

Марина Александровна Кудрина<sup>1✉</sup>, Ирина Сергеевна Кожевникова<sup>2</sup>,  
Наталья Александровна Худякова<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН, Архангельск, Россия

<sup>1,2,3</sup>labinnovrazv@yandex.ru

## ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ КОРОВЬЕГО МОЛОКА

Коровье молоко имеет сложную структуру и включает в себя все необходимые питательные вещества для поддержания жизнедеятельности человека. Содержание молочного белка колеблется от 2,6 до 5,3 %. Основными белковыми фракциями являются  $\beta$ -казеин,  $\kappa$ -казеин и сывороточные белки (иммуноглобулины,  $\alpha$ -лактальбумин,  $\beta$ -лактоглобулин, лактоферрин и трансферрин). Биологическая ценность молочных белков определяется тем, что они содержат полный спектр незаменимых аминокислот. Так, все белки коровьего молока являются богатым источником лизина, а для казеина также характерно высокое содержание пролина. Основным источником энергии в молоке является молочный жир, содержание которого достигает 4,5 %. В преобладающем большинстве он представлен глицеридами, липоидами (фосфатиды и стерины) и свободными жирными кислотами, среди которых преобладают насыщенные жирные кислоты (до 65 %). Углеводы в молоке представлены лактозой, которая, так же как и жир, используется организмом в качестве источника энергии. Она является единственным источником галактозы, которая входит в состав коэнзимов, участвующих в синтезе белков, жиров, углеводов, витаминов, ферментов, и имеет важное значение для обменных процессов в организме человека. Минеральные вещества в коровьем молоке представлены солями неорганических и органических кислот, которые содержатся в легкоусвояемой форме, что является важным фактором для нормального роста и развития организма. Всего в молоке обнаружено до 80 элементов, из которых преобладают кальций, калий, фосфор, натрий, магний и железо. В коровьем молоке находятся почти все жирорастворимые (A, D, E, K) и водорастворимые витамины (группы B, C, H и др.).

**Ключевые слова:** коровье молоко, пищевая ценность, нутриенты

**Для цитирования:** Кудрина М.А., Кожевникова И.С., Худякова Н.А. Пищевая ценность коровьего молока // Вестник КрасГАУ. 2022. № 12. С. 229–236. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-12-229-236.

**Благодарности:** статья подготовлена в рамках выполнения темы государственного задания ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН «Разработка системы производства полноценной и экологически безопасной продукции отрасли молочного животноводства в АЗ РФ на основе использования генотипированных племенных животных» (FUUW-2021-0005) (регистрационный номер – 121122800216-6).

Marina Aleksandrovna Kudrina<sup>1✉</sup>, Irina Sergeevna Kozhevnikova<sup>2</sup>,  
Natalya Aleksandrovna Khudyakova<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Federal Research Center for Comprehensive Study of the Arctic, Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia

<sup>1,2,3</sup>labinnovrazv@yandex.ru

## NUTRITIONAL VALUE OF COW'S MILK

Cow's milk has a complex structure and includes all the necessary nutrients to support human life. The content of milk protein ranges from 2.6 to 5.3 %. The main protein fractions are  $\beta$ -casein,  $\kappa$ -casein and whey proteins (immunoglobulins,  $\alpha$ -lactalbumin,  $\beta$ -lactoglobulin, lactoferrin and transferrin). The biological value of milk proteins is determined by the fact that they contain a full range of essential amino acids. Thus, all cow's milk proteins are a rich source of lysine, and casein is also characterized by a high content of proline. The main source of energy in milk is milk fat, the content of which reaches 4.5 %. In the vast majority, it is represented by glycerides, lipoids (phosphatides and sterols) and free fatty acids, among which saturated fatty acids predominate (up to 65 %). Carbohydrates in milk are represented by lactose, which, like fat, is used by the body as an energy source. It is the only source of galactose, which is part of the coenzymes involved in the synthesis of proteins, fats, carbohydrates, vitamins, enzymes, and is important for metabolic processes in the human body. Minerals in cow's milk are salts of inorganic and organic acids, which are contained in an easily digestible form, which is an important factor for the normal growth and development of the body. In total, up to 80 elements were found in milk, of which calcium, potassium, phosphorus, sodium, magnesium and iron predominate. Almost all fat-soluble (A, D, E, K) and water-soluble vitamins (groups B, C, H, etc.) are found in cow's milk.

