

Влияние низкодозового γ -излучения на безопасность сублимированного кобыльего молока

Р. Т. ТИМАКОВА¹, Ю. В. ИЛЮХИНА¹, В. Г. СТАРЦЕВ²

¹Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, Екатеринбург, 620144, Российская Федерация

²Крестьянское фермерское хозяйство К(Ф)Х Старцева В.Г., п. Мочище, стр. 14, Шарканский район, Удмуртская Республика, 427070, Российская Федерация

Резюме. Исследования проводили с целью оценки влияния низких доз γ -излучения на безопасность сублимированного кобыльего молока. Первичный фактор обеспечения безопасности готового продукта – безопасность сырья – сырого кобыльего молока, отвечающего требованиям ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 033/2013. В условиях отсутствия в этих нормативных документах регламентирующих показателей для продуктов переработки кобыльего молока вопросы безопасности сублимированного кобыльего молока требуют проведения комплексных исследований, в том числе микробиологического контроля. Для симбиотического воздействия разных физических способов консервации предлагается проведение сублимационной сушки предварительно пропущенного через фильтр ультратонкой очистки и замороженного в течение 5...6 ч при температуре -44...-45 °С сырого кобыльего молока в течение 26...30 ч при температуре +39 °С и давлении 85...65 Па с последующей обработкой разными дозами γ -излучения упакованного сухого кобыльего молока. Обработку проводили дозами 1,0...2,5 кГр с шагом 0,5 кГр на установке РТУ-3000 (источник Co^{60}). Образцы, облученные дозой 1,0 кГр и без обработки, не соответствовали требованиям ТР ТС 033/2013 по КМАФАМ – $2,1 \times 10^5$ КОЕ/г. При обработке дозой 1,5 кГр образцы сублимированного кобыльего молока с величиной КМАФАМ, равной $6,8 \times 10^4$ КОЕ/г, могут использоваться для промышленной переработки; 2,0 кГр и 2,5 кГр с величиной этого показателя менее $1,0 \times 10^3$ – для промышленной переработки и непосредственного употребления в пищу без предварительной термической обработки. Применение радиационных технологий для обработки сублимированного кобыльего молока можно считать перспективным подходом к сохранению пищевых продуктов.

Ключевые слова: кобылье молоко сублимационной сушки, безопасность, доза, γ -излучение

Сведения об авторах: Р. Т. Тимакова, доктор технических наук, профессор (e-mail: trt64@mail.ru); Ю. В. Илюхина, аспирант; В. Г. Старцев, глава К(Ф)Х

Для цитирования: Тимакова Р. Т., Илюхина Ю. В., Старцев В. Г. Влияние низкодозового γ -излучения на безопасность сублимированного кобыльего молока // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 7. С. 82–86. doi: 10.53859/02352451_2023_37_7_82.

Effect of low-dose gamma radiation on the safety of freeze-dried mare's milk

R. T. Timakova¹, Yu. V. Iliukhina¹, V. G. Startsev²

¹Ural State University of Economics, ul. 8 Marta/Narodnoi Voli, 62/45, Ekaterinburg, 620144, Russian Federation

²Farm of V. G. Startsev, p. Mochishche, str. 14, Sharkanskii raion, Udmurtskaya Respublika, 427070, Russian Federation

Abstract. Studies were carried out to evaluate the effect of low doses of gamma radiation on the safety of freeze-dried mare's milk. The primary factor in ensuring the safety of the finished product is the safety of raw materials – raw mare's milk that meets the requirements of TR CU 021/2011 and TR CU 033/2013. In the absence of regulatory indicators for mare's milk processing products in these regulatory documents, the safety issues of freeze-dried mare's milk require comprehensive studies, including microbiological control. For the symbiotic effect of various physical preservation methods, it is proposed to carry out freeze-drying of raw mare's milk, previously passed through an ultrafine filter and frozen for 5-6 hours at a temperature of (-44)–(-45) degrees Celsius, for 26-30 hours at a temperature of +39 degrees Celsius and pressure 85-65 Pa followed by treatment with different gamma radiation doses of packaged dry mare's milk. The treatment was carried out with doses of 1.0-2.5 kGy in increments of 0.5 kGy using an RTU-3000 unit (source of Co^{60}). Samples irradiated with a dose of 1.0 kGy and without treatment did not meet the requirements of TR TS 033/2013 according to QMA&OAMO – 2.1×10^5 CFU/g. When treated with a dose of 1.5 kGy, samples of sublimated mare's milk with a QMA&OAMO value of 6.8×10^4 CFU/g can be used for industrial processing; 2.0 kGy and 2.5 kGy with a value of this indicator less than 1.0×10^3 – for industrial processing and direct consumption without preliminary heat treatment. The use of radiation technologies for the processing of freeze-dried mare's milk can be considered a promising approach to food preservation.

