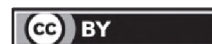


<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-2-37-48>

УДК 637.12.04/07

© 2024



*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests*

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## Методические и технологические аспекты производства безлактозных молочных продуктов

Алексей В. Вернер, Дмитрий В. Гращенков, Ольга В. Чугунова\*

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»;  
ул. 8 Марта, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Российская Федерация

**Аннотация.** В работе приведено обоснование необходимости исследования разработки новых безлактозных молочных продуктов, в связи с увеличением объема их потребления населением и необходимостью освоения технологий переработки молочной сыворотки, применяя различные технологии удаления лактозы, в том числе ферментативные. Молочная сыворотка богата своим аминокислотным составом, обладает биологической ценностью и высокой степенью усвояемости в человеческом организме, за счет чего продукты переработки молочной сыворотки становятся привлекательными для потребителя.

**Целью** работы является разработка способа получения безлактозного альбумина из свежей молочной сыворотки, полученной после производства сыра или творога, с использованием технологии ферментативного гидролиза. Проанализирован рынок безлактозных молочных продуктов в Российской Федерации и ассортимент, который представлен в городе Екатеринбурге Свердловской области. Приведены исследования параметров температуры, продолжительности, количества вносимого фермента  $\beta$ -галактозидазы для получения безлактозного молочного продукта с наибольшим выходом по массе и наилучшими органолептическими показателями, исходя из фактических технологических отработок. Исследованы органолептические, физико-химические и микробиологические показатели качества и безопасности полученного безлактозного альбумина. Полученный продукт имеет схожие с классическим творогом органолептические показатели и структуру, что позволяет его использовать как заменитель творога для разработки безлактозных изделий и блюд, которые можно использовать в детском питании.

**Ключевые слова:** молочная сыворотка, безлактозный продукт, лактоза, ферментативный гидролиз, показатели качества, альбумин,  $\beta$ -галактозидаза

*Для цитирования:* Вернер А.В., Гращенков Д.В., Чугунова О.В. Методические и технологические аспекты производства безлактозных молочных продуктов. Новые технологии / *New technologies*. 2024; 20(2): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-2-37-48>

## Methodological and technological aspects of the production of lactose-free dairy products

Alexey V. Werner, Dmitry V. Grashchenkov, Olga V. Chugunova\*

FSBEI HE «Ural State University of Economics»; 8 Marta str., 62/45,  
Yekaterinburg, 620144, the Russian Federation

**Abstract.** The article provides a rationale for the need to study the development of new lactose-free dairy products, due to an increase in the volume of consumption and the need to master whey processing technologies, using various lactose removal technologies, including enzymatic ones. Whey is rich in amino acids, has high biological value and high degree of digestibility in the human body, due to which whey processed products become attractive to a consumer.

The purpose of the research is to develop a method for producing lactose-free albumin from fresh whey obtained after the production of cheese or cottage cheese, using enzymatic hydrolysis technology. The market for lactose-free dairy products in the Russian Federation and the assortment that is presented in the city of Yekaterinburg, the Sverdlovsk region, have been analyzed. The parameters of temperature, duration, and amount of  $\beta$ -galactosidase enzyme added to obtain a lactose-free dairy product with the highest weight yield and the best organoleptic characteristics based on actual technological developments have been investigated. Organoleptic, physicochemical and microbiological indicators of the quality and safety of the resulting lactose-free albumin have been studied. The resulting product has organoleptic characteristics and structure similar to classic cottage cheese, so that it can be used as a cottage cheese substitute for the development of lactose-free products and dishes for baby food.

**Keywords:** whey, lactose-free product, lactose, enzymatic hydrolysis, quality indicators, albumin,  $\beta$ -galactosidase

**For citation:** Werner A.V., Grashchenkov D.V., Chugunova O.V. Methodological and technological aspects of the production of lactose-free dairy products. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024; 20(2):<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-2-37-48>

**Введение.** Молоко является фундаментальным компонентом рациона человека, однако приблизительно 60% взрослого населения во всем мире имеет нарушения способности переваривать лактозу [1].