**Keywords:** cow's milk, nutritional value, nutrients

**For citation:** Kudrina M.A., Kozhevnikova I.S., Khudyakova N.A. Nutritional value of cow's milk // Bulliten KrasSAU. 2022;(12): 229–236. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-12-229-236.

**Acknowledgments:** the paper has been prepared as part of the implementation of the topic of the state task of the FSBIS FECIAR Ural Branch of the Russian Academy of Sciences "Development of a system for the production of full-fledged and environmentally friendly products of the dairy farming industry in the RF AZ based on the use of genotyped breeding animals" (FUUW-2021-0005) (registration number – 121122800216-6).

**Введение.** Питание является одним из важнейших эпигенетических факторов, определяющих здоровье человека. Для обеспечения процессов обмена веществ человеку необходимы все биохимические компоненты пищевых продуктов. Коровье молоко является одним из наиболее полноценных пищевых продуктов в рационе человека. Молоко представляет собой биологическую жидкость сложного химического состава. Его высокая пищевая ценность объясняется уникальным химическим составом, который способствует оптимальному пищеварению и усвоению его человеком. Содержание в молоке высококалорийных разнообразных веществ при сбалансированности их и наилучшем соотношении обуславливает высокую питательную ценность этого продукта. Калорийность 1 кг молока среднего химического состава равна  $2720 \cdot 10^3$  Дж/кг (650 ккал). В 1 кг молока содержится 33 г белка, 38 г жира и 47 г молочного сахара. Пищевая ценность молока определяется его энергетической ценностью, сбалансированностью белков, жиров и углеводов, перевариваемостью, усвояемостью и биологическими свойствами. Пищевая ценность отражает полноту полезных свойств продукта, обеспечивающих физиологические по-

требности человека в основных нутриентах и энергии, что определяется химическим составом продукта с учетом его потребления в общепринятых количествах [1].

За последние десятилетия появление новых технологических возможностей более глубокого изучения биохимических свойств молока и молочных продуктов, а также генетических особенностей крупного рогатого скота позволило получить большое количество данных, расширяющих представления о молоке и его производстве.

**Цель исследования** – изучение, систематизация и обобщение имеющихся данных о пищевой ценности коровьего молока за последние десять лет.

Из коровьего молока можно выделить следующие составные части: вода, сухое вещество и газ. Сухое вещество представляет собой общую массу веществ, полученных после высушивания молока при температуре 102–105 °С, в него входят жир, белок, молочный сахар (лактоза), микро- и макроэлементы, витамины, ферменты и др.

**Молочный жир.** Молоко имеет сложную структуру, представляет собой устойчивую эмульсию жира в воде, с содержанием жира от 2,8 до

4,5 %. Более 95 % липидов молока находятся в виде жировых глобул диаметром 0,5–15 мкм, окруженных мембраной. Компоненты мембраны жировых глобул – белки и фосфолипиды, макро- и микроэлементы, церebroзиды, холестерин и другие жирорастворимые биологически активные вещества, которые стабилизируют поверхность глобул [2].

В составе молочного жира содержится около 140 свободных жирных кислот, однако только 13 главных кислот с четным числом атомов углерода встречаются в молочном жире в количестве более 1 % каждая, остальные относятся к минорным (менее 1 % и в виде следов) [3]. В молочном жире преобладают насыщенные жирные кислоты (в среднем 65 %): масляная, капроновая, пальмитиновая, миристиновая, стеариновая и другие. Содержание ненасыщенных кислот в среднем равно 35 %: олеиновая, миристолеиновая, пальмитолеиновая и др. Особенно важным является наличие незаменимых жирных кислот – линолевой, линоленовой и арахидоновой (синтезируются из линолевой кислоты при участии витамина В<sub>6</sub>), так как они не синтезируются организмом. Содержание в молоке ненасыщенных жирных кислот на оптимальном уровне (38–47 %) оказывает влияние на температуру плавления жира, снижая ее, а следовательно, повышая усвоение молочного жира организмом. По химическому строению молочный жир ничем не отличается от других жиров. Состав жирных кислот молочного жира не постоянен, и содержание отдельных жирных кислот в нем может меняться, на это может влиять рацион молочных коров, сезонность, порода животного, период лактации и др. Молочный жир является концентрированным источником энергии. Жирные кислоты нормализуют жировой обмен, препятствуют развитию атеросклероза, придают эластичность сосудам, участвуют в построении клеток различных тканей, повышают устойчивость к инфекционным заболеваниям и радиации. Молоко также является источником полиненасыщенных жирных кислот, обладающих антиканцерогенными и антиоксидантными свойствами [4]. Однако Ю.А. Синявский с соавторами показали, что молоко и молочные продукты являются одними из основных атерогенных пищевых факторов в питании человека, а также повышают риск развития тромбозов [5].

