

УДК 637.1:637.133.1

## К вопросу влияния замораживания на технологические свойства молока

Канд. техн. наук А. Г. КРУЧИНИН, С. Н. ТУРОВСКАЯ,  
Е. Е. ИЛЛАРИОНОВА, А. В. БИГАЕВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup>a\_bigaeva@vnimi.org

Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности

*В силу растущей популяризации здорового образа жизни увеличивается спрос на натуральные молочные продукты, в том числе функциональные, оказывающие положительное влияние на состояние здоровья потребителя. Их получение возможно, как на базе коровьего молока, так и с применением молока других видов сельскохозяйственных животных. Все известные виды молока дифференцированы по составу, следовательно, обладают разными технологическими свойствами. Их контроль является залогом получения качественных пищевых продуктов вследствие эффективного использования сырья. Для увеличения объема производства и повышения качества молочных продуктов длительного хранения, необходимо термоустойчивое молоко, в тоже время для интенсификации производства отечественных сыров, творога и других кисломолочных продуктов требуется сыропригодное молоко. Большой научный и практический интерес имеет изучение термоустойчивости и сыропригодности сырья с применением молекулярно-генетических методов диагностики. При этом молоко представляет собой динамичную биосистему, в которой протекают процессы, ухудшающие его первоначальные технологические качества. Переработка молока непосредственно после его получения возможна только на молочно-товарных фермах, оснащенных необходимым специальным оборудованием (аппаратами для первичной очистки и охлаждения). Хранение и транспортировка молока в охлажденном состоянии допускается в течение ограниченного периода времени. Наряду с этим, транспортировка молока на удаленные расстояния с целью реализации, дальнейшей переработки, либо комплексных исследований, включающих молекулярно-генетическую диагностику, биохимические, биофизические и пр. методы, подразумевает его предварительную консервацию, такую как сушка или замораживание. Криоконсервирование молока позволяет сохранять большинство его полезных компонентов. Вследствие этого изучение влияния замораживания молока на его технологические свойства остается актуальным.*

**Ключевые слова:** молоко, технологические свойства, сыропригодность, термоустойчивость, замораживание, хранение.

### Информация о статье:

Поступила в редакцию 10.06.2020, принята к печати 10.07.2020

DOI: 10.17586/1606-4313-2020-19-3-58-63

Язык статьи — русский

### Для цитирования:

Кручинин А. Г., Туровская С. Н., Илларионова Е. Е., Бигаева А. В. К вопросу влияния замораживания на технологические свойства молока // Вестник Международной академии холода. 2020. № 3. С. 58-63.

## The effect of freezing on the technological properties of milk

Ph. D. A. G. KRUCHININ, S. N. TUROVSKAYA, E. E. ILLARIONOVA, A. V. BIGAEVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>a\_bigaeva@vnimi.org

All-Russian Research Institute of Dairy Industry

*Due to the growing popularization of a healthy lifestyle the demand for natural dairy products is increasing, including functional products with a positive impact on the consumers' health. They are produced both from cow's milk and from the milk of other farm animals. All known types of milk are differentiated by composition. Therefore, they have different technological properties. Their control is the key to produce quality food products due to the effective use of raw materials. In order to increase the volume of production and improve the quality of dairy products of long-term storage, heat-resistant milk is necessary. At the same time, to intensify the production of domestic cheese, cottage cheese, and other fermented dairy products, milk with cheeseability properties is required. As a result, the study of thermal stability and cheeseability of raw materials with the use of molecular genetic diagnostic methods is of a particular scientific and practical interest. In addition, milk is a dynamic biosystem, in which there are processes that degrade its initial technological qualities. It is possible to process milk immediately after its production only on dairy farms equipped with the necessary equipment (devices for primary cleaning and cooling). Milk storage and transportation in cooled condition is allowed for a maximum of 36 hours. In addition, transportation of milk to more distant distances for the purpose of realization, further processing,*