Медики выделяют два основных состояния: лактазную недостаточность и непереносимость лактозы. Лактазная недостаточность представляет собой наиболее распространенную форму дефицита дисахаридазы, возникающую из-за сниженной продукции фермента лактазы-флоризингидролазы. Непереносимость лактозы – клинический синдром, при котором организм не способен переварить и усваивать лак-

тозу, характеризующийся болью, вздутием живота, метеоризмом и диареей. Одной из причин развития непереносимости лактозы может быть лактазная недостаточность [2].

Большинство взрослых и подростков с ограниченным перевариванием лактозы могут переносить не более 12 г лактозы в сутки, столько примерно содержится в одном стакане (240 мл) молока, в то же время большинство исследователей сходятся во мнении, что допустимое количество, не вызывающее симптомов, в среднем равняется 6 г даже для ребенка [3], в то время как здоровый ребенок до 1 года способен усвоить 60–70 г лактозы в сутки [2].

В работе Dekker, P. J. T. [4] показано «наличие нескольких молочных продуктов», которые содержат незначительное количество или вообще не содержат лактозы. Например, некоторые виды сыра, включая «Гауду», производственный процесс которого подразумевает промывку сырного зерна, вследствие чего снижается уровень лактозы. Молочнокислородное брожение расщепляет лактозу, поэтому сыры, производственный процесс которых включает длительное созревание, также имеют низкое содержание лактозы. Сливочное масло имеет содержание лактозы на уровне менее 0,1 %, так как во время производства большинство водорастворимых компонентов молока удаляются [4].

Классическая схема гидролиза лактозы с использованием жидкого фермента  $\beta$ -галактозидазы, полученного из грибов или дрожжей, представляет собой введение ферментного препарата в исходное молочное сырье и выдержку при определенных условиях температуры и продолжительности [3]. Ферментативный гидролиз с использованием фермента  $\beta$ -галактозидазы не вступает в реакцию с другими пищевыми веществами, кроме лактозы [5], вследствие чего этот метод можно назвать щадящим. Одним из важных параметров эффективности процесса гидролиза лактозы с использованием  $\beta$ -галактозидазы является рН среды, в зависимости от которой необходимо подобрать соответствующий фермент – кислотоустойчивый или нейтральный [6].

Существуют и другие технологии удаления лактозы из молочных продуктов, например, ультра- и нанофильтрация, сладость полученных молочных продуктов не увеличивается по сравнению с ферментативным гидролизом, но при прохождении продукта через специальные мембраны удаляется часть жиров и белков [8]. В сочетании двух технологий (ферментативный гидролиз и нанофильтрация [9]) можно добиться удаления практически всей лактозы и получить продукт пригодный для

употребления диабетиками и людей с лактазией. Ключевой проблемой при удалении лактозы из молока методом фильтрации является широкий гранулометрический состав белков в молоке, из-за чего снижается эффективность разделения белков и лактозы [5].

Один из самых популярных безлактозных продуктов – это питьевое молоко. На территории Российской Федерации его производят такие крупные предприятия, как Ставропольский молочный комбинат [10], агропромышленный холдинг братьев Чебурашкиных [11], фирмы «Valio» [12] и «Parmalat» [13], а также ГК «Лосево» [14].

Переработка молочной сыворотки, как побочного продукта при изготовлении творога или сыра, является перспективным и малоизученным направлением. Сывороточные белки являются наиболее ценными, так как содержат такие аминокислоты, как цистеин, гистидин, метионин, лизин, треонин, триптофан и аргинин, отличаются высокой биологической ценностью и степенью усвоения по сравнению с другими источниками белка, сравнение представлено на рисунке 1 [17].

Один из вариантов переработки молочной сыворотки – концентрирование альбуминовых белков, например, с помощью кислотного гидролиза, в результате которого получается альбуминовая паста. В Италии такой продукт называют рикоттой – традиционный итальянский сывороточный сыр. Альбуминовая паста имеет приятную нежную текстуру и кисловатый, похожий на творожный, вкус.