Keywords: freeze-dried mare's milk; safety; dose; gamma-radiation

Author Details: R. T. Timakova, D. Sc. (Tech.), prof. (e-mail: trt64@mail.ru); Yu. V. Iliukhina, post graduate student; V. G. Startsev, head of the farm.

For citation: Timakova RT, Iliukhina YuV, Startsev VG [Effect of low-dose gamma radiation on the safety of freeze-dried mare's milk]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2023;37(7):82–86. Russian. doi: 10.53859/02352451_2023_37_7_82.

Устойчивость сельского хозяйства характеризуется структурой валового продукта и экономической эффективностью производства [1]. Проводимая национальная аграрная политика направлена на устойчивое развитие агропромышленного комплекса страны для обеспечения перехода к рациональным моделям потребления и производства. В стране наметился тренд на полное самообеспечение молоком, в том числе нетрадиционных видов (козье, кобылье и др.), и продуктами его переработки. Несмотря на то, что сегодня в товарном аграрном секторе наблюдается доминирование крупных агрообъединений холдингового типа, на долю крестьянских (фермерских) хозяйств, которые относятся к малому бизнесу, приходится 14,9 % от общего объема производства всеми хозяйствами, в том числе в сегменте молочного скотоводства – 8,8 %. Логику размещения предприятий по переработке кобыльего молока опре-

деляет зональный характер распространения молочного коневодства.

Производство кобыльего молока незначительно и составляет до 5...6 тыс. т без учета хозяйств населения и собственного потребления [3], в том числе в Республике Башкортостан – до 2,9 тыс. т в год, в Омской области – 2,3 тыс. т. Молоко в основном перерабатывают в кумыс, при этом потребность только лечебно-профилактических и санаторно-курортных учреждений в таком продукте составляет до 30 тыс. т в год и покрывается не более чем на 10 %. На потребительском рынке продвигают кумысные напитки из коровьего молока или комбинированного молочного сырья (в основном коровьего и козьего молока, реже с добавлением кобыльего молока).

По сравнению с коровьим молоком в кобыльем содержится в 2 раза меньше белка и в 1,5 раза больше

лактозы, которую относят к высокоактивным бифидогенным факторам [4].

Вместе с тем белок кобыльего молока отличается комплексной сбалансированностью по незаменимым аминокислотам с индексом, равным 0,6, что выше, чем у коровьего на 0,13, козьего – на 0,14, верблюжьего – на 0,18 [5]. Ценность альбуминового молока, к которому относят кобылье и ослиное, определяет соотношение казеина (менее 50 %) и сывороточных белков, что очень важно для людей с непереносимостью казеина [6] и дает возможность использовать его в питании людей с аллергией на коровье молоко [7]. Содержание сывороточных белков в кобыльем молоке выше, чем в коровьем, и может достигать 38,79 %, в том числе β -лактоглобулина – 9,8...14,1 %, α -лактальбумина – 10,8...11,5 % [8]. Высокая доля сывороточных белков и структура белковых мицелл способствуют хорошей усвояемости кобыльего молока [9].

Производство кумыса возможно из замороженного кобыльего молока, которое хранится до 6 месяцев при температуре не выше -15 °С. Однако низкая температура может привести к агрегированию белковых молекул и жировых шариков.

По нашему мнению, в связи с малыми объемами, зональной производством кобыльего молока и его высокой себестоимостью, наиболее целесообразна выработка из него сухих молочных консервов. Молоко сублимационной сушки, как продукт переработки цельного или обезжиренного сырья, отличается высокой пищевой ценностью и стабильностью при длительном хранении в определенных условиях в результате сочетанного воздействия лиофилизации (снижение содержания воды) и гипотермии (понижение температуры среды), что приводит к уменьшению активности ферментов и микроорганизмов и, соответственно, продлению сроков годности. Наличие запасов сухого кобыльего молока может обеспечить бесперебойность производства продуктов из такого молока, тем самым нивелировать сезонность.