*Молочный белок.* Белки молока и продукты их гидролиза характеризуются высоким уровнем биологической активности. Основными белковыми фракциями молока являются казеин и сывороточные белки, которые включают иммуноглобулины, α-лактальбумин, β-лактоглобулин, лактоферрин и трансферрин. Белки молока содержат полный спектр незаменимых аминокислот. Содержание белка в молоке колеблется от 2,6 до 5,3 %.

Казеин составляет 78 % всех белков молока, а содержание казеина в молоке колеблется от 2,2 до 3,6 %. Казеин представляет собой фосфатсодержащий белок, для которого характерна низкая растворимость при pH 4,6; он связан с кальцием благодаря наличию фосфорсерильных групп. Существует пять основных казеиновых фракций: α<sub>s</sub>1-казеин, α<sub>s</sub>2-казеин, β-казеин, γ-казеин и κ-казеин. Основная часть (около 95 %) находится в виде мицелл, представляющих собой комплексы фракций казеина с коллоидным фосфатом кальция [6].

Казеин имеет широкое применение: от основного компонента сыра до использования в качестве пищевой добавки. Он является источником аминокислот, углеводов и незаменимых элементов (кальция и фосфора). Под действием кислот и ферментов казеин коагулирует и образует белковый сгусток, что используется в производстве кисломолочных продуктов, сыров, творога [7].

На долю β-казеина, содержащего 209 незаменимых аминокислот, приходится 35 % казеинов в коровьем молоке. β-казеин проявляет амфифильные свойства, а также сильно зависит от температуры.

β-казеин является высокополимерным геном молочного белка с 12 известными вариантами, из которых A1 и A2 являются наиболее изученными. Молоко A1 отличается от варианта A2 тем, что содержит аминокислоту гистидин в положении 67, тогда как A2 имеет пролин в аналогичном положении. Этот полиморфизм приводит к конформационным изменениям вторичной структуры белка и влияет на физические свойства мицелл казеина [8]. В своем исследовании Т. Asledottir с соавторами показали, что в результате метаболических процессов в желудочно-кишечном тракте из β-казеина A1 высвобождается большое количество биоактивного опиоидного пептида – β-казоморфина-7, который, как предполагается, является диетическим

фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний, диабета 1-го типа и неврологических расстройств. Недавние исследования также показали, что  $\beta$ -казоморфин-7 может высвободиться из  $\beta$ -казеина A2, но в значительно меньших количествах [9]. Также S. Jianqin и соавторы изучили влияние «молока A2» на физиологию желудочно-кишечного тракта и симптомы дискомфорта у людей. В процессе переваривания молока, содержащего  $\beta$ -казеин типа A1, в желудочно-кишечном тракте человека образуется пептид  $\beta$ -казоморфин-7, который связан с неблагоприятными желудочно-кишечными эффектами, частично напоминающими симптомы при непереносимости лактозы. Удаление  $\beta$ -казеина A1 ослабляет эти эффекты, поэтому предполагается, что некоторые симптомы непереносимости лактозы могут быть связаны с воспалением, вызванным  $\beta$ -казоморфином-7 [10].  $\beta$ -казеин A1 был обнаружен только у крупного рогатого скота европейского происхождения. Чистокровный азиатский и африканский скот производит молоко, содержащее только  $\beta$ -казеин типа A2 [8].

