

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА МОРОЖЕНОГО ШЕРБЕТ С КОБЫЛЬИМ МОЛОКОМ*

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Антонина Анатольевна Творогова¹, д-р техн. наук, главный научный сотрудник

E-mail: antvorogova@yandex.ru

Анна Валентиновна Ландиховская¹, канд. техн. наук, научный сотрудник

E-mail: anna.landih@yandex.ru

Александра Юрьевна Краснова², магистрант

¹Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, г. Москва

²Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), г. Москва

С целью повышения пищевой и биологической ценности исследована возможность замены сухого коровьего молока на сухое кобылье молоко в мороженом. Использованы физико-химические, реологические, микроструктурные и термостатические методы исследований. Обоснована целесообразность применения сухого кобыльего молока в мороженом шербет – продукте с пониженным содержанием сухого обезжиренного молочного остатка (не более 6 %). В качестве контроля использовали мороженое шербет с использованием сухого обезжиренного коровьего молока. Для нивелирования специфического привкуса кобыльего молока предусмотрено применение фруктового сырья (апельсинового и яблочного соков) и вкусоароматической добавки. Установлено, что белковый состав кобыльего молока оказывает положительное влияние на способность смеси к насыщению воздухом, дисперсность воздушной фазы в процессе производства и хранения и твердость готового продукта. По сравнению с контролем взбитость мороженого с кобыльим молоком повысилась на 27 %, твердость снизилась на 32 %, липкость – на 34 %. Использование кобыльего молока не оказало заметного влияния на криоскопическую температуру и дисперсность кристаллов льда, что положительно. По сравнению со смесью для мороженого шербет с коровьим молоком, применение кобыльего молока, вследствие высокого содержания сывороточных белков, привело к достижению меньшего значения динамической вязкости смеси (в 9,9 раз). При использовании кобыльего молока отмечено снижение термоустойчивости мороженого при длительном термостатировании, через 120 мин. в 1,8 раза. Исследования показали возможность применения сухого кобыльего молока в производстве мороженого шербет в регионах, использующих эту разновидность молока в рационе питания. Рекомендации распространяются на мороженое со сниженным содержанием сухого обезжиренного молочного остатка, с пищевкусовыми продуктами, во избежание привкуса, характерного для кобыльего молока.

Ключевые слова: мороженое, сухое кобылье молоко, сывороточные белки, динамическая вязкость, твердость, термоустойчивость, дисперсность воздушной фазы

Для цитирования: Творогова, А. А. Перспективы производства мороженого шербет с кобыльим молоком / А. А. Творогова, А. В. Ландиховская, А. Ю. Краснова // Молочная промышленность. 2024. № 5. С 64–69. <https://www.doi.org/10.21603/1019-8946-2024-5-10>

Источник изображений: freepik.com



ВВЕДЕНИЕ

Кобылье молоко является полезным для здоровья продуктом питания. Кобылье молоко употребляют около 30 млн. человек, преимущественно проживающих в Западной Европе и Центральной Азии [1]. В жировой фракции кобыльего молока содержится большое количество полиненасыщенных жирных кислот. Присутствие их в продуктах питания способствует повышению устойчивости к инфекционным заболеваниям, укреплению общего иммунитета [2]. Белок кобыльего молока характеризуется высокой биодоступностью [3]. Кобылье молоко содержит высокое количество альбумина по сравнению с казеином, поэтому его относят к «альбуминовому» молоку, в то время, как молоко других сельскохозяйственных животных, за исключением ослиного, относится к группе молока с высоким содержанием казеина [4]. Кроме того, в кобыльем молоке содержатся аминокислоты фенилаланин, тирозин, метионин и цистеин, необходимые для синтеза глюкозы и гормонов в организме [5–7]. В связи с этим

*Статья подготовлена в рамках выполнения исследований по Государственному заданию ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

кобылье молоко широко используется для производства продуктов лечебного питания и функциональной направленности, в частности специализированных продуктов для детского питания [8, 9].

Традиционно кобылье молоко применяется в производстве кумыса. Этот продукт, кроме основных нутриентов кобыльего молока, содержит большое количество витаминов В1, В2 и А, необходимых человеку для обеспечения нормального течения биохимических процессов в организме [10, 11].