По данным экспертно-аналитического центра агробизнеса, за последние 5 лет в Российской Федерации производство сухого коровьего молока увеличилось до 153,8 тыс. т, из которых 57,9 тыс. т приходится на обезжиренное молоко, в 2022 г. рост составил 6,0 %. В то же время до 48 % объемов сухого молока на российский рынок составляет продукция из Кореи и Китая. Ключевой ассортиментной позицией остается сухое молоко с жирностью менее 1,5 %.

При производстве сухого молока на промышленных предприятиях традиционно используют распылительную сушку. Наиболее известные способы изготовления сухого кобыльего молока предусматривают пастеризацию, сгущение и сушку при различных температурных режимах: входящего воздуха – в пределах от +177 °С до +197 °С, выходящего – от +83 °С до +103 °С [10]; с использованием вакуумно-выпарного аппарата при температуре +50...60 °С, дальнейшей сушкой с температурой на входе +187 °С, на выходе – +93 °С и последующим разрежением в сушильной камере под давлением от 50 до 100 Па [11].

С увеличением температуры нагревания до +120 °С наблюдается ухудшение органолептических показателей, в частности существенное потемнение сухого молока [12]. При высоких температурах пастеризации и сушки происходит снижение биологической ценности готового продукта в результате коагуляции сывороточных белков при температуре свыше +60 °С, инактивации ферментов молока, обладающих бактерицидными свойствами (лизо-

цим, лактопероксидаза), а также лактазы, способствующей восполнению ее в ЖКТ человека, недостаточность которой вызывает непереносимость лактозы молока у некоторых людей.

Наиболее перспективным решением можно считать сублимационную сушку, которая также включает этап пастеризации сырого молока для уменьшения микробиологической обсемененности, последующей шоковой заморозки при температуре до -50 °С и лиофилизации замороженного сырья при температуре сублимации 30...45 °С и под давлением 60...75 Па.

Несмотря на то, что сама сублимационная сушка не влияет на качество и химический состав сухого кобыльего молока [13], тепловое воздействие при пастеризации способствует более быстрому гидролизу пептидных связей белков, денатурации поверхностных белков жировых шариков и последующей агрегации липидов, разрушению витаминов.

Кроме того, в молоке пастеризованном при температуре (72±1)°С и (80±1)°С возможно сохранение остаточной микрофлоры. Микробиологические показатели пастеризованного молока зависят от исходной обсемененности и термолабильности микроорганизмов, а также их спор: при низкотемпературной пастеризации активируется процесс прорастания спор клостридий; сохраняется способность к реактивации клеток у кишечной палочки, стафилококка, псевдомонад и плесневых грибов [14].

Для уменьшения бактериальной обсемененности возможно применение других физических способов консервации пищевых продуктов, кроме гипертермии, когда высокотемпературное воздействие при пастеризации приводит к полной или частичной инактивации микроорганизмов из-за разрушения структуры белков и нуклеиновых кислот, в частности применение γ -излучения.

Так, некоторые исследователи отмечают, что радиационная обработка имеет преимущество перед тепловой, поскольку при радиуризации молока импульсным пучком ускоренных электронов поглощенной дозой до 10 кГр происходит уничтожение микрофлоры до показателей высшего сорта по ГОСТ Р 52054-2003 при сохранении термолабильных ценных питательных веществ и витаминов с увеличением количества олигопептидов и свободных протеиногенных аминокислот (на 9...13 %) и некоторых серосодержащих незаменимых аминокислот на 11 % из-за распада первичной структуры молекул нативных полипептидов молока [15]. При этом существенные изменения пищевых качеств продуктов питания на фоне применения низкоэнергетического электронного излучения (до 300 кэВ) отсутствуют [16].

В то же время достижению допустимого уровня содержания микроорганизмов согласно требований ТР ТС 033/2013 способствует радиационная обработка сырого коровьего молока линейным ускорителем электронов: в воздушной среде для молока высшего и первого сорта – дозой 1,2 кГр, для молока второго сорта – дозой 2,0 кГр, в среде углекислого газа – дозами 1,4 кГр и 2,2 кГр соответственно [17]. Для уменьшения микробиологической обсемененности сухого молока возможно использование дозы 5 кГр [18].

Облучение быстрыми электронами в диапазоне доз от 2 до 4 кГр позволяет инактивировать болезнетворные микроорганизмы и увеличивать срок хранения продовольственных товаров без ухудшения пищевой ценности и органолептических свойств [19]. Однако ускоренные электроны обладают наименьшей проникающей способностью, что требует двухстороннего облучения продуктов в неупакованном или упакованном

виде, если толщина обрабатываемого слоя не превышает 4...5 см.