к-казеин составляет около 13 % казеинов и состоит из полипептидной цепи из 169 аминокислот, он необходим для поддержания структуры, размера и стабильности мицелл казеина в молоке [11]. Было обнаружено, что к-казеин присутствует по меньшей мере в 14 аллельных вариантах. Наиболее распространены А (эталонный вариант) и В. Вариант Е был идентифицирован у некоторых северных пород крупного рогатого скота, хотя и с низкой частотой (< 5 %). По сравнению с эталонным вариантом к-казеина А вариант В содержит 2 замены ( $\text{Thr}^{157} \rightarrow \text{Ile}$ ,  $\text{Asp}^{169} \rightarrow \text{Ala}$ ), тогда как вариант Е отличается одной аминокислотой ( $\text{Ser}^{176} \rightarrow \text{Gly}$ ). Аллель А благоприятен для удоя, но с более низким содержанием белка, тогда как аллель В связан с более высоким содержанием жира и белка, но с более низким удоем [12]. Различные генетические варианты к-казеина могут приводить к различным технологическим и функциональным свойствам молока (например, размеру мицелл и свойствам коагуляции) [13–15]. Также D. Zlotkowska показала в своем исследовании, что среди четырех фракций казеина к-казеин обладает наименьшим аллергенным потенциалом [16].

Сыворотка молока представляет собой побочный молочный продукт, являющийся отличным источником белка и незаменимых аминокислот.

Белки, остающиеся в процессе удаления казеина из молока, являются простыми, хорошо растворимыми в воде и чувствительными к термической обработке [17].

$\beta$ -лактоглобулин составляет 50 % сывороточных белков и 12 % общего содержания белка в молоке, представляет собой глобулярный белок, состоящий из двух полипептидных цепей, насчитывающих 162 аминокислотных остатка.  $\beta$ -лактоглобулин выполняет транспортировку жирных кислот и ретинола, а также имеет антиоксидантное действие и стимулирует активность липазы. Молекулярные исследования уже определили 15 аллелей молочного гена  $\beta$ -лактоглобулина, из которых варианты А и В являются наиболее распространенными. У крупного рогатого скота вариант В предположительно влияет на состав и качество молока, тогда как вариант А в большей степени связан с величиной удоев.  $\beta$ -лактоглобулин обладает сенсibiliзирующими свойствами, он не встречается естественным образом в грудном молоке и может вызывать иммунные реакции у человека [16, 18].

$\alpha$ -лактальбумин составляет 25 % сывороточных белков и 5 % общего содержания белка в молоке. Одна пептидная цепь состоит из 123 аминокислотных остатков. Он принимает участие в синтезе лактозы в секреторных клетках молочной железы, транспортировке ионов кальция, оказывает иммуномодуляторное и антиканцерогенное действие.

Лактоферрин представляет собой многофункциональный гликопротеин. Лактоферрин – это белок, который содержится во многих жидкостях организма, таких как молозиво, молоко, слезы, выделения из носа, слюна и выделения половых органов. Он также вырабатывается в больших количествах нейтрофилами. Состоит из одноцепочечного полипептида с двумя глобулярными долями и относительно устойчив к протеолизу. Лактоферрин обладает антимикробными свойствами, оказывает противовоспалительное и иммуностимулирующее действие [19, 20].

Состав белков в молоке также непостоянен. Так, например, в молоке от коровы, больной маститом, происходит деградация  $\alpha$ -,  $\beta$ - и к-казеина и повышается содержание  $\gamma$ -иммуноглобулина, а также происходит повышение содержания сывороточного альбумина и снижение  $\beta$ -лактоглобулина и  $\alpha$ -лактоальбумина [21].

Углеводы молока представлены в основном лактозой, которая используется организмом в

качестве источника энергии. Лактоза представляет собой дисахарид, молекула которого образована из глюкозы и галактозы. Они соединены  $\beta$ -1-4-гликозидной связью, для гидролиза которой требуется специфический фермент, лактаза или  $\beta$ -галактозидаза, для последующего всасывания моносахаридов в тонком кишечнике [22].

Наличие лактозы в молоке придает ему слабоуловимый сладкий вкус. В молоке она находится в растворе в двух формах (а и Р), которые обладают одинаковыми химическими, но разными физическими свойствами. Лактоза входит в состав коэнзимов, участвующих в синтезе белков, жиров, углеводов, витаминов, ферментов, и имеет важное значение для обменных процессов в организме. Падение уровня лактозы в молоке может быть вызвано маститом.

