

СУБЛИМАЦИОННАЯ СУШКА КОБЫЛЬЕГО МОЛОЗИВА

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Роза Темерьяновна Тимакова¹, д-р техн. наук, канд. с.-х. н., доцент, профессор кафедры

E-mail: trt64@mail.ru

Юлия Владимировна Ильюхина¹, аспирант

Вадим Грацианович Старцев², глава крестьянского фермерского хозяйства

¹Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

²ИП крестьянское фермерское хозяйство Старцев В. Г., Удмуртская Республика

Кобылье молоко, не употребляемое человеком в сыром виде, после его переработки в сухое молоко, может быть использовано в качестве самостоятельного продукта, в виде биологически активных добавок и для обогащения при производстве пищевой продукции функционального назначения. Оно является уникальным природным многокомпонентным и полифункциональным продуктом, обладающим иммуномодулирующими и регенерирующими свойствами, и может использоваться в профилактических и лечебных целях. Цель исследований заключалась в оптимизации технологических параметров сублимационной сушки при производстве сухого кобыльего молока на отдельном сельскохозяйственном предприятии полного цикла (от молочного коневодства до производства пищевой продукции). Адаптация технологии сублимационной сушки кобыльего молока при низком давлении влияет на качество сухого кобыльего молока и его нутриентный состав. В отсутствие нормативной документации по кобыльему молоку (в настоящее время в РФ разработан проект ГОСТ Р только по коровьему молоку) исследование осуществлялось согласно требованиям ТР ТС 033/2013, ГОСТ Р 52975-2008 и ТУ 10.51.56-001-0133214532-2021. Установлена практическая возможность осуществления сублимационной сушки в сублиматорах отечественного производства с автоматическим контролем установленных параметров уникального биологического продукта секрета молочной железы кобыл вятской породы. Отличительной особенностью разработанной технологии производства сухого кобыльего молока является отсутствие процесса дополнительной очистки молока, которое само обладает антимикробными свойствами. Полученное сухое молоко отличается пролонгированными сроками годности. Необходимо продолжение углубленных исследований для оценки нутриентного состава сухого кобыльего молока, в первую очередь белкового комплекса, обладающего иммуномодулирующим действием.

Ключевые слова: кобылье молоко, сухое молоко, сублимационная сушка, органолептические показатели, физико-химические показатели, функциональные продукты

Для цитирования: Сублимационная сушка кобыльего молока / Р. Т. Тимакова, Ю. В. Ильюхина, В. Г. Старцев // Молочная промышленность. 2024. № 1. С. 51–56. <https://www.doi.org/10.21603/1019-8946-2024-1-5>

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение полноценного функционального питания является одним из направлений формирования здорового образа жизни. При производстве биологически ценных пищевых продуктов используются современные достижения агропромышленного комплекса.

Одним из уникальных биопродуктов животного происхождения считается молоко, являющееся секретом молочной железы продуктивных животных. Оно вырабатывается после появления новорожденных детенышей и отличается большим количеством антител для формирования колострального иммунитета. Защитные свойства молока обусловлены наличием в нем иммуноглобулинов, лейкоцитов, лимфоцитов, актоферрина и лизоцима [1]. В молоке содержатся биоактивные пептиды – казоциндин, лактоферрин и лактоферрицин, отличающиеся антибактериальной, иммуностимулирующей и АПФ-ингибирующей функциями [2]. Протеазы и липазы молока способствуют улучшению процессов пищеварения посредством гидролиза белков и жиров [3].

Ряд авторов отмечают эффективность применения добавок из молока при желудочно-кишечных заболеваниях в качестве как профилактического, так и лечебного средства [4], для восстановления поврежденных тканей желудочно-кишечного тракта и пролиферации клеток эпидермиса [5, 6].

Молоко рекомендуется к употреблению при иммунодефиците и сердечно-сосудистых заболеваниях, для защиты организма от вирусных заболеваний, для улучшения регенерации костно-хрящевой и мышечной тканей, регулирования уровня сахара, холестерина и железосодержащих веществ в крови, восстановления эпидермиса и нервных клеток. При употреблении молока усиливаются процессы синтеза ДНК в организме, оказывается влияние на иммунную систему, достигается омолаживающий эффект на организм человека.