Кобылье молоко комбинируют с коровьим в производстве напитков для питания спортсменов. Исследования эффективности напитка на подопытных животных показали повышение показателей выносливости [12]. Учитывая полезные свойства кобыльего молока, производят мороженое и йогурт с использованием кобыльего молока и пробиотических микроорганизмов *Lactobacillus rhamnosus* [13, 14, 15]. Структурно-механические свойства готового продукта с кобыльим молоком зависят от количества сухих веществ. Вязкость продуктов увеличивается в процессе хранения [16].

Учитывая присутствие в кобыльем молоке характерного привкуса, целесообразно при использовании его в продуктах питания дополнительно применять пищевкусовые продукты или использовать их в продуктах с пониженным содержанием сухих веществ молока, в частности в мороженом шербет. Мороженое шербет является молокосодержащим продуктом, содержание сухих веществ молока в котором в 2 раза меньше, чем в мороженом традиционного состава.

Целью исследований являлось обоснование возможности производства мороженого шербет с повышенной пищевой и биологической ценностью путем использования в качестве источника сухих веществ молока сухого кобыльего молока¹.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Взбитость мороженого определяли согласно методике, приведенной в приложении к ГОСТ 31457-2012. Содержание влаги в продукте определяли по ГОСТ 3626-73. Кислотность образцов мороженого определяли по ГОСТ 3624-92. Определение криоскопической температуры проводили на осмометре-криоскопе ОСКР-1М, динамической вязкости – на вискозиметре Brookfield DV II+ Pro, твердости и липкости – на анализаторе тек-



Источник изображения: freerik.com

¹ТР ТС «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). – Москва: Стандартинформ, 2013. – 103 с.

стыры Brookfield LFRA Texture analyzer. Показатели формо- и термоустойчивости определяли в соответствии с методиками, разработанными во ВНИИХИ. Дисперсность воздушной фазы и кристаллов льда изучали путем подсчета микроструктурных элементов на микрофотографиях, полученных с использованием микроскопа Olympus CX-41 и/без замораживающего столика.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Первый этап исследований был посвящен обоснованию и разработке нутриентного состава мороженого шербет с использованием сухого кобыльего молока. Учитывая, что мороженое шербет является молокосо-держащим продуктом, содержание СОМО было установлено на максимально возможном уровне для этого продукта (6 %), что на 40 % меньше, чем в традиционном продукте. Однако, такое содержание СОМО позволяет внести полезные нутриенты кобыльего молока

Источник изображения: freepik.com



и при использовании фруктов, обязательного ингредиента для мороженого шербет, не вызывает формирования заметного привкуса, свойственного молоку кобылиц. Довольно высокое для мороженого шербет содержание СОМО позволило установить в продукте невысокое содержание жира (2 %) при содержании сухих веществ молока в сухих веществах продукта 22,5 % (допустимое значение этого показателя 20 %). Контрольным образцом являлось молокосодержащее мороженое шербет с использованием в качестве источника 6 % СОМО обезжиренного коровьего молока по ГОСТ 33629-2015. В качестве источника 2 % жира в обоих образцах использовали сливочное масло с массовой долей жира 82,5 % по ГОСТ 32261-2013. Содержание сахара составляло 22 %, что позволило обеспечить достаточное сенсорное ощущение сладости при использовании фруктов и достичь довольно высокого содержания сухих веществ (35,5 %). В качестве источника 2 % сухих веществ фруктов использовали восстановленные апельсиновый и яблочный соки, ТМ «Rich» и «Агуша». Для дополнительного нивелирования специфического вкуса кобыльего молока использовали смесь пряностей и апельсиновой цедры (ТМ «Айдиго»), предназначенную для напитка «Глентвейн». В качестве стабилизационной системы применяли эффективную стабилизационную систему Cremodan 334 в количестве 6,5 г на 1 кг смеси.

На втором этапе работы, в соответствии с разработанными рецептурами, были изготовлены образцы согласно традиционной схеме производства мороженого, включая все стадии технологического процесса: смешивание компонентов – внесение жировой основы – пастеризация – гомогенизация – охлаждение – созревание – фризирование – закаливание – хранение при температуре не выше минус 18 °С. Технологически значимые показатели качества смеси и мороженого представлены в таблице.