Лактоза также является одним из аллергенов молока для людей. Этот дефект возникает из-за отсутствия лактазы, вырабатываемой тонкой кишкой. Для людей, страдающих непереносимостью лактозы или лактазной недостаточностью, были разработаны безлактозные молочные продукты [23].

Помимо лактозы, коровье молоко содержит глюкозу и галактозу в качестве минорных компонентов. Глюкоза способствует усвоению кальция и фосфора из молока [1].

*Минеральные вещества* в молоке представлены солями неорганических и органических кислот (около 1 %) и содержатся в легкоусвояемой форме. Минеральные вещества обеспечивают построение костной ткани, входят в состав гормонов, ферментов и витаминов. В молоке обнаружено до 80 элементов, из которых преобладают кальций, калий, фосфор, натрий, магний и железо. Большое значение для человека, особенно в детском возрасте, имеют соли кальция, поступающие из молока и молочных продуктов. Около 22 % всего количества кальция прочно связано с казеином (от его содержания зависят размер казеиновых мицелл и их устойчивость), остальные 78 % составляют фосфаты и цитраты. Большая часть этих солей (в основном фосфаты кальция) содержится в коллоидном состоянии (в виде агрегатов молекул) и небольшая часть (около 30 %) – в виде истинного раствора [24]. Содержание минеральных веществ в молоке не является постоянным и зависит от ряда факторов (стадия лактации, рацион питания животного, генетические факторы). Кроме того, концентрация многих минералов

сильно варьируется и из-за других факторов: аналитических ошибок, загрязнений во время сбора молока, особенностей технологического процесса и т.п.

*Витамины.* В молоке находятся почти все жирорастворимые (А, D, Е, К) и водорастворимые (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, РР, С, Н, холин, фолиевая кислота и др.) витамины. Содержание витаминов в молоке подвержено колебаниям в зависимости от периода лактации (больше в молозиве), породы животного, кормового рациона и времени года. Также влияют условия хранения и транспортирования, от которых зависит количество посторонней микрофлоры, способной разрушить витаминный комплекс. Важна и термическая обработка. При пастеризации и кратковременной обработке высокими температурами существенных изменений не происходит, но, например, стерилизация может вызвать деградацию витаминов [25, 26].

**Заключение.** Сбалансированное питание – важная часть здорового образа жизни человека. Коровье молоко является одним из немногих пищевых продуктов, способных обеспечить человеку поступление всех алиментарных веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности. Жир молока является концентрированным источником энергии, свободные жирные кислоты молочного жира обладают полифункциональной активностью. Белки молока содержат полный спектр незаменимых аминокислот, что определяет его пищевую ценность. Углеводы представлены лактозой, которая используется организмом в качестве источника энергии. От количества лактозы, поступающей в организм, зависит содержание галактозы в нервной, мозговой и других тканях. В молоке находятся почти все жирорастворимые и водорастворимые витамины, а также все основные микроэлементы.

#### Список источников

1. Health-promoting properties of selected milk components [Prozdrowotna wartość wybranych składników mleka] / J. Miciński [et al.] // Journal of Elementology, 2013. Vol. 18, No. 1. P. 165–186.
2. Родионов Г.В., Табакова Л.П., Остроухова В.И. Технология производства молока: учеб. для вузов. СПб.: Лань, 2021. 236 с.

