УДК 637.0

DOI 10.29141/2500-1922-2019-4-2-1

Инновационные приоритеты технологического прорыва производства оригинального ингредиента для индустрии питания из универсального сельскохозяйственного сырья – молочной сыворотки*

А.Г. Храмцов¹¹Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Российская Федерация, e-mail: akhramtcov@ncfu.ru

Ключевые слова:

технологический прорыв;
производство лактозы;
нанофильтрация;
деминерализация;
Северо-Кавказский федеральный университет;
продукты детского и диетического питания

Реферат

В статье** на современном уровне приведена информация о лактозе (молочный сахар). Производство высококачественной лактозы для пищевой и фармацевтической промышленности стало возможным благодаря комплексному федеральному проекту, который реализуют молочный комбинат «Ставропольский» и центр биотехнологического инжиниринга Северо-Кавказского федерального университета (СКФУ). Торжественный пуск первой очереди производства состоялся 1 февраля 2019 г. Рассмотрен синтез производных лактозы, начиная с составляющих моноз – глюкозы и галактозы. В целом «семейство» производных лактозы насчитывает более 100 наименований и постоянно пополняется. Питательную ценность лактозы как комплекс свойств, включающих понятия доброкачественности, пищевой, биологической и лечебной ценности, можно отметить в аспекте прослеживаемости.

Для цитирования: Храмцов А.Г. Инновационные приоритеты технологического прорыва производства оригинального ингредиента для индустрии питания из универсального сельскохозяйственного сырья – молочной сыворотки // Индустрия питания | Food Industry. 2019. Т. 4. № 2. С. 5–13. DOI 10.29141/2500-1922-2019-4-2-1

Technological Breakthrough Production Innovation Priorities of the Original Ingredient for Food Industry from Milk Whey – Common Agricultural Raw Materials*

Andrey G. Khramtsov¹¹North Caucasian Federal University, Stavropol, Russian Federation, e-mail: akhramtcov@ncfu.ru

Keywords:

technological breakthrough;
lactose production;

Abstract

The article provides information about lactose (milk sugar) at the present level. The high-quality lactose production for the food and pharmaceutical industry is possible due to a comprehensive Federal project implemented by the dairy plant "Stavropolskiy" and the

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ, договор МОН 03.G25.31.0241. The work was prepared with the financial support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the contract МОН 03.G25.31.0241.

**Статья печатается с сохранением авторской орфографии и пунктуации. The article is printed with the authors spelling and punctuation.

*nanofiltration;
demineralization;
North-Caucasus
Federal University;
baby and dietary food*

biotechnological engineering center of NCFU. The topping out ceremony of the first stage of production took place on February 1, 2019. The authors consider lactose derivatives synthesis, starting with the components of monose-glucose and galactose. Generally, the lactose derivatives "family" has more than 100 names and is constantly updated. A man is to note the lactose nutritional value as a set of properties, including the means of goodness, nutritional, biological and therapeutic value in the aspect of traceability.

For citation: Andrey G. Khramtsov. Technological Breakthrough Production Innovation Priorities of the Original Ingredient For Food Industry From Milk Whey – Common Agricultural Raw Materials. Индустрия питания/Food Industry. 2019. Vol. 4, No. 2. P. 5–13. DOI 10.29141/2500-1922-2019-4-2-1

*Торжественный пуск производства высококачественной лактозы
на молочном комбинате «Ставропольский»*

Topping out Ceremony of the High-Quality LACTOSE Production on the Dairy Plant «Stavropolskiy»

На молочном комбинате «Ставропольский» 1 февраля 2019 г. в торжественной обстановке была запущена первая очередь производства высококачественной лактозы. На пуске присутствовали министр науки и высшего образования России М.М. Котюков и губернатор Ставропольского края В.В. Владимиров.

Безусловно, это – Технологический Прорыв, о неизбежности которого нам постоянно говорит Президент РФ В.В. Путин, в преддверии нового Технологического Уклада в соответствии с постулатами НАУКИ-4+ и ИНДУСТРИИ-4 [1; 2].