*or complex studies, including molecular genetic diagnostics, biochemical, biophysical and other types of analysis, implies its preliminary preservation, such as drying or freezing. Cryopreservation of milk allows preserving most of its useful components. Therefore, the study of the effect of milk freezing on its technological properties remains relevant.*

**Keywords:** milk, technological properties, cheeseability, heat resistance, freezing, storage.

#### Article info:

Received 10/06/2020, accepted 10/07/2020

DOI: 10.17586/1606-4313-2020-19-3-58-63

Article in Russian

#### For citation:

Kruchinin A. G., Turovskaya S. N., Illarionova E. E., Bigaeva A. V. The effect of freezing on the technological properties of milk. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2020. No 3. p. 58-63.

## Введение

Основой здоровья и работоспособности человека является достаточное и сбалансированное поступление необходимых макро- и микронутриентов с пищей. Особенно остро это проявляется в настоящее время вследствие ухудшения экологической обстановки и условий пребывания в мегаполисах. Негативные факторы воздействия окружающей среды можно нивелировать потреблением высокоценных продуктов питания, в первую очередь молочных, в том числе обогащенных функциональными ингредиентами [1, 2].

Производство качественных молочных продуктов возможно как на основе промышленно получаемого коровьего молока, так и на базе других видов молока, набирающих сегодня популярность у широких масс населения. В научной литературе есть данные по исследованию переработки коровьего, козьего, овечьего, оленьего, кобыльего молока, а также молока других видов сельскохозяйственных животных.

При этом состав и свойства молока являются видоспецифичными факторами. Так, например, овечье молоко может содержать общего белка в 2 раза больше, чем коровье молоко, и на 10–15% больше, чем козье. Преимущество наблюдается как по содержанию казеинов и сывороточных белков, так и по содержанию минеральных веществ, особенно кальция и цитратов. Наряду с этим овечье молоко характеризуется усредненным размером жировых шариков (менее 3,5 мкм) по сравнению с козьим молоком (~1 мкм) и коровьим молоком (0,92–15,75 мкм) [3].

В целом практически все виды молока исследованы сегодня отечественными и зарубежными учеными, в том числе с применением быстро развивающихся методов молекулярно-генетической диагностики. Выявлено, что с составом и технологическими свойствами молока-сырья, определяющими возможность его дальнейшей переработки, ассоциированы аллели и генотипы генов молочных белков в геноме у животного. Так, на сыропригодность молока, под которой понимают наилучшее состояние казеинового сгустка и наименьшую продолжительность свертывания молока, оказывают положительное влияние генотипы BB и AB по генам κ-казеину (CSN3) и β-лактоглобулину (BLG), соответственно. В тоже время на термоустойчивость молока влияет преобладание аллеля A обоих генов в генотипе животного. Исследование взаимосвязей полиморфизма казеиновых и сывороточных белковых фракций в геноме у коров с тер-

моустойчивостью и сыропригодностью молока позволяет повышать эффективность его переработки и качество готовых молочных продуктов [4].

Молоко после доения быстро портится, теряя свои первоначальные качества. Поэтому в случае отсутствия возможности немедленной первичной переработки молока на ферме, необходимо обеспечивать его хранение. Также при невозможности незамедлительного всестороннего тестирования молока встает вопрос фиксации его состояния и исходных технологических свойств.

Проблема сохранения молока широко известна, к методам ее решения относятся как многочисленные разработанные и освоенные технологии ксероконсервирования, так и не нашедшие до настоящего времени широкого промышленного применения технологии криоконсервирования — замораживание молока и молочных продуктов [5, 6].

В настоящее время во ВНИМИ инициированы исследования по разработке молекулярно-генетических и биоинформационных систем оценки технологических свойств молока. Часть исследуемых образцов в рамках опыта была заморожена непосредственно после доения животных в Республике Татарстан и доставлена в Москву для проведения комплексного анализа, включающего молекулярно-генетическую оценку, определение термоустойчивости и способности к сычужной свертываемости исследуемого молока. Для оценки достоверности получаемых результатов анализа был проведен поиск научно-методической литературы по вопросу влияния низких температур на технологические свойства молока.