Таблица

Показатели качества смеси и мороженого шербет

Показатели	Образцы	
	С кобыльим молоком	Контроль
Содержание сухих веществ в мороженом, %	35,5 ± 0,76 ^a	34,8 ± 0,58 ^a
Криоскопическая температура, °С	-3,32 ± 0,03 ^b	-3,41 ± 0,07 ^b
Кислотность смеси, °Т	62	64
Динамическая вязкость смеси при градиенте сдвига на срез 0,07 с ⁻¹ , мПа · с	791,1	7835,8
Взбитость, %	66	52

Из данных, приведенных в таблице, видно, что криоскопическая температура обоих образцов не имеет статистически значимых различий, что позволит не изменять температуру смеси перед фризированием и мороженого при выгрузке из фризера. Взбитость мороженого с кобыльим молоком была на 27 % выше, чем в контрольном образце, что характеризует более высокую пенообразующую способность белков кобыльего молока. Оба образца замораживали и насыщали воздухом на фризере Carpigiani Labo 812 E без принудительной подачи воздуха.

Различия в свойствах белков кобыльего и коровьего молока характеризуют и показатели динамической вязкости. Вязкость контрольного образца и образца с кобыльим молоком при одном и том же градиенте сдвига отличается в 9,9 раза. Состав белков коровьего и кобыльего молока различается. Исследованиями установлено, что в кобыльем молоке соотношение казеина и сывороточных белков (1,1:1), а в коровьем (4,7:1). Кроме того, в кобыльем молоке меньше в 1,5 раза общее содержание белка [17, 18]. Следовательно, более низкое значение динамической вязкости смеси при использовании кобыльего молока можно объяснить более низким содержанием общего белка и более высокой устойчивостью к коагуляции в кислой среде сывороточных белков по сравнению с казеином.

Более высокое содержание сывороточных белков в кобыльем молоке не могло не сказаться на консистенции продукта. Для установления отличий были определены твердость и липкость мороженого (рис. 1).

Образец с кобыльим молоком характеризовался более низкими показателями твердости (на 32 %) и липкости (на 34 %) по сравнению с контролем. Аналогичные результаты были получены и исследователями при производстве творога. Установлено, что из кобыльего молока получается более мягкий и нежный творог, чем из коровьего [19].

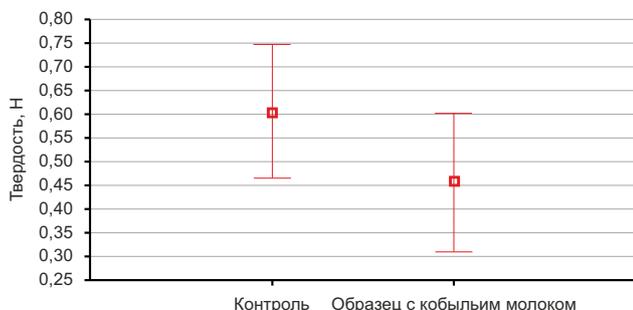


Рисунок 1. Показатели твердости и липкости в мороженом



Источник изображения: freepik.com

Меньшая твердость и большая взбитость мороженого шербет с кобыльим молоком привела к снижению его термоустойчивости в процессе выдерживания при температуре 20 °С более 60 мин. На рис. 2 приведены графики термоустойчивости образцов. При термостатировании образца с кобыльим молоком массовая доля плава через 2 часа была больше в 1,8 раза, чем в контрольном образце. Однако, в технологически важный период термостатирования 60 мин, массовая доля плава в обоих образцах не превышала 5 %, что положительно.