Наряду с этим молоко не относится к пищевой продукции, что связано с отсутствием регламентирующей нормативной документации для реализации молока на потребительском рынке. Так, согласно ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье

сырое. Технические условия» молоко от коров (молозиво) в первые семь дней после отела не подлежит переработке в пищевых целях.

Один из ценных видов продукции секрета молочной железы получают от лошадей. Кобылье молозиво отличается высокой питательной ценностью, своим сбалансированным химическим составом для кормления новорожденных жеребят, повышенным содержанием белка, липидов и углеводов в виде лактозы, ненасыщенными жирными кислотами и биологически активными веществами иммуномодулирующего действия.

Альфа-, бета- и гамма-глобулины молозива кобыл, попадая через пищеварительную систему в кровь жеребенка, выполняют функцию иммунной защиты от инфекции в первые дни постнатального развития [7], нейтрализуя до 99 % вирусов.

Ценность молозива определяется его способностью регулирования функционирующих систем живого организма, направленной на восстановление иммунитета, замедление процессов старения и на выведение из организма шлаков и токсинов. Молозиво в качестве нутритивной поддержки включается в программы реабилитации пациентов, перенесших COVID-19, осложненной пневмонией средней и тяжелой степени [8]. Для взрослых с симптомами ряда заболеваний рекомендовано до 1–2 г сухого молозива ежедневно [9].

При этом молозиво, используемое для кормления новорожденных животных, является скоропортящимся продуктом и его традиционно замораживают при температуре -18°C для последующего использования [10]. Затем молозиво размораживается в результате температурного воздействия теплоносителя (воды) [11] или при обработке токами высокой частоты [12].

В США молозиво собирается в течение первых суток после отела коров и на первом этапе замораживается при температуре $-8,3^{\circ}\text{C}$ для сохранности компонентов, отвечающих за резистентность к штаммам *Escherichia coli*, затем через 7 суток молозиво размораживается, удаляется жир и обезжиренное молозиво подвергается низкотемпературной распылительной сушке [13].

Продукты переработки молозива и его фракции могут быть использованы в составе биологически активных добавок с иммуномодулирующими и регенерирующими свойствами [14] и для обогащения при производстве пищевой продукции функционального назначения, что требует применения

высокотехнологичной сушки молозива – сублимационной (лиофилизационной), которая подходит для чувствительных к нагреванию продуктов [15].

На качество сухого кобыльего молозива, не отличающегося высокой термостойкостью, влияют технологические параметры сублимационной сушки. В известных источниках за основу берется коровье молозиво, как наиболее распространенный вид молозива. Рядом авторов предлагается многоступенчатый процесс получения сухого молозива предварительно замороженного при температуре -18°C , хранящегося в течение 6 месяцев, затем дефростированного и подвергнутого лиофилизации с последующим темперированием при температуре $+60^{\circ}\text{C}$ в течении 7, 14, 21 часов [16]. Разработанная технология производства сухой смеси молозива (68–70 % мас.) и фракции сывороточных белков (28–32 % мас.) основана на заморозке смеси молозива и сывороточных белков с добавлением антиокислителей и антиоксидантов при температуре $-(18-20)^{\circ}\text{C}$ и последующей сублимационной сушке до достижения температуры в центральной зоне продукта $+38-40^{\circ}\text{C}$ в течение 13–14 часов [17].

Источник изображения: unsplash.com



Выбор в пользу сухого молозива обусловлен тем, что молозиво в нативном виде отличается коротким сроком годности, в таблетированных формах молозива происходит разрушение части биологически активных компонентов [13].

В настоящее время на российском потребительском рынке появляется продукция из нетрадиционных видов молока: козьего, овечьего и кобыльего. Традиционно известен кумыс из кобыльего молока, который в основном предлагается в ареолах распространения молочного коневодства (Удмуртия, Башкортостан, Алтай, Якутия), и кумысный продукт из коровьего молока. Производители и переработчики кобыльего молока отмечают одной из проблем выхода на рынок – отсутствие разработанных и адаптированных технологий сохранения ценного молочного сырья кобыл. Технология сублимационной сушки, разработанная авторами [18] для получения сухого кобыльего молока, применима и к кобыльему молозиву, что очень важно в тренде отечественного производства продукции здорового питания.