Для разработки рационов питания для детей с непереносимостью лактозы необходимо иметь достаточный ассортимент продукции, которыми можно заменить продукты-аллергены. Молоко и молочные продукты – одни из важнейших источников пищевых веществ, незаменимых аминокислот и кальция, необходимых для правильного роста и развития детского организма [16]. Ассортимент безлактозных молочных продуктов, представлен-

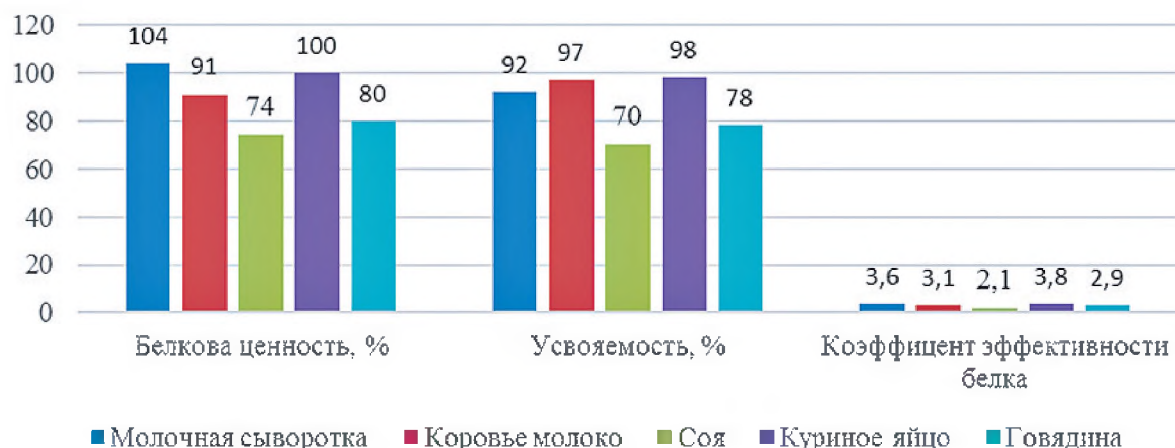


Рис. 1. Сравнение показателей молочной сыворотки и других белковых продуктов [17]  
А) Биологическая ценность

Fig. 1. Comparison of indicators of whey and other protein products [17]  
A) Biological value

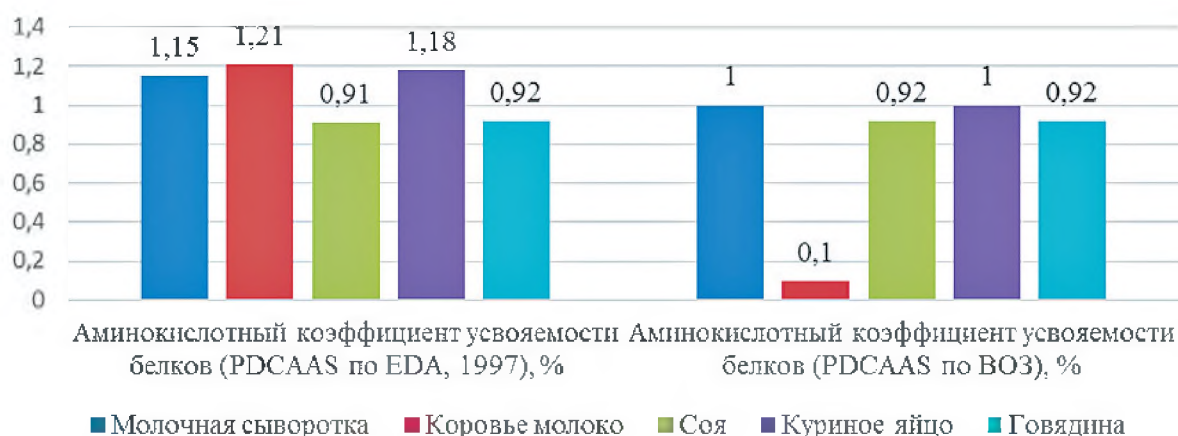


Рис. 1. Сравнение показателей молочной сыворотки и других белковых продуктов [17]  
Б) Коэффициент усвояемости  
B) Digestibility coefficient

ный в Свердловской области, является ограниченным, поэтому разработка новых безлактозных продуктов питания также является актуальной и значимой задачей.

**Цель работы.** Разработка технологии изготовления безлактозного альбумина из молочной сыворотки.

Одним из ключевых трендов в пищевой индустрии становится разработка продуктов, которые характеризуются

высоким качеством и энергетически сбалансированы [15,16].