Цель исследования – оценка влияния низких доз γ -излучения на безопасность сублимированного кобыльего молока.

Условия, материалы и методы. Объект исследования – свежее и сухое кобылье молоко, полученное в результате сублимации, отвечающие требованиям ГОСТ Р 52973-2008 и ГОСТ Р 52975-2008 соответственно. Для оценки безопасности исходного сырья – сырого кобыльего молока – определяли содержание антибиотиков по ГОСТ 32219-2013, токсичных элементов – по МУК 4.1.986-00, ГОСТ 26927-86 и ГОСТ 26930-86, радионуклидов – по МУК 2.6.1.1194-03, соматических клеток – по ГОСТ 23453-2014, кислотность сырого молока, как косвенного показателя контроля микрофлоры, – по ГОСТ Р 54669-2011. Исследование микробиологических показателей сырого и сухого кобыльего молока выполняли по ГОСТ 32901-2014 (КМАФАнМ), ГОСТ 30347-2016 (*Staphylococcus aureus*) и ГОСТ 30659-2012 (р. *Salmonella*).

Обработку сухого кобыльего молока γ -излучением проводили дозами 1,0...2,5 кГр с шагом 0,5 кГр на установке РТУ-3000 (источник Co^{60}) в ООО «РЦОТ «Эра». Оценку показателей безопасности осуществляли согласно требованиям таких нормативных документов, как ТР ТС 033/2013, ГОСТ Р 52973-2008, ГОСТ Р 52975-2008, на базе Удмуртского ветеринарно-диагностического центра и УрГЭУ в пятикратной повторности.

Безопасность сухого кобыльего молока формируется под воздействием ряда факторов. К числу первичных можно отнести соответствие требованиям безопасности исходного сырья – свеженадоенного молока, обладающего определенными бактерицидными свойствами в результате агглютинации, лизирования и фагоцитирования бактерий агглютининами, лизинами, лизоцимами и опсонинами, а также иммуноглобулинами. Исходное качество зависит от здоровья животных и соблюдения санитарно-гигиенических правил в процессе удоя. Для поддержания бактериальной чистоты переработка сырого молока начинается не позднее 2-х часов после удоя.

В связи с тем, что в нормативной базе (ТР ТС 021/2011, ТР ТС 033/2013) отсутствуют регламентирующие показатели по сырому кобыльему молоку, при оценке показателей безопасности ориентировались на требования

Таблица 1. Показатели безопасности сырого кобыльего молока

Показатель	Нормативный документ	Молоко сырое
Антибиотики, мг/кг (л), не более (ТР ТС 033/2013)		
Тетрациклиновая группа	не допускается (менее 0,004)	отсутствует
Пенициллин	не допускается (менее 0,01)	отсутствует
Левомецитин	не допускается (менее 0,003)	отсутствует
Стрептомицин	не допускается (менее 0,2)	отсутствует
Токсичные элементы, мг/кг не более (ТР ТС 021/2011)		
Свинец	0,1	отсутствует
Кадмий	0,03	отсутствует
Ртуть	0,005	отсутствует
Мышьяк	0,05	отсутствует
Радионуклиды, Бк/кг (л) (ТР ТС 021/2011)		
Удельная активность стронция-90	25	отсутствует
Удельная активность цезия-137	100	отсутствует
Микробиологические показатели (ТР ТС 033/2013)		
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	5×10^5	$4,5 \times 10^5$
Бактерии группы кишечных палочек (БГКП, колиформы), в 0,01 г	не допускается	отсутствует
Стафилококки, <i>S. Staphylococcus aureus</i> , в 1,0 г	не регламентируется	отсутствует
Патогенные микроорганизмы, в том числе бактерий рода <i>Salmonella</i> , в 25 г	не допускается	отсутствует
Физико-химические показатели (ТР ТС 021/2011)		
Кислотность, °Т, не более	6,5	5,9
Количество соматических клеток в 1 см ³	$7,5 \cdot 10^5$	$2,9 \cdot 10^5$