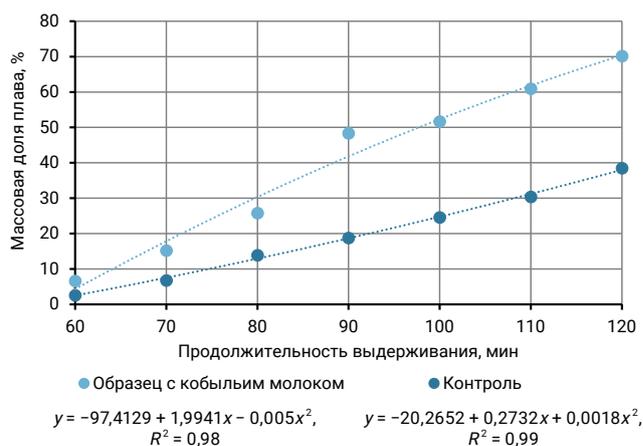
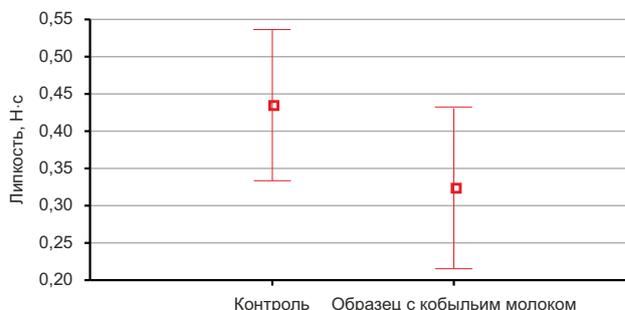


Рисунок 2. Зависимость массовой доли плава от продолжительности выдерживания при температуре (20 ± 1,5) °С



Замена СМО сухим кобыльим молоком не оказала отрицательного влияния на средний размер кристаллов льда по сравнению с контрольным образцом. Изменение среднего размера кристаллов льда в обоих образцах через 3 мес. хранения не превышало 4 %.



Источники изображений: freerik.com

Внесение сухого кобыльего молока взамен коровьего положительно сказалось на дисперсности воздушной фазы в мороженом. Средний размер воздушных пузырьков в образце с кобыльим молоком через 3 мес. хранения составил $(37,3 \pm 1,8)$ мкм, а в контроле – $(42,7 \pm 9,6)$ мкм. Доля воздушных пузырьков размером до 50 мкм через 3 мес. хранения в образце с кобыльим молоком составила 80 %, что на 12 % выше, чем у контроля, и свидетельствует о лучшей стабильности воздушной фазы. Микрофотографии воздушных пузырьков в образцах представлены на рисунке 3.

Выводы

Установлено, что введение сухого кобыльего молока в рецептуру мороженого шербет взамен сухого коровьего молока:

- не оказывает заметного влияния на криоскопическую температуру смесей, а следовательно нет необходимости изменения температурных режимов выгрузки мороженого из фризера;
- способствует формированию более мягкой консистенции, что важно при формировании порций мороженого из крупной упаковки;
- способствует повышению дисперсности воздушной фазы;
- приводит к снижению термоустойчивости при хранении продукта более 60 мин при температуре 20 °С.

В целом исследования позволяют рекомендовать кобылье молоко для производства молокосодержащего мороженого шербет в регионах с высокой долей этой разновидности молока в рационе питания. Целесообразно для повышения пищевой и биологической ценности других разновидностей мороженого рассмотреть возможность частичной замены сухого коровьего молока на кобылье. ■

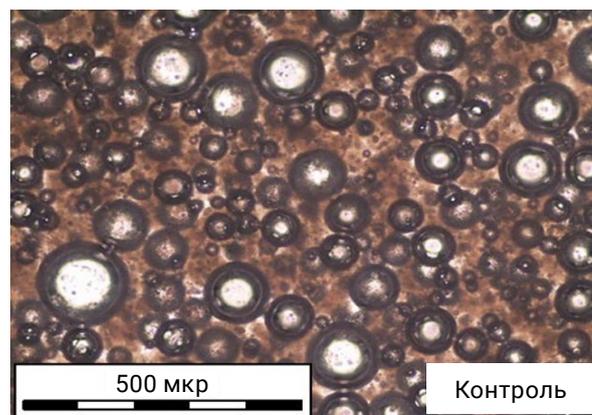
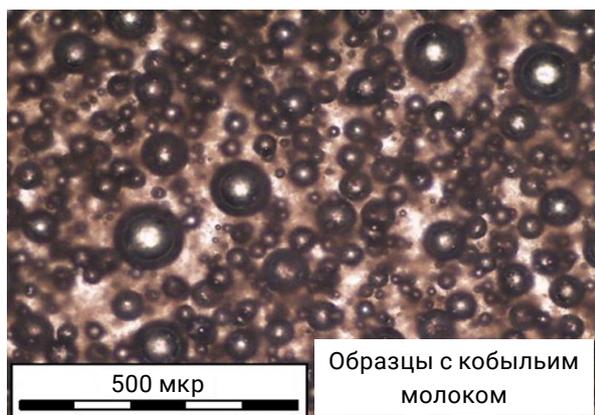