3. *Аппалонова И.В., Смирнова Е.А., Никонова Н.П.* Исследование жирнокислотного состава липидов молока // Пищевая промышленность. 2012. № 11. С. 72–75.
4. Сравнительный анализ биологической и пищевой ценности молока разных сельскохозяйственных животных / *Е.С. Ганиева* [и др.] // Вестник БГАУ. 2021. № 1. С. 49–55.
5. Сравнительная оценка жирнокислотного состава, индексов атерогенности и тромбогенности молока различных видов сельскохозяйственных животных / *Ю.А. Синявский* [и др.] // Проблемы современной науки и образования. 2016. Т. 7. № 49. С. 180–186.
6. *Хиценко А.В., Рогозинникова И.В.* Использование молочных белков в пищевой промышленности // Молодежь и наука. 2019. № 3. С. 96–101.
7. *Курбанова М.Г., Гонне А.И.* Молоко для сыродельного производства // Пища. Экология. Качество: мат-лы XV Междунар. науч.-практ. конф. / Сибир. науч.-исслед. и технол. ин-т переработки сельскохозяйственной продукции СФНЦА РАН. Красноярск, 2018. С. 149–151.
8. Milk intolerance, beta-casein and lactose / *S. Pal* [et al.] // *Nutrients* 2015. Vol. 7, No 9. P. 7285–7297.
9. Release of  $\beta$ -casomorphin-7 from bovine milk of different  $\beta$ -casein variants after ex vivo gastrointestinal digestion / *T. Asledottir* [et al.] // *International Dairy Journal*. 2018. No. 81. P. 8–11.
10. Effects of milk containing only A2 beta casein versus milk containing both A1 and A2 beta casein proteins on gastrointestinal physiology, symptoms of discomfort, and cognitive behavior of people with self-reported intolerance to traditional cows' milk / *S. Jianqin* [et al.] // *Nutrition Journal*. 2016. Vol. 15. No. 1. P. 1–16.
11. Factors influencing casein micelle size in milk of individual cows: Genetic variants and glycosylation of  $\kappa$ -casein / *E. Bijl* [et al.] // *International Dairy Journal*. 2014. Vol. 34. No. 1. P. 135–141.
12. Phosphorylation and glycosylation isoforms of bovine  $\kappa$ -casein variant E in homozygous Swedish Red cow milk detected by liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry / *B. Sheng* [et al.] // *Journal of Dairy Science*. 2022. Vol. 105. No. 3. P. 1959–1965.
13. *Ярлыков Н.Г., Тамарова Р.В.* Влияние генотипа каппа-казеина на сыропригодность молока коров ярославкой породы и михайловского типа: монография. Ярославль: Изд-во Ярославской ГСХА, 2012. 124 с.
14. *Буянова И.В., Франковская С.А.* Влияние зоотехнических факторов на качество сырого молока // Актуальные проблемы техники и технологии переработки молока: сб. тр. с междунар. участием / ГНУ Сибирский НИИ сыроделия РАСХН. Барнаул, 2012. Вып. 9. С. 222–225.
15. *Буянова И.В., Франковская С.А.* Исследование особенностей коагуляции коровьего молока в разные периоды года // Пищевые инновации и биотехнологии: мат-лы Междунар. науч. форума. Кемерово, 2013. С. 97–103.
16. Differences in regulatory mechanisms induced by  $\beta$ -lactoglobulin and  $\kappa$ -casein in cow's milk allergy mouse model-in vivo and ex vivo studies / *D. Złotkowska* [et al.] // *Nutrients*. 2021. Vol. 13. No. 2. P. 1–16.
17. *Курбанова М.Г., Гонне А.И.* Характеристика фракций и свойства сывороточных белков молока // Научные основы развития АПК: сб. науч. тр. по мат-лам XIX Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. Томск, 2017. С. 167–170.
18. Удаление  $\beta$ -лактоглобулина из молочной сыворотки с помощью хитозана / *А.В. Бакулин* [и др.] // Молочная промышленность. 2012. № 11. С. 62–64.
19. *El-Loly M.M.* Colostrum ingredients, its nutritional and health benefits - an overview // *Clinical Nutrition Open Science*. 2022. V. 44. P. 126–143.
20. *Chang R., Bun Ng T., Sun W.* Lactoferrin as potential preventative and adjunct treatment for COVID-19 // *International Journal of Antimicrobial Agents*. 2020. V. 56. P. 1–5.
21. *Шальюгина А.М., Калинина Л.В.* Общая технология молока и молочных продуктов: учеб. для вузов. М.: КолосС, 2007. 198 с.
22. Lactose intolerance: myths and facts. An update [Intolerancia a la lactosa: mitos y verdades. Actualización] / *M.D.C. Toca* [et al.] // *Archivos argentinos de pediatría*. 2022. Vol. 120. No. 1. P. 59–66.
23. *Бань М.Ф., Кириленко Н.М.* Тенденции развития рынка безлактозного молока в Рес-