*Целью настоящего исследования* является анализ и систематизация имеющихся данных о влиянии замораживания на технологические свойства молока и применимости криоконсервирования в технологиях молочных продуктов.

## Обсуждение результатов

Общеизвестный сегодня способ ксероконсервирования натурального молока сушкой позволяет снизить массу сухого молока в 8–10 раз, однако при этом несколько снижаются органолептические показатели молока и его биологическая ценность. Теоретически обосновано, что замораживание предварительно сепарированного и сгущенного молока в пластиковых мешках в виде тонких прямоугольных блоков (от –28 до –30 °С; тоннельный охладитель) позволяет снизить массу замороженного молока, по сравнению со свежим, в 5 раз. Это больше

массы сухого молока. Но в тоже время при переработке замороженного молока возможно снижение энергетических затрат производства, улучшение гибкости производственного процесса, преодоление сезонных колебаний, повышение качества молочных продуктов при условии применения сырья с низкой бактериальной обсемененностью и содержанием соматических клеток [5].

Отдельно стоит отметить, что качество получаемого молока постоянно колеблется в зависимости от многих генетических и паратипических факторов, поэтому для контроля микробиологических и ферментативных изменений молока перед замораживанием его следует пастеризовать и гомогенизировать [6].

Консервирование молока холодом проводится в разных температурных диапазонах: охлаждение при 6–10 °С, глубокое охлаждение при 2–6 °С, замораживание и хранение в замороженном состоянии при температуре от –12 до –25 °С. Основная группа белков молока, казеины, характеризуются большим числом гидрофобных связей. По мере понижения температуры сила гидрофобных связей ослабевает, а ассоциаты распадаются на более мелкие образования;  $\beta$ -казеин, переходящий при этом из мицелл казеина в плазму молока, под действием ферментов распадается на  $\gamma$ -казеины и компоненты протеозо-пептонной фракции. Повышение содержания последних отрицательно влияет на технологические свойства молока: сычужную свертываемость и термоустойчивость. Другими факторами дестабилизации белков могут служить кристаллизация молочного сахара при недостаточной вязкости раствора, либо высокая концентрация солей (в первую очередь кальция), образующаяся в незамерзшей воде. Тогда как замерзшая вода в виде льда может вызывать деформацию жировых шариков молока с дальнейшим окислением жиров протеазами психотрофных бактерий при недостаточных низких температурах [7].

Нежелательные изменения молочных компонентов можно предупредить. Добавление аскорбиновой кислоты либо антиоксидантов позволяет предотвращать процесс окисления, ускоряемый следами меди и других тяжелых металлов. Гидролиз лактозы помогает предотвратить ее кристаллизацию. А белки молока можно стабилизировать внесением полифосфатов или цитратов. Разумеется, все действия должны основываться на действующей нормативной базе страны производителя [6].

Считается, что молоко в замороженном состоянии можно хранить при минус 20 °С в течение 3–4 месяцев или до 10 месяцев, если оно в дальнейшем будет переработано, в том числе в сыр [6]. Однако следует отметить, что в соответствии с техническим регламентом ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» не допускается использование замороженного молока в производстве молочных продуктов [8].

Целесообразность хранения замороженного молока в течение не более 3 месяцев была подтверждена в работе отечественных авторов по изучению качественных показателей восстановленного молока, полученного после хранения и дефростации замороженного сгущенного коровьего молока. В ходе эксперимента образцы пастеризовали (82–85 °С; выдержка 15 с), сгущали в вакуум-аппарате (до массовой доли сухих веществ 45%), разливали в полиэтиленовые пакеты, замораживали и хранили

при температуре  $-(18\pm 1)$  °С. Было выявлено, что дестабилизация наиболее лабильного макрокомпонента молока (белковых фракций) зависит от концентрации сгущенного молока, температуры и продолжительности хранения [9].