История и суть инновации по комплексному федеральному проекту «Создание высокотехнологического производства лактозы для фармацевтической и пищевой отраслей промышленности» опубликованы в научных трудах нашего Университета [3] и озвучены на Международном симпозиуме – Нарочанские чтения [4].

Кратко охарактеризуем оригинальный ингредиент универсального сельскохозяйственного сырья, по определению академика Н.Н. Липатова, животного происхождения – тривиальную молочную сыворотку. Это таинственная, многоликая ЛАКТОЗА (молочный сахар) – один из трех основных компонентов («китов») молока-сырья, который присутствует практически только в молоке млекопитающих, в том числе человека разумного («хомо-сапиенс»).

Лактоза (от греч. lacto – кормлю молоком) присутствует в молочном сырье и в вырабаты-

ваемых продуктах (кроме безлактозных) в виде многообразных изомерных форм. В настоящее время принято рассматривать в плане изучения и промышленного производства две таутомерные формы – аномеры α - и β -форм – изомеры. Элементарный состав аномеров приведен в табл. 1.

Пространственная и проекционная интерпретации формулы аномера по ГиперХим, рентгенограммы и кристаллическая структура промышленных образцов приведены на рис. 1.

В систематизированном виде механизм превращений аномерных форм лактозы показан на рис. 2.

Отдельного, связанного с лактозой рассмотрения заслуживает синтез ее производных, начиная с составляющих моноз – глюкозы и галактозы. «Семейство» производных лактозы, насчитывающее более 100 наименований, постоянно пополняется. Среди основных и масштабированных в отрасли – более 10 наименований.

*Таблица 1. Элементарный состав аномеров лактозы
Table 1. Elemental Composition of the Lactose Anomers*

Составная часть	Массовая доля, %	
	Гидрат	Ангидрид
Углерод	46,60	42,11
Водород	6,11	6,43
Кислород	48,89	51,46
Кристаллизационная вода	5,00

а) б)
А. Пространственная (а) и проекционная (б) формулы лактозы
A. Dimensioned (a) and Projective (b) Lactose Formula

Б. Рентгенограммы различных форм лактозы:
а – α-гидратная форма; б – β-ангидридная форма; в – аморфная форма; θ – угол падения рентгеновских лучей, при котором наблюдается максимальная интенсивность отраженного излучения в кристаллической решетке
B. Radiographs of Various Lactose Forms:
a – α-Hydrate Form; b – β-Anhydride Form; c – Amorphous Form; θ – X-Ray Beam Tilt Angle at which the Maximum Intensity of Reflected Radiation in the Crystal Lattice is Observed

В. Внешний вид кристаллов молочного сахара: а – α-форма; б – β-форма
C. Milk Sugar Crystal Layout: a – α-Form; b – β-Form

Рис. 1. Аномеры лактозы
Fig. 1. Lactose Anomers

Рис. 2. Процесс мутаротации лактозы в водном растворе
Fig. 2. Lactose Mutarotation Process in Aqueous Solution

Общеметодологическая схема возможных направлений трансформации лактозы и синтеза некоторых ее производных дана на рис. 3.

В учебнике XXI века для профессионалов молочного дела – бакалавров, магистров, аспирантов и слушателей ФПК [5] в параграфе 3.4.4 подробно описаны все физиолого-биологические свойства и технология молочного сахара с некоторыми его производными.

Ниже представлена краткая систематизированная информация о ценности и направлениях применения лактозы (молочного сахара).

Ценность лактозы как «сахара жизни» кратко рассмотрим с точки зрения современных представлений о рациональном питании человека.

В соответствии с формулой сбалансированного питания [5] суточная потребность человека в углеводах в среднем составляет 422 г, что значительно больше потребности в белках (88 г) и жире (107 г). В этом плане учет, полное и рациональное использование лактозы молочного сырья (в мире – более 30 млн т ежегодно; в нашей стране – на уровне 250 000 т) представляется не только интересной, но и важной глобальной задачей, достойной международного внимания, аналогично, например, проблемам энергетики.

Лактоза, как и все углеводы (сахара), служит для организма человека источником энергии для осуществления биохимических процессов. Энергетическая ценность лактозы – 15 700 кДж/кг (3 750 ккал/кг) – примерно равноценна энергетической ценности сахарозы и белковых ве-

ществ. Рассматривая питательную ценность лактозы как комплекс свойств, включающих в себя понятия доброкачественности, пищевой, биологической и лечебной ценности, в аспекте прослеживаемости [6] можно отметить следующее.