- публике Беларусь // Союз науки и практики: актуальные проблемы и перспективы развития товароведения: сб. науч. ст. междунар. науч.-практ. конф. (4 ноября 2016 г., Гомель). Гомель, 2016. С. 101–103.
24. *Cashman, K.D.* Milk Salts: Trace Elements, Nutritional Significance // *Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition*. 2011. P. 933–940.
25. *Бабенко И.А., Шумилова Н.Е.* Влияние витаминов В<sub>1</sub> и D на качество и пищевую ценность детского стерилизованного молока // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. ст. по мат-лам VI Междунар. науч.-практ. конф. (31 марта 2020 г., Краснодар). Краснодар, 2018. С. 4–10.
26. *Родионов Г.В., Остроухова В.И., Табакова Л.П.* Технология производства и оценки качества молока: учеб. пособие для вузов. 3-е изд., стер. СПб.: Лань, 2021. 140 с.
- nauch.-prakt. konf. / Sibir. nauch.-issled. i tehnol. in-t pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii SFNCA RAN. Krasnoyarsk, 2018. S. 149–151.
8. Milk intolerance, beta-casein and lactose / *S. Pal* [et al.] // *Nutrients* 2015. Vol. 7, No 9. P. 7285–7297.
9. Release of  $\beta$ -casomorphin-7 from bovine milk of different  $\beta$ -casein variants after ex vivo gastrointestinal digestion / *T. Asledottir* [et al.] // *International Dairy Journal*. 2018. No. 81. P. 8–11.
10. Effects of milk containing only A2 beta casein versus milk containing both A1 and A2 beta casein proteins on gastrointestinal physiology, symptoms of discomfort, and cognitive behavior of people with self-reported intolerance to traditional cows' milk / *S. Jianqin* [et al.] // *Nutrition Journal*. 2016. Vol. 15. No. 1. P. 1–16.
11. Factors influencing casein micelle size in milk of individual cows: Genetic variants and glycosylation of  $\kappa$ -casein / *E. Bijl* [et al.] // *International Dairy Journal*. 2014. Vol. 34. No. 1. P. 135–141.
12. Phosphorylation and glycosylation isoforms of bovine  $\kappa$ -casein variant E in homozygous Swedish Red cow milk detected by liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry / *B. Sheng* [et al.] // *Journal of Dairy Science*. 2022. Vol. 105. No. 3. P. 1959–1965.
13. *Yarlykov N.G., Tamarova R.V.* Vliyanie genotipa kappa-kazeina na syroprigdnost' moloka korov yaroslavkoj porody i mihajlovkogo tipa: monografiya. Yaroslavl': Izd-vo Yaroslavskoj GSHA, 2012. 124 s.
14. *Buyanova I.V., Frankovskaya S.A.* Vliyanie zootehnicheskikh faktorov na kachestvo syrogo moloka // Aktual'nye problemy tehniki i tehnologii pererabotki moloka: sb. tr. s mezhdunar. uchastiem / GNU Sibirskij NII syrodeliya RASHN. Barnaul, 2012. Vyp. 9. S. 222–225.
15. *Buyanova I.V., Frankovskaya S.A.* Issledovanie osobennostej koagulyacii korov'ego moloka v raznye periody goda // Pischevye innovacii i biotehnologii: mat-ly Mezhdunar. nauch. foruma. Kemerovo, 2013. S. 97–103.
16. Differences in regulatory mechanisms induced by  $\beta$ -lactoglobulin and  $\kappa$ -casein in cow's milk allergy mouse model-in vivo and ex vivo studies / *D. Zlotkowska* [et al.] // *Nutrients*. 2021. Vol. 13. No. 2. P. 1–16.