Молочные консервы, к которым относится сухое цельное молоко, могут сохранять свои исходные качества в течение длительного периода времени. Как следствие с их помощью решаем вопрос снабжения жидкими молочными продуктами населения труднодоступных регионов страны. Рекомендуемым температурным режимом хранения сухого цельного молока считается диапазон от 0 до 10 °С. До настоящего времени было известно, что повышение температуры хранения приводит к порче продукта, однако не было изучено влияние низких температур на его стойкость. Исследованием отечественных авторов [10] было показано, что хранение сухого цельного молока при –20 °С в течение 40 сут не оказало существенного влияния на качественные характеристики образцов.

Известна работа по замораживанию овечьего молока, полученного на сельскохозяйственной исследовательской станции г. Спунер, США, и его дальнейшей переработке в различные молочные продукты [11]. В данном исследовании сырое цельное овечье молоко замораживали при температурах –15 °С и –27 °С. Общее количество бактерий быстрее уменьшалось в молоке, хранящемся при температуре –15 °С, чем при температуре –27 °С, но при этом было выше значение pH. У образцов, хранящихся при температуре –15 °С, после 6-месячного хранения наблюдалась дестабилизация белковых фракций. Образцы, которые хранились при температуре –27 °С, были стабильны в течение года. Замороженное овечье молоко использовалось в производстве сыра, йогурта и концентрата сывороточного белка. Продукция, полученная из молока, замороженного при температуре –27 °С, обладала хорошими сенсорными и функциональными характеристиками.

Возможность получения свежего функционального сыра из молока криоконцентрированного при низких отрицательных температурах была показана и в работе I. D. Muñoz [12]. Пастеризованное молоко концентрировали замораживанием в пластиковых емкостях объемом 30 мл каждая в морозильных шкафах при температуре  $-(40\pm 2)$  °С, процесс проводили в три стадии, максимальное извлечение сухих веществ молока наблюдали на втором этапе, соответственно это молоко применяли в дальнейшей выработке сыра.

Примером производства сыра из замороженного сырья с нарушением законодательных требований страны-производителя может служить фальсификация сыра «Mozarella di Bufala» в Италии. Традиционный сыр данного наименования, защищенного по происхождению (DOP — Denominazione di Origine Protetta) производится согласно жесткому своду правил из цельного буйволиного молока с применением соли и сычужного фермента. В виду того, что объем получения буйволиного молока не соответствует рыночному спросу на продукт и подвержен сезонным колебаниям, производители зачастую нарушают правила производства, используя как исходное сырье замороженный творог либо замороженное буйво-

линое молоко. С целью сертификации и для выявления фальсификации молока-сырья и других экспериментальных задач авторами [13] было предложено апробирование MALDI-ToF-MS метода (матрично-активированная лазерная десорбционно-ионизационная времяпролетная масс-спектрометрия). Образцы свежего молока замораживали при  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и хранили в течение 15, 30, 60, 90 и 240 дней. Перед проведением опыта образцы размораживали за 30 минут при комнатной температуре ( $20\text{--}24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), центрифугировали для обезжиривания (3000 об/мин; 30 мин;  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и разбавляли водой в соотношении 1:100. Проведенный массивный анализ свежих и замороженных аликвот буйволиного молока выявил 28 полипептидных маркера низкотемпературного хранения, возникновение которых авторы связали с неизвестной стабильной при низких температурах протеазой.

Биохимические изменения замороженного кобыльего молока были подробно исследованы в работе Павловой А. И. [14]. Во время хранения молока наблюдалось незначительное повышение кислотности, увеличение содержания сухого вещества, сахара, снижение содержания витамина С. При этом следует обратить особое внимание, что содержание белка, фосфора, кальция, витамина С оставалось на высоком уровне.