**Объекты и методы исследования.** Для разработки технологии изготовления безлактозного альбумина использовали следующие сырье и материалы:

- сыворотка молочная, соответствующая требованиям ГОСТ 34352-2017 [18];
- ферментный препарат  $\beta$ -галактозидазы Mayalact® 5000 (изготовитель



Mayasan biotech, Турция) [19].

Перечень методик, в соответствии с которыми определяли показатели качества и безопасности, представлен ниже:

– массовую долю сухого вещества в молочных продуктах определяли по ГОСТ 3626-73 «Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества» [20];

– массовую долю белка в молочных продуктах определяли по ГОСТ Р 53951-2010 «Продукты молочные, молочные составные и молокосодержащие. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля» [21];

– массовую долю жира в молочных продуктах определяли по ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира» [22];

– массовую долю сахара в молочных продуктах определяли по ГОСТ Р 54667-

2011 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли сахаров» [23];

– микробиологические показатели молочной продукции по 23901-204 [24].

**Результаты и их обсуждение.** Для изготовления безлактозных молочных блюд можно выделить два основных вида продукции – это безлактозное молоко и безлактозный творог.

Снижение объемов импорта безлактозной продукции в последние 2–3 года было вызвано ростом мировых цен и низкой платежеспособностью населения [25].

За 2019–2023 годы был изучен ассортимент безлактозного молока, реализуемого в городе Екатеринбурге, установлено, что данные продукты представлены только в крупных торговых сетях (альтернативные, на основе растительных компонентов, виды молока не рассматривались) (табл. 1).

Таблица 1

Ассортимент безлактозного молока, найденный в городе Екатеринбурге

Table 1

The range of lactose-free milk found in the city of Yekaterinburg

Бренд/наименование	Жирность	Степень пастеризации	Стоимость за 1 литр, руб.
«Parmalat Comfort»	0,05	ультрапастеризованное	125–134
«Parmalat Comfort»	1,8	ультрапастеризованное	125–134
«Parmalat Comfort»	3,5	ультрапастеризованное	130–140
«Простоквашино»	1,5	ультрапастеризованное	121–135
«Valio»	3,5	ультрапастеризованное	230–250

Безлактозный творог представлен только на интернет-площадках – «маркетплейсах», и на полках магазинов найден не был («ВкусВилл» 4,5% жирности, стоимость варьируется в пределах 540–560 рублей за кг).

Можно отметить небольшой ассортимент безлактозных молочных продуктов питания, в том числе сложность покупки, в магазинах шаговой доступности (в радиусе 250–300 метров от места проживания)

зачастую таких продуктов нет, крупные же торговые сети реализуют только один вид безлактозного продукта – молоко. Немаловажный фактор – это высокая стоимость безлактозных продуктов, что затрудняет их использование в организованном детском питании, если учитывать, что на одного ребенка выделяется определенная сумма. Такая высокая стоимость молочного сырья не берется в расчет.

Для расширения ассортимента безлактозной продукции было принято решение разработать технологию производства безлактозного альбумина.

Традиционная технология производства альбумина из молочной сыворотки включает четыре этапа [24]. Представлена на рисунке 2.

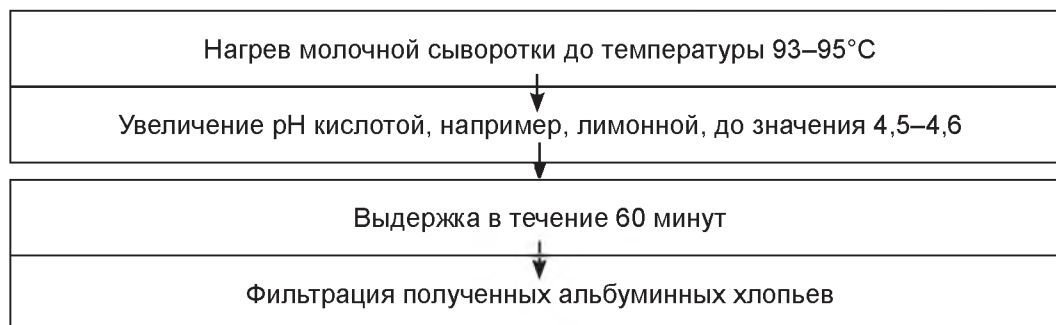


Рис. 2. Традиционная технология производства альбумина из молочной сыворотки

Fig. 2. Traditional technology of albumin production from whey

Для гидролиза лактозы использовался жидкий фермент β-галактозидазы Maуа-lact® 5000, оптимальные условия, согласно спецификации:

- для 70–80 % гидролиза лактозы – 2,5 часа при 37°C и 15 часов при 6°C;
- для 30–35 % гидролиза лактозы – 20 минут при 37°C и 6,5 часов при 6°C.