Сырое молозиве кобыл отличается короткими сроками сохранения иммуномодулирующих свойств ценного продукта с момента удоя. Поэтому для последующего использования сухого молозива в профилактических и реабилитационных целях, в условиях ограниченного сбора и переработки кобыльего молозива, в основном на предприятиях малого предпринимательства, по нашему мнению, требуется адаптационное решение. Таким может стать применение высокотехнологичного метода сублимационной сушки.

В соответствии с вышеизложенным, целью исследований является оптимизация технологических параметров сублимационной сушки при производстве сухого кобыльего молозива на отдельном сельскохозяйственном предприятии полного цикла (от молочного коневодства до производства пищевой продукции).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являются сырое кобылье молозиво, полученное от конематок вятской породы, и сухое кобылье молозиво, полученное в результате сублимированной сушки сырого кобыльего молозива.

Сырое молозиво, полученное в течение 72 ч после выжеребки, поступает на сушку в течение первых 2-х часов после удоя. Это обусловлено тем, что физиологический процесс получения молозива ограничен по времени. Кроме того, происходит изменение состава



Источник изображения: unsplash.com

ва молозива кобыл в зависимости от времени родов. Так, через 12 часов увеличивается содержание сахара в 1,3, жира – в 2 раза, а содержание белка, в том числе иммуноглобулинов, понижается в 3,1 раза [7, 19].

Для получения однородной консистенции, сырое молозиво после удоя перемешивается в течение 3–5 минут в смесителе и сразу охлаждается до температуры $0 + 2$ °С для обеспечения микробиологической безопасности. Для молозива не используется технология ультратонкой очистки, в отличие от способа получения сухого кобыльего молока [18]. Такой подход обусловлен тем, что биоактивные пептиды молозива сами обладают антибактериальным действием.

Молозиво, предварительно замороженное в лотках (0,5–0,6 л) до температуры -40 °С, размещается на полках сублиматора СБ2 (сублиматор бытовой 0,5-ЭН-01-М-Х, производство РФ), и с помощью барашка стеклянная дверь сублиматора запирается. Работа сублиматора запускается с помощью пульта управления путем подбора температуры и времени сублимации (данные переменные). При этом в результате подключения холодильной машины и вакуумного насоса происходит охлаждение десублиматора

до -45°C , внутри сублиматора возникает вакуум (давление 50–65 Па) с контролем по вакуумному датчику. Одновременно к каждой полке осуществляется равномерная подача тепла ($30\text{--}39^{\circ}\text{C}$) за счет использования подведенного к полкам греющего кабеля с контролем температуры по термодатчику. При этом происходит испарение замороженной влаги из молозива в условиях вакуума при переходе из фазы «лед» в фазу «пар», минуя фазу «жидкость». Влага, мигрируя внутри продукта и не изменяя объем продукта, выходит из продукта в виде водяного пара (конденсата). Конденсат через трубопровод стекает в поддон (рис. 1).

Структура молозива в процессе тепломассообмена становится пористой и отличается своей хрупкостью и воздушно-рассыпчатостью. После окончания цикла сушки, для ингибирования окислительных процессов и инактивации микробной среды, в сублиматор закачивается инертный газ N (азот) и происходит девакуумирование внутри сублиматора.