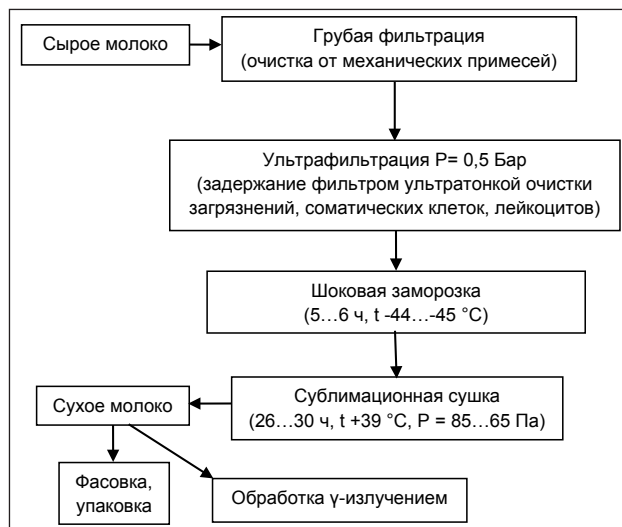


Рисунок. Принципиальная схема производства сублимированного кобыльего молока.

по сырому коровьему молоку. Наряду с этим, согласно требований ГОСТ Р 52973-2008, регламентированы показатель кислотности – 6,0 °Т и количество соматических клеток в 1 см³ – $2,0 \times 10^5$. Однако в нашем исследовании по иерархичности нормативной базы за основу были взяты требования технических регламентов.

К вторичным факторам, влияющим на безопасность сублимированного кобыльего молока, относятся санитарно-гигиенические условия, технологические особенности организации производства, в том числе температурный режим обработки. При отсутствии предварительного этапа пастеризации и использовании невысоких положительных температур в процессе сублимационной сушки комплексный показатель КМАФАнМ, как индикатор микробиологической безопасности, отражающий присутствие в сухом кобыльем молоке мезофильных микроорганизмов разных таксономических групп, в том числе по типу дыхания, может изменяться.

Результаты и обсуждение. Из-за неустойчивости сывороточных фракций белков кобыльего молока важную роль играет подбор температурных режимов. Применение режима пастеризации при температуре $+(90 \pm 1)^\circ\text{C}$ с выдержкой 3 мин для нативного кобыльего молока или его смеси с коровьим молоком и при температуре

Таблица 2. Показатели безопасности сублимированного кобыльего молока

Показатель	ТР ТС 033/2013	Доза излучения, кГр				
		0	1,0	1,5	2,0	2,5
Кислотность, °Т, не более	6,0	5,8	5,8	5,9	5,9	5,9
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$1 \times 10^5 / 5 \times 10^4$ *	$2,8 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	$6,8 \times 10^4$	менее $1,0 \times 10^3$	менее $1,0 \times 10^3$
Бактерии группы кишечных палочек (БГКП, колиформы), в 0,01 г	не допускаются				отсутствуют	
Стафилококки, <i>Staphylococcus aureus</i> , в 1,0 г	не допускаются				отсутствуют	
Патогенные микроорганизмы, в том числе бактерий рода <i>Salmonella</i> , в 25 г	не допускаются				отсутствуют	

* в числителе – для промышленной переработки, в знаменателе – для свежего потребления.

$+(65 \pm 1)^\circ\text{C}$ с выдержкой 15 мин для кобыльего молока [20] при производстве кисломолочных продуктов позволяет обеспечить микробиологические показатели на уровне нормативных требований технических регламентов.

Для сохранения сывороточных белков ценного альбуминового кобыльего молока была разработана технология лиофилизации сырого кобыльего молока с исключением этапа пастеризации и последующей обработкой упакованного сублимированного молока разными дозами γ -излучения (см. рисунок).

По результатам органолептической оценки установлено, что нативное кобылье молоко по консистенции, вкусу, запаху и цвету соответствовало требованиям ГОСТ Р 52973-2008, сублимированное кобылье молоко – нормативным требованиям ГОСТ Р 52975-2008.

Обеспечение безопасности сублимированного молока согласно требований ТР ТС 033/2013 и ТР ТС 021/2011 регламентируется контролем содержания антибиотиков, токсичных элементов и радионуклидов в сыром молоке. Согласно ГОСТ 8218-89 сырое кобылье молоко по степени чистоты относилось к I группе (на фильтре отсутствуют видимые загрязнения). По количеству соматических клеток оно было пригодно для выработки молочных продуктов (табл. 1). Поскольку известно [21], что для достижения максимальной активности стартовых культур при производстве кисломолочных продуктов целесообразно использовать молоко с содержанием соматических клеток не выше $3,0 \cdot 10^5$.