Лактоза, поступающая в организм, практически полностью (99,7%) усваивается. Ей как углеводу животного происхождения присущи специфические функции. Считается, что лактоза является в большей степени структурным углеводом, тогда как другие – энергетическими.

Непереносимость лактозы не следует путать с крайне редко встречающейся на практике аллергией (галактоземией) на молоко.

Лактоза характеризуется меньшей сладостью по сравнению с сахарозой. Методом предельных разведений установлено, что сладость лактозы в 6 раз меньше, чем сладость сахарозы, и в 4,6 раза меньше, чем глюкозы. Лактоза менее гигроскопична и более сыпуча, чем сахароза, обладает хорошими поглощательными свойствами. Например, способность лактозы сорбировать ароматические вещества (АВ) значительно выше, чем у других углеводов, что используется при изготовлении ряда продуктов питания и напитков (табл. 2).

Поскольку лактоза имеет высокую пищевую, биологическую и лечебную ценность, незначительно влияет на уровень сахара в крови, то она может быть использована в качестве подсластителя в производстве продуктов для диабетиков. Вместе с тем следует учитывать невысокую степень сладости лактозы.

Рис. 3. Схема генетической связи лактозы и ее производных
Fig. 3. Genetic Bond Scheme of Lactose and Its Derivatives

Таблица 2. Сладость и сорбция ароматических веществ различными углеводами
Table 2. Flavoring Agent Sweetness and Sorption by Various Carbohydrates

Углевод	Сладость по точечной шкале	Поглощение АВ, 10 ² ммоль/г
Сахароза	100	0,10
Фруктоза	125	0,25
Глюкоза	72	1,25
Лактоза	38	1,90

В присутствии азотсодержащих соединений лактоза легко образует темноокрашенные соединения. При выработке большинства пищевых, в том числе молочных, продуктов это явление нежелательно, так как снижает их качество. Однако в ряде производств (хлебобулочное, кондитерское и др.) данное свойство может быть использовано.

Биологически лактозе присуща как серологическая, так и бифидогенная активность [7]; она оказывает остеогенное и гепатопротекторное действие. Способствуя усвоению кальция, а также магния и фосфора, лактоза препятствует декальцинированию костей, вследствие чего предупреждает развитие рахита у детей.

Физиологическое действие лактозы липотропно холину: увеличивая содержание лецитина, она тем самым уменьшает количество нейтральных жиров. Потребление лактозы не приводит к ожирению, как при избыточном потреблении сахарозы.

При гидролизе лактозы не образуются токсичные вещества, что весьма важно при получении ее гидролизатов.

В целом потребление лактозы благоприятно сказывается на углеводном, жировом и холестериновом обмене [8].

Продолжительность жизни животных, которым с кормами давали молочный сахар, больше, чем животных, получавших сахарозу [8]. Данное положение соответствует теории И.И. Мечникова о лактотерапии – лечении молочными продуктами.

Лактоза обладает также лечебной ценностью, проявляя мочегонное и послабляющее свойства без побочных явлений [9].

Непосредственное употребление чистого препарата лактозы в пищу не является и, вероятно, в дальнейшем не будет являться желательным из-за незначительной сладости, малой растворимости и твердости кристаллов. Наиболее целесообразный путь использования лактозы – с молоком и молочными продуктами, а также в качестве наполнителя или основы при производстве медицинских препаратов и продуктов для диетического и функционального питания.

Таким образом, пищевая, диетическая и лечебная ценность лактозы обуславливает необходимость получения ее в виде продукта – молочного сахара (сахара молочного), свободного от других компонентов молока.

Концептуально можно выделить следующие основные направления использования молочного сахара (лактозы) в мире и в нашей стране:

- технологии живых систем млекопитающих (человека и животных);
- получение молочных продуктов для питания человека и кормления сельскохозяйственных животных;
- получение производных лактозы.

Направления использования лактозы (молочного сахара) показаны на рис. 4 (с последующей расшифровкой пищевых аспектов).