Для уменьшения развития микробиологической обсемененности в процессе выдержки свежей сыворотки вместе с ферментом необходимо провести в самом начале этап быстрой пастеризации при

температуре + 72 °С продолжительностью 20 секунд.

Поддержка и оценка pH на необходимом для ферментации и для кислотного гидролиза этапе производилась с помощью установок автотитраторов.

В качестве сравнения были взяты два вида молочной сыворотки: подсырная, после изготовления твердого сыра типа «Российский», и сыворотка, полученная при изготовлении творога. Органолептическая оценка двух видов сывороток представлена в таблице 2.

Таблица 2

Органолептическая оценка двух видов сыворотки

Table 2

Organoleptic evaluation of two types of serum

Показатель	Сыворотка	
	подсырная	творожная
цвет	светло-желтый	светло-желтый
запах	характерный для молочной сыворотки, молочный, без посторонних запахов	характерный для молочной сыворотки, молочный, без посторонних запахов
вкус	характерный для молочной сыворотки, сладковатый, без посторонних привкусов	характерный для молочной сыворотки, кисловатый, без посторонних привкусов

Примеры модельных образцов, взятых для исследования, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Модельные образцы, взятые для исследования

Table 3

Model samples selected for the investigation

Вид исходного сырья	Подсырная сыворотка						Творожная сыворотка					
	Количество вносимого фермента на 1 литр сыворотки, г	0,5		1,0		1,5		0,5		1,0		1,5
Температура выдержки, °С	37		37		37		37		37		37	
Время выдержки, час	3,5	4,0	3,5	4,0	3,5	4,0	3,5	4,0	3,5	4,0	3,5	4,0

Технологический процесс получения безлактозного альбумина из молочной сыворотки представлен на рисунке 3.