В 2006 г. был опубликован патент «Способ консервирования кобыльего молока холодом» ЯНИИСХ, суть которого заключается в замораживании кобыльего молока в пакетиках из полимерных и комбинированных материалов с объемом  $1000\pm 50$  мл в низкотемпературных камерах с температурным режимом от  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 1,5–2 ч, после чего кобылье молоко могло храниться до 6-ти мес в морозильных камерах с температурным режимом  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  [15].

В Казахском научно-исследовательском институте был разработан схожий метод промышленного консервирования кобыльего молока методом шоковой заморозки. Молоко кобыл, по составу приближенное к женскому, является в Казахстане традиционным сырьем для получения натурального скоропортящегося продукта — кумыса. Производство кумыса носит сезонный характер,

поэтому консервирование кобыльего летнего молока с целью круглогодичной выработки популярного продукта стало актуальным предметом исследования. Согласно разработанной технологии замораживание паке-тированного молока производится при температуре не выше  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , затем молоко поступает на хранение в холодильные камеры или в ледники с температурой не выше  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Молоко рекомендовано хранить до 6 мес для получения кумыса достойного качества [16].

В ЯНИИСХ также было исследовано влияние замораживания на качество августовского оленьего молока, получаемого в небольших количествах от важенок (самок северного оленя). В ходе изучения нативного и замороженного молока было отмечено совпадение содержания жира и белка, что свидетельствует о незначительном изменении компонентов молока при низкой температуре хранения ( $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Замороженное молоко использовалось для производства кисломолочного продукта «Бакалдын Умданин». По результатам проделанной работы были разработаны соответствующие нормативные документы [17].

### Заключение

В условиях постоянного и быстрого темпа совершенствования промышленных технологий и аппаратурных решений правильно выполненное замораживание молока, не допускающее негативных изменений его структуры, при этом позволяющее сохранить большинство его нативных компонентов, остается современным альтернативным способом консервации. Вопрос влияния низких температур на составные части молока и его технологические свойства, определяющие возможность переработки, изучены как с точки зрения взаимодействия между собой фракций молока, так и с позиции применения различных температурных режимов и технологических приемов последующей промышленной обработки. Остается актуальным вопрос законодательного регулирования возможности применения замороженного молока в современной отечественной молочной промышленности.

### Литература

1. Зобкова З. С., Фурсова Т. П., Зенина Д. В. Использование листовой части растения амарант в производстве функциональных кисломолочных продуктов // Пищевая индустрия. 2019. № 2 (40). С. 20–21.
2. Новокшианова А. Л., Абабкова А. А., Абрамов Д. В. Результаты поиска оптимального консорциума микроорганизмов при производстве специализированного белкового кисломолочного продукта // Вестник Международной академии холода. 2016. № 4. С. 23–29. DOI: 10.21047/1606-4313-2016-15-4-23-29.
3. Шуварииков А. С., Канина К. А., Робкова Т. О., Юрова Е. А. Состав и свойства овечьего, козьего и коровьего молока // Фермер. Поволжье. 2019. № 7 (84). С. 92–93.
4. Tyulkin S. V., Vafin R. R., Zagidullin L. R., et al. Technological properties of milk of cows with different genotypes of kappa-casein and beta-lactoglobulin // Foods and Raw materials. 2018. vol. 6. no. 1. P. 154–162. DOI: 10.21603/2308-4057-2018-1-154-162.
5. Сесадзе Ш. М. Сушка или замораживание? Что лучше? // Молочная промышленность. 2018. № 2. С. 40.