Каждое направление использования лактозы включает в себя группы, подгруппы и отдельные наименования продуктов, изделий и препаратов, которые состоят или содержат в качестве компонента лактозу (молочный сахар), либо она является исходным сырьем для их синтеза.

Пищевая промышленность. Лактоза (молочный сахар) привлекает внимание пищевиков ввиду меньшей сладости по сравнению с сахарозой и большей биологической ценности. Однако рекомендовать к использованию молочный сахар следует только в том случае, когда другие компоненты молока в натуральном, сгущенном или сухом виде, а также в качестве продуктов переработки по каким-либо причинам применять

Рис. 4. Направления использования лактозы (принципиальная схема)
Fig. 4. Lactose Use Guidance (Schematic Diagram)

нецелесообразно. Существенным ограничением широкого использования молочного сахара (особенно в условиях рынка) является его значительная стоимость по сравнению со стоимостью других углеводов. Следует обратить внимание на такой факт: на мировом рынке молочный сахар (лактоза) стоит значительно меньше других углеводов. Поэтому повышение эффективности производства и снижение затрат (цены) на молочный сахар могут положительно сказаться на расширении использования его при выработке пищевых продуктов и поставок на экспорт. Для молочной отрасли это – реальный стимул увеличения объемов продаж.

Молочный сахар находит широкое применение при изготовлении кондитерских изделий, в качестве затравки в процессах кристаллизации лактозы, в производстве продуктов детского питания на молочной основе, что, однако, является специфичным и требует отдельного анализа.

Высокая биологическая ценность лактозы, адсорбционные и структурно-механические свойства молочного сахара обеспечили его применение при производстве шоколада, конфет, кофе обычного и быстрорастворимого, сухих соков, майонеза, красок для пищевых продуктов, пастообразных сыров, ароматизаторов, жевательной резинки.

Широко известно применение молочного сахара в зубных пастах в качестве хорошего абразивного средства, в фильтрах сигарет для сорбции никотина.

Лактоза сохраняет цвет кондитерских и мясных изделий, препятствует окислению жира, повышает стойкость продуктов высокой жирности при хранении.

Замена 15–20 % сахарозы лактозой в кондитерских изделиях и мороженом с точки зрения сенсорики считается желательной. Лактоза сохраняет влагу, исключает инактивацию витамина С и ферментов.

Считается, что лактоза участвует в формировании структуры сухого молока и аромата сливочного масла¹. В молочные напитки лактозу добавляют вместо жира и белков. При производстве сгущенного молока с сахаром и мороженого молочный сахар после тонкого размола используют в качестве затравки для направленного регулирования процесса кристаллизации лактозы. Установлено [10], что между количеством затравки и размером кристаллов лактозы в готовом продукте существует обратная зависимость. Поэтому существует мнение о целесообразности увеличения объема вносимой затравки. Затравка лактоз – специфическая проблема международного масштаба. В нашей стране эта задача успеш-

но решена [11]. Однако, новые подходы к размолу могут существенно изменить ситуацию.

Продукты детского питания. Молочный сахар высокого качества широко используют при производстве заменителей женского молока и продуктов детского питания на молочной основе. Считается, что молочные продукты для детей, и особенно детей раннего возраста, должны содержать до 7,0 % лактозы при соотношении жира и углеводов 1:2 [12]. Рецептуры продуктов детского питания на молочной основе, как правило, предусматривают введение молочного сахара (например, в «Детолакте» массовая доля лактозы составляет до 36,0 %).

Важность и необходимость использования лактозы в детском питании, особенно новорожденных, подчеркнута академиком А.М. Уголевым [13]. Отмечая, что замена женского молока на коровье свойственна современной цивилизации, он констатирует удачные попытки оптимизации состава заменителей путем добавления лактозы. Это позволяет восстанавливать молочнокислое брожение и подавлять гнилостные процессы. Даже один этот научно обоснованный пример обуславливает необходимость получения лактозы в виде чистого ингредиента-препарата-продукта (молочного сахара) для детского питания. Уместно подчеркнуть, что данную проблему в свое время обоснованно, на государственном уровне, ставили академик Н.Н. Липатов и профессор П.Ф. Крашенинин.