Рисунок 3. Микрофотографии воздушных пузырьков через 3 месяца хранения

MARE'S MILK SHERBET ICE CREAM: PRODUCTION PROSPECTS

Antonina A. Tvorogova¹, Anna V. Landikhovskaya¹, Alexandra Yu. Krasnova²¹All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry, Gorbatov Federal Research Center for Food Systems, Russian Academy of Sciences, Moscow²Russian Biotechnological University, Moscow

ORIGINAL ARTICLE

Cow's milk powder can be substituted with mare's milk powder in ice-cream to increase its nutritional and biological value. The authors employed physical, chemical, rheological, microstructural, and thermostatic methods to rationalize the use of mare's milk powder in the ice-cream sherbet to reduce the content of dry nonfat milk solids to 6%. Ice-cream sherbet with skimmed cow's milk powder served as control. Fruit juices and flavor additives camouflaged the taste of mare's milk. The protein composition of mare's milk improved the air saturation, dispersion of air phase, and consistency. In addition, the overrun increased by 27%, the hardness went down by 32%, and the stickiness decreased by 34%. Mare's milk produced no effect on the cryoscopic temperature and dispersion of ice crystals. It was rich in whey protein, which resulted in a 9.9-times lower dynamic viscosity. Heat resistance increased by 1.8 times after 120 min of incubation. Mare's milk powder proved to be a good functional substitute to cow's milk in ice-cream sherbet, thus showing good commercial prospects for regions where mare's milk is part of traditional diet. The formulation and technological guidelines can be applied in ice-cream with low content of dry nonfat milk solids and flavor additives that mask the specific taste of mare's milk.

Keywords: ice cream, makes milk powder, whey proteins, dynamic viscosity, hardness, heat resistance, dispersion of air phase