### References

1. Zobkova Z., Fursova T., Zenina D. The use of the leaf part of the amaranth plant in the production of functional dairy products. *Food industry*. 2019. vol. 2 (40). P. 20–21. (in Russian)
2. Novokshanova A. L., Ababkova A. A., Abramov D. V. Optimum consortia of microorganisms in protein fermented milk product. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2016. No. 4. P. 23–29. DOI: 10.21047/1606-4313-2016-15-4-23-29. (in Russian)
3. Shuvarikov A. S., Canina K. A., Robkova T. O., Yurova E. A. The composition and properties of sheep, goat and cow's milk. *Farmer. Volga region*. 2019. vol. 7 (84). P. 92–93. (in Russian)
4. Tyulkin S. V., Vafin R. R., Zagidullin L. R., et al. Technological properties of milk of cows with different genotypes of kappa-casein and beta-lactoglobulin. *Foods and Raw materials*. 2018. vol. 6. no. 1. P. 154–162. DOI: 10.21603/2308-4057-2018-1-154-162.
5. Sesadze Sh. M. Drying or freezing? What's better? *Dairy industry*. 2018. vol. 2. P. 40. (in Russian)

6. Белозеров Г. А., Большаков О. В., Дибирасулаев М. А., Стефановский В. М. Рекомендации Международного института холода по производству и хранению замороженных пищевых продуктов. Ч. 8 // Холодильная техника. 2015. № 8. С. 50–52.
7. Тёпел А. Химия и физика молока. СПб.: Профессия, 2012. 832 с.
8. Белякова З. Ю., Makeeva И. А., Стратонова Н. В. и др. Сырое молоко: новые требования технических регламентов Таможенного союза // Контроль качества продукции. 2015. № 4. С. 18–22.
9. Туровская С. Н., Галстян А. Г., Радаева И. А. и др. Влияние замораживания на качество дефростированного сгущенного молока-сырья // Переработка молока. 2018. № 3. С. 28–29.
10. Galstyan A. G., Petrov A. N., Illarionova E. E., et al. Effects of critical fluctuations of storage temperature on the quality of dry dairy product // Journal of Dairy Science. 2019. vol. 102. no. 12. P. 10779–10789. DOI: 10.3168/jds.2019-17229.
11. Wendorff W. L. Freezing Qualities of Raw Ovine Milk for Further Processing // Journal of Dairy Science. 2001. vol. 84. P. 74–78. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(01)70200-7.
12. Muñoz I. D., Canella M. H., Verruck S., et al. Potential of Milk Freeze Concentration for the Production of Functional Fresh Cheeses // Advance Journal of Food Science and Technology. 2017. vol. 13. P. 196–209. DOI: 10.19026/ajfst.13.5069.
13. Arena S., Salzano A. M., Scaloni A. Identification of protein markers for the occurrence of defrosted material in milk through a MALDI-TOF-MS profiling approach // Journal of Proteomics. 2016. vol. 147. P. 56–65. DOI: 10.1016/j.jprot.2016.02.016.
14. Павлова А. И. Динамика изменения биохимического состава замороженного летнего и зимнего кобыльего молока при его хранении // Вестник КрасГАУ. 2014. № 7 (94). С. 185–187.
15. Способ консервирования кобыльего молока холодом: пат. 2272415 Рос. Федерация. № 2004110469/13 / Абрамов А. Ф., Павлова А. И.; заявл. 06.04.04; опубл. 27.03.06, Бюл. № 9. С. 5.
16. Тултабаева Т. Ч., Жоньсова М. У. Шоковое замораживание кобыльего молока и кумыса // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти В. М. Горбатова. 2016. № 1. С. 307–308.
17. Степанов К. М. Оленьё молоко — биологически ценный продукт // Молочная промышленность. 2010. № 2. С. 79–80.
6. Belozеров G. A., Bolshakov O. V., Dibirasulaev M. A., Stefanovsky V. M. Recommendations of the International Institute of Refrigeration for the production and storage of frozen food. Part 8. *Kholodilnaya Tekhnika*. 2015. vol. 8. P. 50–52. (in Russian).
7. Topel A. Chemistry and Physics of Milk. St. Petersburg: Professia. 2012. 832 pp. (In Russian).
8. Belyakova Z. Yu., Makeeva I. A., Stratonova N. V., et al. Raw milk: new requirements of the technical regulations of the Customs Union. *Product quality control*. 2015. vol. 4. P. 18–22. (in Russian).
9. Turovskaya S. N., Galstyan A. G., Radaeva I. A., et al. The effect of freezing on the quality of defrosted condensed milk raw materials. *Milk processing*. 2018. vol. 3. P. 28–29. (in Russian).
10. Galstyan A. G., Petrov A. N., Illarionova E. E., et al. Effects of critical fluctuations of storage temperature on the quality of dry dairy product. *Journal of Dairy Science*. 2019. vol. 102. no. 12. P. 10779–10789. DOI: 10.3168/jds.2019-17229.
11. Wendorff W. L. Freezing Qualities of Raw Ovine Milk for Further Processing. *Journal of Dairy Science*. 2001. vol. 84. P. 74–78. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(01)70200-7.
12. Muñoz I. D., Canella M. H., Verruck S., et al. Potential of Milk Freeze Concentration for the Production of Functional Fresh Cheeses. *Advance Journal of Food Science and Technology*. 2017. vol. 13. P. 196–209. DOI: 10.19026/ajfst.13.5069.
13. Arena S., Salzano A. M., Scaloni A. Identification of protein markers for the occurrence of defrosted material in milk through a MALDI-TOF-MS profiling approach. *Journal of Proteomics*. 2016. vol. 147. P. 56–65. DOI: 10.1016/j.jprot.2016.02.016.
14. Pavlova A. I. The change dynamics of the biochemical composition of frozen summer and winter mare's milk at its storage. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. 2014. vol. 7 (94). P. 185–187. (in Russian)
15. Abramov A. F., Pavlova A. I. A method of preserving mare's milk with cold. Russia patent RU 2280590C2. 2006. (in Russian)
16. Tultabaeva T. Ch., Zhonysova M. U. Shock freezing of mare's milk and koumiss. *International scientific-practical conference dedicated to the memory of V. M. Gorbatova*. Moscow. 2016. P. 307–308. (in Russian)
17. Stepanov K. M. Deer milk is a biologically valuable product. *Dairy industry*. 2010. vol. 2. P. 79–80. (in Russian)