Диетическое питание. Молочный сахар в качестве компонента вводят в специальные диеты, предназначенные для больных, и особенно людей пожилого возраста [14]. Люди, больные сахарным диабетом, могут употреблять лактозу в больших количествах, чем сахарозу или глюкозу. Молочный сахар применяется при производстве специальных продуктов (например, карамели для терпящих бедствие в море).

Технология молочного сахара (лактозы) разработана на уровне высоких (интенсивных) процессов [15]. Операторная модель технологической схемы получения молочного сахара (лактозы) пищевой категории качества приведена на рис. 5.

Итак, в порядке ЗАКЛЮЧЕНИЯ: необходимость фактической реализации высокотехнологичного производства лактозы подтверждена, и произведено это по Технологической платформе СКФУ на молочном комбинате «Ставропольский» с помощью «цифровой, безлюдной технологии» (см. фото). Предприятия индустрии питания имеют возможность использовать в рецептурах продуктов специального назначения и функционального питания отечественный молочный «сахар жизни» – ЛАКТОЗУ.

¹ ГОСТ Р 51939 – 2002. Метод определения лактулозы.

Рис. 5. Операторная модель производства молочного сахара пищевого

Подсистемы:

- А – формирование готового продукта с заданными физико-химическими и органолептическими показателями;
В – получение сухого полуфабриката с заданными свойствами и составом;
С – получение влажных кристаллов с заданными свойствами и составом;
D – получение сгущенной сыворотки заданного состава; Е – Получение очищенной сыворотки заданного состава

Операторы:

- 1 – тепловая денатурация белковой сыворотки; 2 – тепловая денатурация сывороточных белков с подкислением;
3 – тепловая денатурация сывороточных белков с раскислением; 4 – выделение осажденных сывороточных белков;
5 – подсгущение очищенной сыворотки; 6 – очистка подсгущенной сыворотки от белков;
7 – сгущение очищенной сыворотки; 8 – кристаллизация лактозы в сгущенной сыворотке;
9 – выделение влажных кристаллов; 10 – сушка влажных кристаллов; 11 – расфасовка и упаковка готового продукта

Fig. 5. Operator Model of Milk Sugar Production

Subsystems:

- А – finished product formation with a given physical, chemical and organoleptic characteristics;
В – dry semi-finished products production with specified compositions and composition;
С – generating of wet crystals with desired compositions and composition;
D – condensed serum generating of a given composition; Е – purified serum preparation of a given composition

Panel Operator:

- 1 – thermal denaturation of protein serum; 2 – thermal denaturation of whey proteins with acidification;
3 – thermal denaturation of whey proteins with deacidification; 4 – precipitated whey proteins separation;
5 – purified whey condensation; 6 – condensed whey purification from proteins; 7 – purified whey evaporation;
8 – lactose crystallization in evaporated whey; 9 – wet crystals separation; 10 – wet crystals drying;
11 – finished product packaging and wrapping

Общая панорама цеха лактозы и пульт управления на молочном комбинате «Ставропольский», г. Ставрополь
General View of the Lactose Production Unit and Control Panel at the Dairy Plant «Stavropolskiy», Stavropol