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ji, Z. Identification of mare milk adulteration with cow milk by liquid chromatography-high resolution mass spectrometry based on proteomics and metabolomics approaches / Z. Ji [et al.] // *Food Chemistry*. 2023. Vol. 405, part B. 134901. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134901>
2. Любимова, Ю. Г. Жирные кислоты кобыльего молока и их значение в питании человека (аналитический обзор) / Ю. Г. Любимова, В. А. Терещенко, Е. А. Иванов // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2020. № 164. С. 330–338. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-164-027>; <https://www.elibrary.ru/bxtyhu>
3. Симоненко, Е. С. Перспективы использования кобыльего молока для создания продуктов диетического лечебного и диетического профилактического питания / Е. С. Симоненко, С. В. Симоненко, Ю. С. Хованова // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2021. № 12-1(114). С. 157–161. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.114.12.026>; <https://www.elibrary.ru/sqwkri>
4. Cais-Sokolińska, D. Foaming and Other Functional Properties of Freeze-Dried Mare's Milk / D. Cais-Sokolińska, J. Teichert, J. Gawalek // *Foods*. 2023. Vol. 12(11). 2274. <https://doi.org/10.3390/foods12112274>
5. Кривова, А. В. Ароматические аминокислоты: фенилаланин и тирозин у пациентов с артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца / А. В. Кривова, М. В. Кожевникова, Е. О. Коробкова [и др.] // *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2022. Т. 18, № 3. С. 297–305. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2022-06-05>; <https://www.elibrary.ru/rbctpl>
6. Лысиков, Ю. А. Аминокислоты в питании человека / Ю. А. Лысиков // *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2012. № 2. С. 88–105. <https://www.elibrary.ru/tbjprx>
7. Оразов, А. Оценка биологической ценности молока сельскохозяйственных животных / А. Оразов, Л. А. Надточий, А. В. Сафронова // *Техника и технология пищевых производств*. 2019. Т. 49, № 3. С. 447–453. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-447-453>; <https://www.elibrary.ru/zyglgd>
8. Машарипова, Ш. С. Кумысолечение ослабленных детей в Хорезмском регионе / Ш. С. Машарипова, А. У. Матякубова // *Наука, образование и культура*. 2020. № 2(46). С. 49–51. <https://doi.org/10.24411/2413-7111-2020-10201>; <https://www.elibrary.ru/nmexia>
9. Мануйлов, Б. М. Перспективные специализированные продукты детского питания / Б. М. Мануйлов, С. В. Симоненко // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2020. № 11-1(101). С. 111–117. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.101.11.018>; <https://www.elibrary.ru/ydhghb>
10. Степанов, К. М. Использование кобыльего молока для создания специализированной пищевой продукции / К. М. Степанов, Е. И. Семенова, Л. Д. Олесова, О. Г. Тихонова // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2020. № 12-2(102). С. 146–149. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.102.12.062>; <https://www.elibrary.ru/hrpkmy>
11. Саукунова, М. М. Оценка пищевой ценности и экологической безопасности кобыльего молока и кумыса / М. М. Саукунова, Б. М. Нургалиева, Г. Е. Рысмухамбетова, М. В. Забелина // *Новые технологии*. 2022. Т. 18, № 1. С. 62–70. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-1-62-70>; <https://www.elibrary.ru/xnduoc>
12. Сарсембаев, Х. С. Комбинированный кисломолочный продукт для спортивного питания / Х. С. Сарсембаев, Ю. А. Синявский, Е. А. Дерипаскина [и др.] // *Человек. Спорт. Медицина*. 2022. Т. 22, № 1. С. 148–154. <https://doi.org/10.14529/hsm220120>; <https://www.elibrary.ru/ittknb>
13. Канарейкина, С. Г. Жирнокислотный состав йогурта с использованием кобыльего молока / С. Г. Канарейкина, В. И. Канарейкин, Ю. Н. Чернышенко, И. Ф. Рахматулина // *Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета*. 2021. Т. 24, № 4. С. 408–413. <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2021-24-4-408-413>; <https://www.elibrary.ru/dbvqpl>
14. Абдулжанова, М. А. Получение йогурта на основе сухого кобыльего молока, обогащенного пробиотическими микрокапсулами / М. А. Абдулжанова, А. С. Кистаубаева, Л. В. Игнатова [и др.] // *Микробиология және вирусология*. 2023. Т. 2, № 41. С. 96–116. <https://doi.org/10.53729/MV-AS.2023.02.06>
15. Саукунова, М. М. Разработка рецептуры мороженого с использованием кобыльего молока и полисахаридов / М. М. Саукунова, Б. М. Нургалиева, К. Е. Белоглазова [и др.] // *Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета*. 2023. Т. 26, № 3. С. 281–291. <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2023-26-3-281-291>; <https://www.elibrary.ru/bbilgg>
16. Симоненко, Е. С. Исследование хранимоустойчивости и определение структурно-механических показателей пробиотического кисломолочного продукта на основе кобыльего молока / Е. С. Симоненко // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2022. Т. 116, № 2. С. 163–168.
17. Cais-Sokolińska, D. Freezing point and other technological properties of milk of the Polish Coldblood horse breed / D. Cais-Sokolińska [et al.] // *Journal of Dairy Science*. 2018. Vol. 101, Iss. 11. P. 9637–9646. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15012>
18. Potočník, K. Mare's milk: composition and protein fraction in comparison with different milk species / K. Potočník [et al.] // *Mljekarstvo*. 2011. Vol. 61(2). P. 107–113.
19. Adil, S. Chemistry, Nutritional Properties and Application of Mare's Milk: A Review / S. Adil, B. M. Mehta, A. H. Jana // *Agricultural Reviews*. 2022. Vol. 43 (3). P. 355–361. <https://doi.org/10.18805/ag.R-2232>