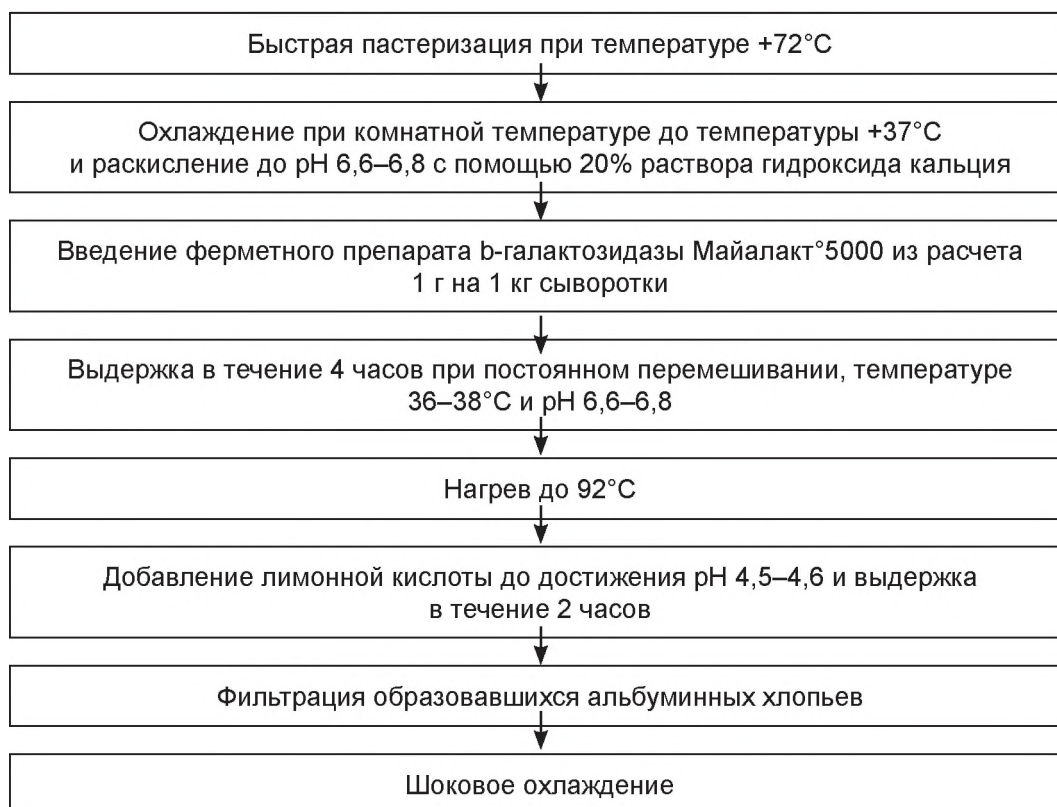


Рис. 3. Технология получения безлактозного альбумина из молочной сыворотки

Fig. 3. Technology for the production of lactose-free albumin from whey

Количество получившегося безлактозного альбумина на выходе составило для подсырной сыворотки 41%, для творожной сыворотки – 35% (выход из расчета на 1 л исходной сыворотки).

По органолептическим показателям существенных различий не установлено. Внешний вид – пастообразная масса, консистенция – нежная, мажущая, цвет альбумина из подсырной сыворотки – белый,

слегка с кремовым оттенком, равномерный, альбумина из творожной сыворотки – белый, равномерный, запах – характерный для альбумина, без посторонних запахов, вкус – характерный для альбумина, слегка сладковатый, без посторонних привкусов.

Физико-химические показатели полученного альбумина представлены в таблице 4, микробиологические показатели – в таблице 5.

Таблица 4

Физико-химические показатели полученного безлактозного альбумина

Показатель	Безлактозный альбумин	
	из подсырной сыворотки	из творожной сыворотки
Содержание сухих веществ, %	15,5	15,3
Содержание белка, %	8,4	9,0
Содержание жира, %	0,9	0,7
Титруемая кислотность, см <sup>3</sup> гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм <sup>3</sup>	80	80
Активная кислотность, ед. рН	4,5	4,5

Table 4

Physico-chemical parameters of the obtained lactose-free albumin

Таблица 5

Микробиологические показатели полученного безлактозного альбумина

Показатель	Безлактозный альбумин	
	из подсырной сыворотки	из творожной сыворотки
КМАФАнМ*, КОЕ/см (г)	1 x 10	1 x 10
БГКП	не обнаружены	не обнаружены
Патогенные, в том числе сальмонеллы	не обнаружены	не обнаружены
Стафилококки <i>S.aureus</i>	не обнаружены	не обнаружены
Дрожжи, КОЕ/см (г)	2	2
Плесени, КОЕ/см (г)	0	0

Table 5

Microbiological parameters of the obtained lactose-free albumin

**Выводы.** Проанализирован рынок безлактозных молочных продуктов в Российской Федерации и ассортимент, кото-

рый представлен в городе Екатеринбурге Свердловской области.

Приведены исследования параметров



температуры, продолжительности, количества вносимого фермента  $\beta$ -галактозидазы для получения безлактозного молочного продукта с наибольшим выходом по массе и наилучшими органолептическими показателями, исходя из фактических технологических отработок.

Разработана технология получения безлактозного альбумина из свежей молочной сыворотки, полученной после производства сыра или творога, с использованием технологии ферментативного гидролиза, включающая: гидролиз лактозы ферментным препаратом  $\beta$ -галактозидазой Mayalact® 5000. Оптимальные условия: выдержка в течении 4 часов при постоянном перемешивании, температуре 36–38°C и рН 6,6–6,8, последующий нагрев до 92°C, добавление лимонной кислоты до достижения рН

4,5–4,6 и выдержка в течении 2 часов, фильтрация образовавшихся альбуминовых хлопьев, шоковое охлаждение.

Для уменьшения развития микробиологической обсемененности в процессе выдержки свежей сыворотки вместе с ферментом необходимо провести в самом начале этап быстрой пастеризации при температуре + 72°C продолжительностью 20 секунд.

Исследованы органолептические, физико-химические и микробиологические показатели качества и безопасности полученного безлактозного альбумина.