### Сведения об авторах

#### Кручинин Александр Геннадьевич

К. т. н., заведующий лабораторией молочных консервов Всероссийского научно-исследовательского института молочной промышленности, 115093, Москва, ул. Люсиновская, 35, корп. 7, a\_kruchinin@vnimi.org. <https://orcid.org/0000-0002-3227-8133>

#### Туровская Светлана Николаевна

Старший научный сотрудник лаборатории молочных консервов Всероссийского научно-исследовательского института молочной промышленности, 115093, Москва, ул. Люсиновская, 35, корп. 7, s\_turovskaya@vnimi.org. <https://orcid.org/0000-0002-5875-9875>

### Information about authors

#### Kruchinin Aleksandr G.

Ph. D., Head of the Laboratory of dairy canned products of All-Russian Dairy Research Institute, 115093, Russia, Moscow, Lyusinovskaya Str., 35, blok 7, a\_kruchinin@vnimi.org. <https://orcid.org/0000-0002-3227-8133>

#### Turovskaya Svetlana N.

Senior Researcher of the Laboratory of dairy canned products of All-Russian Dairy Research Institute, 115093, Russia, Moscow, Lyusinovskaya Str., 35, blok 7, s\_turovskaya@vnimi.org. <https://orcid.org/0000-0002-5875-9875>

**Илларионова Елена Евгеньевна**

Научный сотрудник лаборатории молочных консервов Всероссийского научно-исследовательского института молочной промышленности, 115093, Москва, ул. Люсиновская, 35, корп. 7, e\_illarionova@vnimi.org. <https://orcid.org/0000-0002-9390-0984>