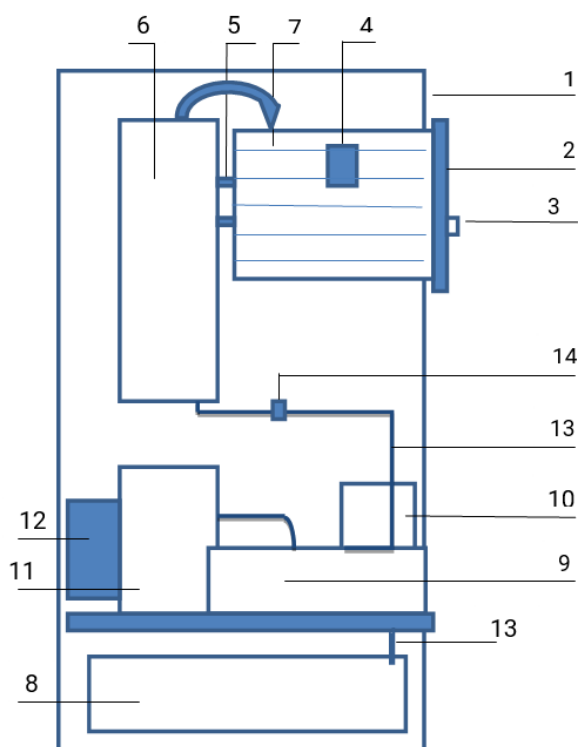


Рисунок 1. Схематическое изображение сублиматора (1 – корпус, 2 – дверь прозрачная, 3 – барашек для запираания двери, 4 – вакуумный датчик, 5 – кабельный гермоввод, 6 – корпус десублиматора, 7 – корпус камеры сублиматора, 8 – поддон для слива конденсата, 9 – вакуумный насос, 10 – компрессор холодильной машины, 11 – конденсатор холодильной машины, 12 – вентилятор конденсатора, 13 – трубопровод слива конденсатора, 14 – кран дренажный)

Сухое кобылье молозиво выгружается из лотков в виде сыпучего порошка и фасуется в трехслойные (полипропилен, барьерная пленка, фольга) пакеты. Для контроля однородности частиц полученного сухого продукта используется рассев лабораторный Таглер РЛ-3 (производство Россия) с лабораторными ситами С20/38 (ситовый анализ). Основная масса порошка с однородными по размеру частицами 30–40 мкм.

В отсутствии нормативной документации по кобыльему молозиву (в настоящее время в РФ разработан проект ГОСТ Р только по коровьему молозиву с рабочим названием «Молозиво коровье сырое. Технические условия», который находится в системе НТД NormaCS), исследование органолептических и физико-химических показателей осуществлялось по стандартным методикам согласно требований ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», ГОСТ Р 52975-2008 «Консервы молочные. Молоко кобылье сухое. Технические условия» и ТУ 10.51.56-001-0133214532-2021 «Молозиво кобылье сублимированное» в пятикратной повторности.

Физико-химические исследования проводились в ветеринарно-диагностическом центре (г. Ижевск) и лаборатории УрГЭУ (г. Екатеринбург) на основе известных методик исследования сырого молока: кислотность – по ГОСТ Р 54669-2011, остаточное содержание антибиотиков – по ГОСТ Р 59507-2021. Органолептические показатели сухого молозива (вкус, запах, консистенция и цвет) определяли в неразведенном виде согласно требований ГОСТ 29245-91, массовую долю влаги – по ГОСТ 29246-91, массовую долю жира – по ГОСТ 29247-91, массовую долю белка – по ГОСТ 25179-2014, кислотность титриметрическим методом – по ГОСТ 30305.3-95, массовую долю молочного сахара (лактозу) йодиметрическим методом – по ГОСТ 29248-91.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По органолептическим показателям сырое кобылье молозиво представляет собой густую вязкую жидкость желтоватого цвета, сладковатую по вкусу, без посторонних привкусов и запахов с кислотностью 45°T . В сыром молозиве не выявлено наличие потенциально опасных веществ, к которым относятся тетрациклины, пенициллины, аминогликозиды, фениколы, что соответствует требованиям ТР ТС 033/2013. В процессе сублимационной сушки сырого кобыльего молозива происходит уменьшение массовой доли влаги с 85,72 % до 4,68 % в сухом

продукте. Кислотность сухого молозива 15,9 %, что соответствует установленным требованиям для сублимированного кобыльего молозива, согласно требованиям ТУ 10.51.56-001-0133214532-2021. Основные физико-химические показатели сублимированного молозива представлены в таблице 1.

Органолептические показатели сопоставимы для сухих молочных консервов: сухое кобылье молозиво представляет собой однородный порошок желтоватого цвета, с приятным чистым сладковатым вкусом, без посторонних привкусов и запахов. По полученным количественным значениям физико-химических показателей сухого кобыльего молозива установлено соответствие требованиям ТУ 10.51.56-001-0133214532-2021 «Молозиво кобылье сублимированное». В сухом кобыльем молозиве по сравнению с сухим кобыльим молоком содержится больше жира и белка – на 5,7 % и 17,7 % соответственно. Полученное в результате сублимационной сушки сухое кобылье молозиво в упакованном виде отличается пролонгированными сроками годности при соблюдении температурно-влажностного режима (до 24 мес.) в отличие от сырого и замороженного молозива.

Выводы

В результате проведенных экспериментальных исследований установлена практическая возможность осуществления сублимационной сушки секрета молочной железы кобыл вятской породы – молозива на сельскохозяйственном предприятии полного производственного цикла – К(Ф)Х. Установлена возможность переработки молозива в готовый продукт в сухом виде для употребления в пищу человеком в профилактических и лечебных целях.