Полученный безлактозный альбумин может найти широкое применение для изготовления безлактозных изделий и блюд, например, заменить творог в творожных запеканках, так как имеет похожие органолептические показатели.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мохаммед Эль Амине Хелеф и др. Безлактозные молочные продукты: перспективы производства. Новые технологии. 2022; 18(3): 94-105.
2. Богданова Н.М. Лактазная недостаточность и непереносимость лактозы: основные факторы развития и принципы диетотерапии. Медицина: теория и практика. 2020; 5(1): 62-70.
3. Dekker P.J.T., Koenders D., Bruins M.J. Lactose-Free Dairy Products: Market Developments, Production, Nutrition and Health Benefits. Nutrients. 2019; 11: 551.
4. Li A., Zheng J., Han X. et al. Advances in Low-Lactose/Lactose-Free Dairy Products and Their Production. Foods 2023; 12: 2553.
5. Букуру Л.К., Скворцов Е.В., Багаева Т.В. и др. Эффективность применения  $\beta$ -галактозидазы для получения низколактозного напитка на основе молочной сыворотки. Вестник технологического университета. 2017; 20(13): 117-119.
6. Минин П.С., Тимкин В.А. Технология производства безлактозного молока с применением баромембранных процессов. Переработка молока. 2019; 12(242): 52-53.
7. Газдиева М.Х. Непереносимость лактозы. Безлактозное молоко. Молодежь и наука. 2023; 4.
8. Медведев А.А., Пелеганчук Ю.А., Кольтюгина О.В. и др. Математическая обработка результатов оценки действия  $\beta$ -галактазидазы на гидролиз лактозы в молоке. Ползуновский вестник. 2023; 3: 163-169.
9. Молочный комбинат Ставропольский [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mokostav.com>, свободный.
10. Агропромышленный комплекс братьев Чебурашкиных [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cheburashkini.ru>, свободный.
11. Сайт группы компаний Valio [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.valio.com/ge/ru/>, свободный.

12. Сайт бренда Parmalat [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.parmalat.ru>, свободный.
13. Сайт группы компаний ГК «Лосево» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.shp-losevo.ru>, свободный.
14. Рождественская Л.Н. Перспективы нутриентного профилирования для профилактики заболеваний и укрепления здоровья. Индустрия питания. 2023; 8(2): 63-72.
15. Мажаева Т.В., Дубенко С.Э. Стратегия нутриетивной поддержки при организации питания детей дошкольного возраста с пищевой непереносимостью. Индустрия питания|Food Industry. 2023; 8(2): 31-41.
16. Химия пищевых продуктов: научное издание / сост. Ш. Дамодаран, К.Л. Паркин, О.Р. Феннема. СПб.: Профессия; 2012.
17. ГОСТ 34352-2017. Сыворо́тка молочная – сырье. Технические условия. – М.: Стандартинформ; 2018.
18. Сайт производителя ферментного препарата  $\beta$ -галактозидазы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mayasan.com/en/>
19. ГОСТ 3626-73. Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200021586?marker=7DI0KA&section=text/>, свободный.
20. ГОСТ Р 53951-2010. Продукты молочные, молочные составные и молокосодержащие. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля. М.: Стандартинформ; 2011.
21. ГОСТ 5867-90. Молоко и молочные продукты. Методы определения жира. М.: Стандартинформ, 2009.
22. ГОСТ Р 54667-2011. Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли сахаров. М.: Стандартинформ; 2012.
23. ГОСТ 23901-204. Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа. М.: Стандартинформ; 2019.
24. Гетманец В.Н. Переработка молочной сыворотки в альбумин молочный. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013; 4(102): 078-079.

## REFERENCES:

1. Mohammed El Amine Khelef et al. Lactose-free dairy products: production prospects. New technologies. 2022; 18(3): 94-105.
2. Bogdanova N.M. Lactase deficiency and lactose intolerance: main development factors and principles of diet therapy. Medicine: theory and practice. 2020; 5(1): 62-70. (In Russ).
3. Dekker P.J.T., Koenders, D., Bruins, M.J. Lactose-Free Dairy Products: Market Developments, Production, Nutrition and Health Benefits. Nutrients. 2019; 11: 551.
4. Li ,A., Zheng, J., Han X. et al. Advances in Low-Lactose/Lactose-Free Dairy Products and Their Production. Foods 2023; 12: 2553.
5. Bukuru L.K., Skvortsov E.V., Bagaeva T.V. et al. The effectiveness of using  $\beta$ -galactosidase to obtain a low-lactose drink based on whey. Bulletin of the Technological University. 2017; 20(13): 117-119. (In Russ).
6. Minin P.S., Timkin V.A. Technology for the production of lactose-free milk using baro-membrane processes. Milk processing. 2019; 12(242): 52-53. (In Russ).
7. Gazdieva M.Kh. Lactose intolerance. Lactose-free milk. Youth and science. 2023; 4. (In Russ).