**Бигаева Алана Владиславовна**

Младший научный сотрудник лаборатории молочных консервов Всероссийского научно-исследовательского института молочной промышленности, 115093, Москва, ул. Люсиновская, 35, корп. 7, a\_bigaeva@vnimi.org. <https://orcid.org/0000-0001-8400-2465>

**Illarionova Elena E.**

Researcher of the Laboratory of dairy canned products of All-Russian Dairy Research Institute, 115093, Russia, Moscow, Lyusinovskaya Str., 35, blok 7, e\_illarionova@vnimi.org. <https://orcid.org/0000-0002-9390-0984>

**Bigaeva Alana V.**

Junior researcher of the Laboratory of dairy canned products of All-Russian Dairy Research Institute, 115093, Russia, Moscow, Lyusinovskaya Str., 35, blok 7, a\_bigaeva@vnimi.org. <https://orcid.org/0000-0001-8400-2465>

## Памяти профессора В. З. Геллера



(17.03.1943 – 20.07.2020)

20 июля 2020 г. ушел из жизни талантливый организатор, выдающийся специалист в области теплофизических свойств рабочих веществ систем генерации холода и теплоты, академик Международной академии холода, доктор технических наук, профессор ВЛАДИМИР ЗИНОВЬЕВИЧ ГЕЛЛЕР.

Владимир Зиновьевич родился в г. Краснотурьинск Свердловской области. После окончания школы поступил в Грозненский нефтяной институт, а затем в 1965 году в аспирантуру Грозненского нефтяного института. В 1968 году защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование теплофизических свойств мангышлакской нефти и ее фракции» в Московском энергетическом институте. Работал ассистентом, старшим преподавателем кафедры автоматизации Грозненского нефтяного института. По конкурсу в 1970 г. избран доцентом кафедры теплохладотехники Одесского технологического института пищевой промышленности им. Н. В. Ломоносова (ОТИПП), где возглавил теплофизическую лабораторию по исследованию свойств холодильных агентов, нефти и пищевых продуктов. Докторскую диссертацию «Комплексное исследование теплофизических свойств фреонов и разработка обобщенных методов расчета и прогнозирования коэффициентов переноса» Владимир Зиновьевич защитил в тридцать пять лет, затем трудился на должности профессора, а с 1986 г. заведующего кафедрой процессов и аппаратов ОТИПП. С 1992 г. преподавал в США в университетах штатов Делавер и Калифорния (Беркли, Стэнфорд), возглавил теплофизический исследовательский центр. В 2002 г. Геллер В. З. основал кафедру экологии в Одесской национальной академии пищевых технологий (ОНАПТ), возглавлял ее в течение пяти лет. С 2008 г. перешел на должность профессора кафедры теплофизики и экологии ОНАПТ. Под руководством Геллера В. З. проводились исследования экологически безопасных рабочих веществ и хладоносителей, в том числе нанофлюидов для низкотемпературных установок, изучались возможности применения вторичных энергоресурсов для производства холода на базе парожеткорных холодильных машин и тепловых насосов. В. З. Геллер оставил нам богатое научное наследие, состоящее из сотен научных работ, шести монографий, 25 кандидатских диссертаций, защищенных под его руководством.

Владимир Зиновьевич принимал активное участие в международных конференциях и конгрессах, в организации Всесоюзных теплофизических школ и конференций, являлся членом Американского общества по отоплению, холодильной технике и кондиционированию воздуха.

Память о Владимир Зиновьевиче Геллере, как о талантливом ученом, опытном педагоге, внимательном и отзывчивом друге, навсегда сохранится в наших сердцах!



*Григорьев Б. А., Железный В. П., Цветков О. Б.  
и редакция журнала «Вестник МАХ»  
выражают искренние соболезнования родным, близким и ученикам  
Владимира Зиновьевича Геллера*