### References

1. Health-promoting properties of selected milk components [Prozdrowotna wartość wybranych składników mleka] / *J. Miciński* [et al.] // *Journal of Elementology*, 2013. Vol. 18, No. 1. P. 165–186.
2. *Rodionov G.V., Tabakova L.P., Ostrouhova V.I.* Tehnologiya proizvodstva moloka: ucheb. dlya vuzov. SPb.: Lan', 2021. 236 s.
3. *Appalonova I.V., Smimova E.A., Nikonorova N.P.* Issledovanie zhirkislotnogo sostava lipidov moloka // *Pischevaya promyshlennost'*. 2012. № 11. S. 72–75.
4. Sravnitel'nyj analiz biologicheskoy i pischevoj cennosti moloka raznyh sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh / *E.S. Ganieva* [i dr.] // *Vestnik BGAU*. 2021. № 1. S. 49–55.
5. Sravnitel'naya ocenka zhirkislotnogo sostava, indeksov aterogenosti i trombogennosti moloka razlichnyh vidov sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh / *Yu.A. Sinyavskij* [i dr.] // *Problemy sovremennoj nauki i obrazovaniya*. 2016. T. 7. № 49. S. 180–186.
6. *Hicenko A.V., Rogozinnikova I.V.* Ispol'zovanie molochnyh belkov v pischevoj promyshlennosti // *Molodezh' i nauka*. 2019. № 3. S. 96–101.
7. *Kurbanova M.G., Goppe A.I.* Moloko dlya syrodel'nogo proizvodstva // *Pischa. `Ekologiya. Kachestvo: mat-ly XV Mezhdunar.*

17. *Kurbanova M.G., Goppe A.I.* Harakteristika frakcij i svojstva syvorotochnyh belkov moloka // Nauchnye osnovy razvitiya APK: sb. nauch. tr. po mat-lam XIX Vseros. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov i molodyh uchenyh s mezhdunar. uchastiem. Tomsk, 2017. S. 167–170.
18. Udalenie  $\beta$ -laktoglobulina iz molochnoj syvorotki s pomosh'yu hitozana / *A.V. Bakulin* [I dr.] // *Molochnaya promyshlennost'*. 2012. № 11. S. 62–64.
19. *El-Loly M.M.* Colostrum ingredients, its nutritional and health benefits - an overview // *Clinical Nutrition Open Science*. 2022. V. 44. P. 126–143.
20. *Chang R., Bun Ng T., Sun W.* Lactoferrin as potential preventative and adjunct treatment for COVID-19 // *International Journal of Antimicrobial Agents*. 2020. V. 56. P. 1–5.
21. *Shalygina A.M., Kalinina L.V.* Obschaya tehnologiya moloka i molochnyh produktov: ucheb. dlya vuzov. M.: KolosS, 2007. 198 s.
22. Lactose intolerance: myths and facts. An update [Intolerancia a la lactosa: mitos y verdades. Actualización] / *M.D.C. Toca* [et al.] // *Archivos argentinos de pediatria*. 2022. Vol. 120. No. 1. P. 59–66.
23. *Ban' M.F., Kirilenko N.M.* Tendencii razvitiya rynka bezlaktoznogo moloka v Respublike Belarus' // *Soyuz nauki i praktiki: aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya tovarovedeniya: sb. nauch. st. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (4 noyabrya 2016 g., Gomel')*. Gomel', 2016. S. 101–103.
24. *Cashman, K.D.* Milk Salts: Trace Elements, Nutritional Significance // *Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition*. 2011. P. 933–940.
25. *Babenko I.A., Shumilova N.E.* Vliyanie vitaminov V<sub>1</sub> i D na kachestvo i pischevuyu cennost' detskogo sterilizovannogo moloka // *Sovremennye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii: sb. st. po mat-lam VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (31 marta 2020 g., Krasnodar)*. Krasnodar, 2018. S. 4–10.
26. *Rodionov G.V., Ostrouhova V.I., Tabakova L.P.* Tehnologiya proizvodstva i ocenki kachestva moloka: ucheb. posobie dlya vuzov. 3-e izd., ster. SPb.: Lan', 2021. 140 s.

Статья принята к публикации 07.09.2022 / The article accepted for publication 07.09.2022.

Информация об авторах:

**Марина Александровна Кудрина**<sup>1</sup>, младший научный сотрудник  
**Ирина Сергеевна Кожевникова**<sup>2</sup>, заведующая лабораторией, кандидат биологических наук  
**Наталья Александровна Худякова**<sup>3</sup>, научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

**Marina Aleksandrovna Kudrina**<sup>1</sup>, Junior Researcher  
**Irina Sergeevna Kozhevnikova**<sup>2</sup>, Head of the Laboratory, Candidate of Biological Sciences  
**Natalya Aleksandrovna Khudyakova**<sup>3</sup>, Researcher, Candidate of Agricultural Sciences