По окончании процесса сушки и упаковки готового сухого кобыльего молока была проведена обработка разными дозами γ -излучения. Образцы сухого кобыльего молока, необработанные γ -излучением и обработанные низкой дозой (1,0 кГр), по критериальному показателю доброкачественности пищевых продуктов – содержанию КМАФАнМ – не соответствовали требованиям ТР ТС 033/2013 и были отнесены ко 2-й группе чистоты. Образцы, облученные дозами 1,5 кГр, 2,0 кГр и 2,5 кГр, по величине этого показателя отнесены к 1-й группе чистоты. При этом после обработки дозой 1,5 кГр сухое кобылье молоко по микробиологическим показателям пригодно для дальнейшей промышленной переработки, дозами 2,0 кГр и 2,5 кГр – для непосредственного употребления в пищу без термической обработки (табл. 2).

В процессе сублимационной сушки происходит подогрев полков до $+39^\circ\text{C}$, что может способствовать росту количества микроорганизмов, так как эта тем-

пература находится в верхнем диапазоне оптимальных значений для КМАФАнМ независимо от доступа кислорода или его отсутствия. При этом низкие дозы облучения (менее 1,5 кГр), вероятно, не решают эту проблему, что приводит к превышению величины КМАФАнМ над нормативным показателем для сухого молока, предназначенного для непосредственного употребления в пищу. В то же время закачка в сублиматор по окончании сушки азота (Е941) предотвращает окислительные процессы и предупреждает дальнейшее развитие микроорганизмов [3].

Согласно ГОСТ Р 52973-2008 «Молоко кобылье сырое. Технические условия» и ГОСТ Р 52975-2008 «Консервы молочные. Молоко кобылье сухое. Технические условия», показатели и нормы, обеспечивающие безопасность продукта, должны соответствовать требованиям, установленным нормативными правовыми актами Российской Федерации, исходя из этого, по результатам проведенных исследований можно считать, что сырое и сухое кобылье молоко соответствует требованиям ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 033/2013.

Выводы. Сырое кобылье молоко, используемое в качестве сырья для производства сублимированного кобыльего молока, соответствует требованиям безопасности и может в дальнейшем не пастеризоваться. Для снижения обсемененности микроорганизмами и соматическими клетками осуществляется ультрафильтрация. В то же время сушка замороженного молока при температуре $+39^\circ\text{C}$ с высокой степенью вероятности активизирует жизнедеятельность КМАФАнМ.

Величина показателя КМАФАнМ зависит от применяемой дозы ионизирующего γ -излучения. При облучении дозой 1,5 кГр сублимированное кобылье молоко можно использовать для дальнейшей промышленной переработки, дозами 2,0 кГр и 2,5 кГр – для промышленной переработки и непосредственного употребления в пищу без предварительной термической обработки. Обработка упакованного в промышленную (более 1 кг) или потребительскую упаковку сухого кобыльего молока дозами ионизирующего γ -излучения более 1,5 кГр обеспечивает микробиологическую безопасность готового продукта. Применение радиационных технологий с соблюдением SOPs (Standard operating procedures, стандартные операционные процедуры) для обработки сублимированного кобыльего молока можно считать перспективным подходом к сохранению пищевых продуктов.

Литература.

- Криулина Е. Н., Кацаев И. В. Устойчивость как многомерная характеристика сельского хозяйства региона // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 5. С. 84–91. doi: 10.53859/02352451_2022_36_5_84.
- Калафатов Э. А. Негативное влияние агрохолдингов на социально-экономическое развитие сельских территорий // Московский экономический журнал. 2022. Т. 7. № 2. С. 270–286. doi: 10.55186/2413046X_2022_7_2_108.
- Тимокова Р. Т., Ильюхина Ю. В., Старцев В. Г. Сублимационная сушка кобыльего молока // Молочная промышленность. 2022. № 12. С. 42–44. doi: 10.31515/1019-8946-2022-12-42-44.
- Изучение функциональных свойств кисломолочного продукта на основе кобыльего молока / Е. С. Симоненко, Н. В. Кулаева, С. В. Симоненко и др. // Пищевые системы. 2022. № 5 (1). С. 114–120. doi: 10.21323/2618-9771-2022-5-1-114-120.
- Оразов А., Надточий Л., Сафронова А. Оценка биологической ценности молока сельскохозяйственных животных // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49. № 3. С. 447–453. doi: 10.21603/2074-9414-2019-3-447-453.