Библиографический список

1. Храмов А.Г. Научные основы нового технологического уклада молочной промышленности. LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2017. 118 с.
2. Храмов А.Г. Технологическая платформа молочных продуктов нового поколения / А.Г. Храмов, С.А. Рябцева, Н.М. Панова, Г.С. Анисимов, В.А. Ермаков. LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2019. 178 с.
3. Левитская А.А. и др. Возможность реализации стратегического партнерства МК «Ставропольский» и СКФУ по комплексному федеральному проекту «Лактоза+» в рамках национальной технологической инициативы / А.А. Левитская, А.Г. Храмов, С.В. Анисимов, И.А. Евдокимов, Г.С. Анисимов // Вестник СКФУ. 2017. № 5. С. 16–24.
4. Левитская А.А. Организационные и научно-технические предпосылки комплексного федерального проекта по получению и применению высококачественной лактозы – природного пребиотика животного происхождения: доклад / А.А. Левитская, С.В. Анисимов, А.Г. Храмов, И.А. Евдокимов, Г.С. Анисимов // Молекулярно-генетические и биотехнологические основы получения и применения синтетических и природных биологически активных веществ (Нарочанские чтения-11): материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск – Ставрополь, 20–23 сентября 2017 г.). Минск – Ставрополь: БелГУ, СКФУ, 2017. С. 238–243.
5. Гаврилова Н.Б., Щетинин М.П. Технология молока и молочных продуктов: учебник: в 3 кн. Кн. 2. Традиции и инновации. 2-е изд., перераб. и доп. Барнаул: Апостроф, 2019. С. 319–334.
6. Дёмин И., Шальк Г. Пять шагов к полной прослеживаемости продукции // Молочная промышленность. 2019. № 2. С. 22–23.
7. Боженков Г.П., Макаров А.П., Плешков А.И. Исследование истинной удельной изотермической массоемкости и температурного коэффициента химического потенциала массопереноса молочного сахара-сырца. Деп. рук. № 556. М.: ВТИ. 1987. 3 с.
8. Бетров О.И., Терлов Х.Ю., Кравченко Э.Ф. Способы очистки молочной сыворотки от сахаров при производстве лактозы. Деп. рук. № 538. Углич: ВНИИМС, 1987. 29 с.
9. Бочков А.Ф., Афанасьев В.А., Зайков Г.Е. Углеводы. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1980. 176 с.
10. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. М.: Элевар, 2000. 512 с.
11. Гребенюк В.Д. Электродиализ. Киев, 1976. 160 с.
12. Грядунцова Г.П., Козлова А.М., Литвинова Т.П. Руководство к практическим занятиям по заводской технологии лекарственных форм. М.: Медицина, 1986. 272 с.
13. Барабанщиков Н.В. Качество молока и молочных продуктов. М.: Колос, 1980. 255 с.
14. Борисенко А.А., Шаманаева Е.А. Классификация установок для электрохимической активации жидкостей // Вестник СевКавГТУ. Сер. Продовольствие. 2003. № 1(6). С. 119–124.
15. Евдокимов И.А. Научно-технические основы интенсивной технологии молочного сахара: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.04. М., 1998. 204 с.

