamoto [et al.] // Nihon Jibiinkoka Gakkai Kaiho. 2015. Vol 118(9). P. 1124–1132. (In Japanese). https://www.doi.org/10.3950/jibiinkoka.118.1124
14. **Bus, A.** Consumers' health perceptions of three types of milk: a survey in Australia / A. Bus, A. Worsley // Appetite. 2003. Vol. 40. P. 93–100. https://www.doi.org/10.1016/s0195-6663(03)00004-7
15. **Медведев, О. С.** Растительные заменители молока: особенности, преимущества, использование в питании / О. С. Медведев, Н. А. Медведева // Вопросы диетологии. 2018. № 8(1). С. 52–58. https://www.doi.org/10.20953/2224-5448-2018-1-52-58
16. **Önning, G.** Effects of consumption of oat milk, soya milk, or cow's milk on plasma lipids and antioxidative capacity in healthy subjects / G. Önning [et al.] // Ann Nutr Metab. 1998. Vol. 42. P. 211–220. https://www.doi.org/ doi:10.1159/000012736
17. **Van Horn, L.** Oats and soy in lipid-lowering diets for women with hypercholesterolemia: is there synergy? / L. Van Horn [et al.] // J Am Diet Assoc. 2001. Vol. 101(11). P. 1319–1325. https://www.doi.org/10.1016/s0002-8223(01)00317-0
18. **Onning, G.** Consumption of oat milk for 5 weeks lowers serum cholesterol and LDL cholesterol in free-living men with moderate hypercholesterolemia / G. Onning [et al.] // Ann Nutr Metabol. 1999. Vol. 43. P. 301– 309.
19. **Whitehead, A.** Cholesterol-lowering effects of oat β-glucan: a meta-analysis of randomized controlled trials / A. Whitehead [et al.] // Am J Clin Nutr. 2014. Vol. 100(6). P. 1413-1421. https://www.doi.org/10.3945/ajcn.114.086108
20. **Rebello, C. J.** Dietary fiber and satiety: the effects of oats on satiety / C. J. Rebello // Nutr Rev. 2016. Vol. 74(2). P.131–47. https://www.doi.org/10.1093/nutrit/nuv063
21. **Лисин, П. А.** Структурно-механическая и термодинамическая характеристика биойогурта / П. А. Лисин, О.Н. Мусина, И. В. Кистер // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 1. С. 54–59.