FREEZE-DRIED MARE'S COLOSTRUM

Roza T. Timakova¹, Iuliia V. Iliukhina¹, Vadim G. Startsev²

¹Ural State University of Economics, Yekaterinburg

²Startsev Peasant Farm Enterprise, Udmurt Republic

Таблица 1

Физико-химические показатели сухого кобыльего молозива кобыл вятской породы ($p \leq 0,05$)

Показатель	Молозиво кобылье сухое
Массовая доля влаги, %	4,68 ± 0,50
Массовая доля жира, %	19,32 ± 0,50
Массовая доля белка, %	38,64 ± 0,06
Массовая доля лактозы, %	30,13 ± 1,10
Массовая доля золы, %	7,23 ± 0,10

На предварительном этапе подготовки молозива к сушке отсутствуют процессы дополнительной очистки молозива, обладающего саморегулирующими антимикробными свойствами. Для производства сухого молозива в целях сохранения природного потенциала молозива была отработана щадящая технология сублимационной сушки при низком давлении и невысокой температуре сушки. Полученное сухое молозиво отличается от сырого и замороженного кобыльего молозива пролонгированными сроками годности. Сублимированное кобылье молозиво удобно для употребления как в сухом, так и в восстановленном виде, обладает приятным флейвором и потребительскими свойствами, в отличие от сырого молозива. Сухое кобылье молозиво соответствует нормативной документации для сухих молочных консервов и требованиям ТУ 10.51.56-001-0133214532-2021 «Молозиво кобылье сублимированное». Необходимо продолжение углубленных исследований для оценки нутриентного состава сухого кобыльего молозива, в первую очередь белково-жирового комплекса, обладающего иммуномодулирующим действием, и термолабильных нутриентов. ■

ORIGINAL ARTICLE

People do not consume raw mare's colostrum. However, colostrum powder can be used as a biologically active additive to fortify functional foods. Mare's colostrum is a unique natural multicomponent and multifunctional product with valuable immunomodulatory and regenerating properties that can be used therapeutically. This research featured optimal technological parameters of freeze-drying in the production of mare's colostrum powder at a field-to-spoon full-cycle farm that breeds Vyatka horses. Low-pressure freeze-drying affects the quality of colostrum powder and its nutritional profile. No State Standard has been developed for mare's colostrums so far. In fact, the only currently standardized colostrum in Russia is that of cows. In the absence of normative documents, the research had to rely on Technical Regulations of Customs Union TR CU 033/2013, State Standard GOST R 52975-2008, and Technical Specifications TS 10.51.56-001-0133214532-2021. Domestic sublimators with automatic control proved quite efficient in sublimation and drying of mare's colostrum. The new technology requires no additional purification stage because mare's colostrum possesses antimicrobial properties. The resulting colostrum powder appeared to have a remarkably long shelf-life. A further in-depth study is needed to reveal the nutrient composition of mare's colostrum powder in connection with its immunomodulatory protein complex.

Keywords: mare's colostrum, dry colostrum, freeze drying, sensory profile, physico-chemical indicators, functional product