Bibliography

1. Khramtsov, A.G. Nauchnye Osnovy Novogo Tekhnologicheskogo Uk-lada Molochnoj Promyshlennosti [Scientific Basis of the New Technological Structure of the Dairy Industry]. LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2017. P. 118.
2. Khramtsov, A.G. Tekhnologicheskaya Platforma Molochnykh Produktov Novogo Pokoleniya [Technological Platform of New Generation Dairy Products] / A.G. Khramtsov; S.A. Ryabceva; N.M. Panova; G.S. Anisimov; V.A. Ermakov. LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2019. P. 178.
3. Levitskaya, A.A. i dr. Vozmozhnost Realizacii Strategicheskogo Partnyorstva MK «Stavropolskiy» i SKFU po Kompleksnomu Federalnomu Proektu «Laktoza+» v Ramkah Nacionalnoj Tekhnologich-eskoj Iniciativy [Realization Possibility of Strategic Partnership of the Dairy Plant “Stavropolskiy” and the NSFU in the Complex Federal Project “Lactose +” in the Framework of the National Technology Initiative] / A.A. Levitskaya; A.G. Khramtsov; S.V. Anisimov; I.A. Evdokimov; G.S. Anisimov // Vestnik SKFU. 2017. № 5. P. 16–24.
4. Levitskaya, A.A. Organizacionnye i Nauchno-Tekhnicheskie Predposylki Kompleksnogo Federalnogo Proekta po Polucheniyu i Primeneniyu Vysokokachestvennoj Laktozy – Prirodnogo Prebiotika Zhivotnogo Proiskhozhdeniya: Doklad [Organizational, and Scientific and Technical Conditions of the Complex Federal Project on Obtaining and Using High-Quality Lactose, i.e. Natural Prebiotics of Animal Origin: Report] / A.A. Levitskaya; S.V. Anisimov; A.G. Khramtsov; I.A. Evdokimov; G.S. Anisimov // Molekulyarno-Geneticheskie i Biotekhnologicheskie Osnovy Polucheniya i Primeneniya Sinteticheskikh i Prirodnkh Biologicheskikh Aktivnykh Veshchestv (Narochanskies Chteniya-11): Materialy Mezhdunar. Nauch.-Prakt. Konf. (Minsk – Stavropol, 20–23 Sentyabrya 2017 g.). Minsk – Stavropol: BelGU, SKFU, 2017. P. 238–243.
5. Gavrilova, N.B.; Shchetinin, M.P. Tehnologiya Moloka i Molochnykh Produktov: Uchebnik [Milk and Dairy Products Technology: Text-book]: v 3 kn. Kn. 2. Tradicii i Innovacii. 2-e Izd., Pererab. i Dop. Barnaul: Apostrof, 2019. P. 319–334.
6. Dyomin, I.; Shalk, G. Pyat Shagov k Polnoy Proslezhivaemosti Produktii [Five Steps to the Full Products Traceability] // Molochnaya Promyshlennost. 2019. № 2. P. 22–23.
7. Bozhenov, G.P.; Makarov, A.P.; Pleshkov, A.I. Issledovanie Istinnoy Udelnoy Izotermicheskoy Massoemkosti i Temperaturnogo Koefficienta Himicheskogo Potenciala Massoperenosa Molochnogo Sahara-Syrca [Examination of the true specific isothermal mass capacity and temperature coefficient of the Chemical Potential of the Raw Milk Sugar Mass Transfer]. Dep. Ruk. № 556. M.: VTI. 1987. P. 3.
8. Betzov, O.I.; Terloev, H.Yu.; Kravchenko, E.F. Spособy Ochistki Molochnoy Syvorotki ot Nesaharov Pri Proizvodstve Laktozy [Purification Methods of Whey from Non-Sugars in the Lactose Production]. Dep. Ruk. № 538. Uglich: VNIIMS, 1987. P. 29.
9. Bochkov, A.F.; Afanasyev, V.A.; Zajkov, G.E. Uglevody [Carbohydrates]. 3-e Izd., Pererab. i Dop. M.: Nauka, 1980. P. 176.
10. Gracheva, I.M.; Krivova, A.Yu. Tehnologiya Fermentnykh Preparatov [Enzyme Agents Technology]. M.: Elevar, 2000. P. 512.
11. Grebenyuk, V.D. Elektrodializ [Electrodialysis]. Kiev, 1976. P. 160.
12. Griadunova, G.P.; Kozlova, A.M.; Litvinova, T.P. Rukovodstvo k Prakticheskim Zanyatiyam po Zavodskoy Tekhnologii Lekarsvennykh Form [Manual for Practical Training in Industrial Technology of Medical Forms]. M.: Medicina, 1986. P. 272.
13. Barabanshchikov, N.V. Kachestvo Moloka i Molochnykh Produktov [Milk and Dairy Products Quality]. M.: Kolos, 1980. P. 255.

14. Borisenko, A.A.; Shamanaeva, E.A. Klassifikaciya Ustanovok dlya Elektrohimicheskoy Aktivacii Zhidkostey [Classification Systems for Electrochemical Activation of Liquids] // Vestnik SevKavGTU. Ser. Prodovolstvie. 2003. № 1(6). P. 119–124.
15. Evdokimov, I.A. Nauchno-Tekhnicheskie Osnovy Intensivnoj Tekhnologii Molochnogo Sahara [Scientific and Technical Bases of Intensive Milk Sugar Technology]: Dis. ... D-Ra Tekhn. Nauk: 05.18.04. M., 1998. P. 204.

Информация об авторе / Information about Author

**Храмцов
Андрей Георгиевич**

Khramtsov,
Andrey Georgievich

Тел./Phone: +7 (8652) 23-58-32
E-mail: akhramtcov@ncfu.ru

Академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, лауреат премии Правительства РФ, доктор технических наук, профессор, профессор-консультант Северо-Кавказский федеральный университет 355009, Российская Федерация, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1

Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation, Laureate of the RF Government Prize, Doctor of Technical Science, Professor, Visiting Professor North Caucasian Federal University 355009, Russian Federation, Stavropol, Pushkina St., 1

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5188-4657>