6. Role of proteins and of some bioactive peptides on the nutritional quality of donkey milk and their impact on human health / S. Vincenzetti, S. Pucciarelli, V. Polzonetti, et al. // *Beverages*. 2017. Vol. 3. No. 3. P. 2–20. doi: 10.3390/beverages3030034.
7. Симоненко Е. С., Бегунова А. В. Разработка кисломолочного продукта на основе кобыльего молока и ассоциации молочнокислых микроорганизмов // *Вопросы питания*. 2021. № 5 (537). С. 115–125. doi: 10.33029/0042-8833-2021-90-5-115-125.
8. Идентификация кобыльего молока и его смеси с коровьим молоком методом ВЭЖХ-анализа / В. П. Курченко, Е. С. Симоненко, Н. В. Сушинская и др. // *Техника и технология пищевых производств*. 2021. Т. 51. № 2. С. 402–412. doi: 10.21603/2074-9414-2021-2-402-412.
9. Equine milk and its potential use in the human diet / I. M. L. G. Barreto, A. H. N. Rangel, S. A. Urbano, et al. // *Food, Science and Technology (Brazil)*. 2019. Vol. 39. No. 1. P. 1–7. doi: 10.1590/fst.11218.
10. Сулейманов Н. Т., Харитонов В. Д. Способ изготовления сухого кобыльего молока // *Патент РФ № 2289258*, 20.12.2006.
11. Сулейманов Н. Т., Степков А. И., Сулейманов А. Н. Способ производства сухого кобыльего молока // *Патент РФ № 2671107*, 29.10.2018.
12. Влияние термообработки на органолептические показатели сухого обезжиренного молока / И. М. Почицкая, Ю. Ф. Росляков, В. В. Литвяк и др. // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2018. № 5-6 (365-366). С. 48–53. doi: 10.26297/0579-3009.2018.5-6.12.
13. Дымар О. В. Изменение показателей кобыльего молока при переработке // *Молочная промышленность*. 2020. № 11. С. 62–65.
14. Свириденко Г. М., Комарова Т. В., Ускова Е. Е. Исследование остаточной микрофлоры молока после пастеризации // *Пищевые системы*. 2022. Т. 5. № 4. С. 344–352. doi: 10.21323/2618-9771-2022-5-4-344-352.
15. Изменение аминокислотного состава молока при стерилизации бета-излучением / А. С. Кривоногова, А. А. Баранова, П. С. Кривоногов и др. // *Ветеринария Кубани*. 2015. № 5. С. 22–25.
16. Харламов В. А., Тхорик О. В., Помясова М. Г. О возможности внедрения в агропромышленный комплекс низкоэнергетических (до 300 КэВ) электронных ускорителей (обзор) // *Радиация и риск (бюллетень национального радиационно-эпидемиологического регистра)*. 2021. Т. 30. № 3. С. 80–92. doi: 10.21870/0131-3878-2021-30-3-80-92.
17. Тимакова Р. Т. Радиационная обработка молока // *Молочная промышленность*. 2020. № 5. С. 30–31.
18. Zegota H., Malolepszy B. The decontamination of industrial casein and milk powder by irradiation // *Radiation Physics and Chemistry*. 2008. Vol. 77. No. 9. P. 1108–1111. doi: 10.1016/j.radphyschem.2008.05.001.
19. Рогов И. А., Чоманов У. Ч., Данильчук Т. Н. Эффективность метода обработки быстрыми электронами для снижения порчи пищевого сырья и продовольственных товаров // *Health, Food & Biotechnology*. 2020. Vol. 2. No. 1. P. 84–97. doi: 10.36107/hfb.2020.11.s291.
20. Uses of mares' milk in manufacture of fermented milks / R. Cagno, A. Tamborrino, G. Gallo, et al. // *International Dairy Journal*. 2004. Vol. 14. No. 9. P. 767–775. doi: 10.1016/j.idairyj.2004.02.005.
21. Влияние количества соматических клеток в молоке-сырье на активность роста стартовых культур / Н. С. Дмитриева, В. Г. Скопичев, П. И. Гунькова и др. // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2017. № 1. С. 15–19.