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **McGrath, B. A.** Composition and properties of bovine colostrum: a review / B. A. McGrath [et al.] // Dairy Science & Technology. 2015. Vol. 96, № 2. P. 133–158. <https://www.doi.org/10.1007/s13594-015-0258-x>
2. **Mohanty, D. P.** Milk derived bioactive peptides and their impact on human health / D. P. Mohanty [et al.] // Saudi Journal of Biological Sciences. 2016. № 5. P. 577–583. <https://www.doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.06.005>
3. **Borad, S. G.** Colostrum immunoglobulins: Processing, preservation and application aspects / S. G. Borad, A. K. Singh // International Dairy Journal. 2018. Vol. 85. P. 201–210. <https://www.doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.05.016>
4. **Menchetti, L.** Potential benefits of colostrum in gastrointestinal diseases / L. Menchetti [et al.] // Front Biosci (Schol Ed). 2016. Vol. 8, № 2. P. 331–351. <https://www.doi.org/10.2741/s467>
5. **Vollmer, D.** Enhancing Skin Health: By Oral Administration of Natural Compounds and Minerals with Implications to the Dermal Microbiome / D. Vollmer, V. West, E. Lephart // J. Mol. Sci. 2018. № 19. P. 3059. <https://www.doi.org/10.3390/ijms19103059>
6. **Mehra, R.** Nutritional Attributes of Bovine Colostrum Components in Human Health and Disease / R. Mehra [et al.] // Comprehensive Review. Food Biosci. 2021. № 40. P. 100907. <https://www.doi.org/10.3389/fnut.2021.651721>
7. **Нурушев, М. Ж.** Биологические особенности роста жеребенка в постэмбриональном развитии / М. Ж. Нурушев [и др.] // Биологические науки. 2008. № 9. С. 249–252.
8. **Реабилитация пациентов, перенесших COVID-19, альвеолитом и пневмонией:** уч. пособие / Т. Е. Чернышова [и др.] – Ижевск: ИГМА, 2022. – 40 с.
9. **Coombes, J. S.** Dose effects of oral bovine colostrum on physical work capacity in cyclists / J. S. Coombes [et al.] // Med. Sci. Sports Exerc. 2002. Vol. 34, № 7. P. 1184–1188. <https://www.doi.org/10.1097/00005768-200207000-00020>
10. **Бакаева, Л. Н.** Зависимость содержания иммуноглобулинов в молозиве коров от режима его хранения и подготовки к скармливанию / Л. Н. Бакаева, А. С. Карамеева, С. В. Карамеев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4. С. 54–60.
11. **Размораживатель для молозива:** пат. № RU166037U1, Российская Федерация. МПК А471J 39/00 / Хромов С. М. (RU), Коротков Д. А. (RU), Белов Н. Г. (RU) // заявитель и патентообладатель ООО «ИГЛУС» (RU); заявл. 13.04.2016 – № 2016114195/12; опубл. 10.11.2016.
12. **Многорезонаторная СВЧ-установка для размораживания коровьего молозива в непрерывном режиме:** пат. № RU 2759018 С2, Российская Федерация. МПК А471J 39/00, H05B 6/64, H05B 6/80, A01K 29/00 / Тихонов А. А. (RU), Казаков А. В. (RU), Новикова Г. В. (RU), Белова М. В. (RU), Михайлова О. В. (RU) // заявитель и патентообладатель ООО «ИГЛУС» (RU), заявл. 25.02.2020 – № 2020108141; опубл. 08.11.2021, бюл. № 31.
13. **Головач, Т. Н.** Нативное и ферментированное коровье молозиво как компонент продуктов функционального назначения / Т. Н. Головач [и др.] // Труды БГУ. 2014. Т. 9, ч. 2. С. 224–235.
14. **Kazimierska, K.** Milk Proteins – Their Biological Activities and Use in Cosmetics and Dermatology / K. Kazimierska, U. Kalinowska-Lis // Molecules. 2021. № 26 (11). P. 3253. <https://www.doi.org/10.3390/molecules26113253>
15. **Rogers, S.** Characteristics of milk powders produced by spray freeze drying / S. Rogers [et al.] // Drying Technology. 2008. № 26. P. 404–412. <https://www.doi.org/10.1080/07373930801929003>
16. **Асафов, В. А.** Некоторые аспекты регулирования микробиологического состава молозива / В. А. Асафов [и др.] // Пищевая индустрия. 2019. № 4(42). С. 20–25. <https://www.doi.org/10.24411/9999-008A-2019-10015>
17. **Способ получения сухого молозива:** пат. № RU 274739 С1, Российская Федерация. МПК А23С1/08, А23С9/20, А23К10/28 / Газин М. Ю. (RU), Феодориди Е. С. (RU) // заявители и патентообладатели М. Ю. Газин (RU), Е. С. Феодориди (RU), заявл. 19.02.2020 – № 2020107379; опубл. 25.02.2021.
18. **Тимакова, Р. Т.** Сублимационная сушка кобыльего молока / Р. Т. Тимакова, Ю. В. Ильяхина, В. Г. Старцев // Молочная промышленность. 2022. № 12. С. 42–44. <https://www.doi.org/10.31515/1019-8946-2022-12-42-44>
19. **Потапова, А. Ю.** Белковый состав молозива кобыл первых часов лактации / А. Ю. Потапова, Н. Б. Баженова, К. В. Племяшов // Международный вестник ветеринарии. 2014. № 1. С. 33–36.