8. Medvedev A.A., Peleganchuk Yu.A., Kolyugina O.V. et al. Mathematical processing of the results of assessing the effect of  $\beta$ -galactosidase on the hydrolysis of lactose in milk. *Polzunovsky Bulletin*. 2023; 3: 163-169. (In Russ).
9. Stavropol Dairy Plant [Electronic resource]. Access mode: <https://mokostav.com>, free. (In Russ).
10. Agro-industrial complex of the Cheburashkin brothers [Electronic resource]. Access mode: <https://cheburashkini.ru>, free.
11. Website of the Valio group of companies [Electronic resource]. Access mode: <https://www.valio.com/ge/ru/>, free.
12. Parmalat brand website [Electronic resource]. Access mode: <https://www.parmalat.ru>, free.
13. Website of the Losevo group of companies [Electronic resource]. Access mode: <https://www.shp-losevo.ru>, free.
14. Rozhdestvenskaya L.N. Prospects for nutrient profiling for disease prevention and health promotion. *Food industry*. 2023; 8(2): 63-72. (In Russ).
15. Mazhaeva T.V., Dubenko S.E. Strategy for nutritional support when organizing nutrition for preschool children with food intolerance. *Food Industry*. 2023; 8(2): 31-41. (In Russ).
16. Chemistry of food products: scientific publication / comp. by S. Damodaran, K.L. Parkin, O.R. Fennema. SPb.: Profession; 2012. (In Russ).
17. GOST 34352-2017. Whey is a raw material. Technical conditions. M.: Standardinform; 2018. (In Russ).
18. Website of the manufacturer of the enzyme preparation  $\beta$ -galactosidase. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.mayasan.com/en/>
19. GOST 3626-73. Milk and dairy products. Methods for determining moisture and dry matter. [Electronic resource]. Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200021586?marker=7DI0KA&section=text/>, free.
20. GOST R 53951-2010. Dairy products, dairy products and milk-containing products. Determination of the mass fraction of protein by the Kjeldahl method. M.: Standardinform; 2011. (In Russ).
21. GOST 5867-90. Milk and dairy products. Methods for determining fat. M.: Standartinform, 2009. (In Russ).
22. GOST R 54667-2011. Milk and milk processing products. Methods for determining the mass fraction of sugars. M.: Standardinform; 2012. (In Russ).
23. GOST 23901-204. Milk and dairy products. Methods of microbiological analysis. M.: Standardinform; 2019. (In Russ).
24. Getmanets V.N. Processing whey into milk albumin. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2013; 4(102): 078-079. (In Russ).

### **Информация об авторах / Information about the authors**

**Алексей Владимирович Вернер**, аспирант, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»  
[werneralexey@mail.ru](mailto:werneralexey@mail.ru)  
+7 (953) 822 78 36

**Alexey V. Werner**, Postgraduate student, FSBEI HE «Ural State Economic University»  
[werneralexey@mail.ru](mailto:werneralexey@mail.ru)  
+7 (953) 822 78 36

**Дмитрий Валерьевич Гращенко**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ

**Dmitry V. Grashchenkov**, PhD (Engineering), Associate professor FSBEI HE

ВО «Уральский государственный экономический университет»  
1@edtd.ru  
тел.: +7 (343) 290 31 88

«Ural State Economic University»  
1@edtd.ru,  
+7 (343) 290 31 88

**Ольга Викторовна Чугунова**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»  
chugunova@usue.ru

**Olga V. Chugunova**, Dr Sci. (Engineering), Professor, FSBEI HE «Ural State Economic University»  
chugunova@usue.ru

---

Поступила в редакцию 25.03.2024; поступила после рецензирования 24.04.2024; принята к публикации 26.04.2024

Received 25.03.2024; Revised 26.04.2024; Accepted 27.04.2024