References

1. Kriulina EN, Kashchayev IV. [Sustainability as a multidimensional characteristic of the region's agriculture]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2022;36(5):84-91. Russian. doi: 10.53859/02352451_2022_36_5_84.
2. Kalafatov EA. [Negative impact of agricultural holdings on the socio-economic development of rural areas]. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal*. 2022;7(2):270-86. Russian. doi: 10.55186/2413046X_2022_7_2_108.
3. Timakova RT, Il'yukhina YuV, Startsev VG. [Freeze-drying of mare's milk]. *Molochnaya promyshlennost'*. 2022;(12):42-4. Russian. doi: 10.31515/1019-8946-2022-12-42-44.
4. Simonenko ES, Kupaeva NV, Simonenko SV, et al. [Study of the functional properties of a fermented milk product based on mare's milk]. *Pishchevye sistemy*. 2022;(5):114-20. Russian. doi: 10.21323/2618-9771-2022-5-1-114-120.
5. Orazov A, Nadtochii L, Safronova A. [Assessment of the biological value of milk of farm animals]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*. 2019;49(3):447-53. Russian. doi: 10.21603/2074-9414-2019-3-447-453.
6. Vincenzetti S, Pucciarelli S, Polzonetti V, et al. Role of proteins and of some bioactive peptides on the nutritional quality of donkey milk and their impact on human health. *Beverages*. 2017;3(3):2-20. doi: 10.3390/beverages3030034.
7. Simonenko ES, Begunova AV. [Development of fermented milk product based on mare's milk and association of lactic acid microorganisms]. *Voprosy pitaniya*. 2021;(5):115-25. Russian. doi: 10.33029/0042-8833-2021-90-5-115-125.
8. Kurchenko VP, Simonenko ES, Sushinskaya NV, et al. [Identification of mare's milk and its mixture with cow's milk by HPLC analysis]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*. 2021;51(2):402-12. Russian. doi: 10.21603/2074-9414-2021-2-402-412.
9. Barreto IMLG, Rangel AHN, Urbano SA, et al. Equine milk and its potential use in the human diet. *Food, Science and Technology (Brazil)*. 2019;39(1):1-7. doi: 10.1590/fst.11218.
10. Suleimanov NT, Kharitonov VD. Sposob izgotovleniya sukhogo kobyly'ego moloka [Method for making dried mare's milk]. *Russian Federation patent RU 2289258*; 2006 Dec 20. Russian.
11. Suleimanov NT, Stepkov AI, Suleimanov AN. Sposob proizvodstva sukhogo kobyly'ego moloka [Method for the production of dry mare's milk]. *Russian Federation patent RU 2671107*; 2018 Oct 29. Russian.
12. Pochitskaya IM, Roslyakov YuF, Litvyak VV, et al. [Effect of heat treatment on the organoleptic characteristics of skimmed milk powder]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Pishchevaya tekhnologiya*. 2018;(5-6):48-53. Russian. doi: 10.26297/0579-3009.2018.5-6.12.
13. Dymar OV. [Changes in indicators of mare's milk during processing]. *Molochnaya promyshlennost'*. 2020;(11):62-5. Russian.
14. Sviridenko GM, Komarova TV, Uskova EE. [Investigation of the residual microflora of milk after pasteurization]. *Pishchevye sistemy*. 2022;5(4):344-52. Russian. doi: 10.21323/2618-9771-2022-5-4-344-352.
15. Krivonogova AS, Baranova AA, Krivonogov PS, et al. [Changes in the amino acid composition of milk during sterilization with beta radiation]. *Veterinariya Kubani*. 2015;(5):22-5. Russian.
16. Kharlamov VA, Tkhorik OV, Pomyasova MG. [On the possibility of introducing low-energy (up to 300 KEV) electronic accelerators into the agro-industrial complex (review)]. *Radiatsiya i risk (byulleten' natsional'nogo radiatsionno-epidemiologicheskogo registra)*. 2021;30(3):80-92. Russian. doi: 10.21870/0131-3878-2021-30-3-80-92.
17. Timakova RT. [Radiation treatment of milk]. *Molochnaya promyshlennost'*. 2020;(5):30-1. Russian.
18. Zegota N, Malolepszy V. The decontamination of industrial casein and milk powder by irradiation. *Radiation Physics and Chemistry*. 2008;77(9):1108-11. doi: 10.1016/j.radphyschem.2008.05.001.
19. Rogov IA, Chomanov UCh, Danil'chuk TN. [Efficiency of the fast electron processing method for reducing spoilage of food raw materials and food products]. *Health, Food & Biotechnology*. 2020;2(1):84-97. Russian. doi: 10.36107/hfb.2020.11.s291.
20. Cagno R, Tamborrino A, Gallo G, et al. Uses of mares' milk in manufacture of fermented milks. *International Dairy Journal*. 2004;14(9):767-75. doi: 10.1016/j.idairyj.2004.02.005.
21. Dmitrieva NS, Skopichev VG, Gun'kova PI, et al. [Influence of the number of somatic cells in raw milk on the growth activity of starter cultures]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*. 2017;(1):15-9. Russian.