

Научная статья/Research Article

УДК 612.392.8

DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-198-205

Анна Андреевна Криницына^{1✉}, Андрей Николаевич Петров²,
Александр Геннадьевич Кручинин³

^{1,2}Российский биотехнологический университет, Москва, Россия

³Всероссийский НИИ молочной промышленности, Москва, Россия

¹Anna.Krinityna@pepsico.com

²petrovan@mgupp.ru

³a_kruchinin@vnimi.org

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА ПЕНИЦИЛЛИНА-G В МОЛОКЕ И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ

Цель исследования – оценка влияния контаминации молочного сырья и остаточных количеств лекарственного препарата пенициллина-G на показатели качества продуктов питания, а также осуществление его контроля на мультифункциональном приборе Extenso и арбитражным методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Исследование проходило во Всероссийском научно-исследовательском институте молочной промышленности (Москва). Объектами исследования являлись научные статьи российских и зарубежных ученых, опубликованные с 2017 по 2022 г., посвященные изучению распределению антибиотиков в молоке и продуктах его переработки, а также системам контроля ветеринарных препаратов и лекарственных веществ в них. Поиск провели по базам данных Pub Med, Scopus, Science Direct и Web of Science, а также в электронной научной библиотеке eLibrary.ru по ключевым словам: остатки ветеринарных препаратов, распределение антибиотиков, молоко, молочное сырье, методы определения. Анализ источников показал, что распределение антибиотиков по фракциям молока зависит от их липофильных или гидрофильных свойств. При соблюдении режимов обработки (нормализации, пастеризации и гомогенизации) исходного сырья антибиотики сохраняются в молочных продуктах, связываясь со структурными компонентами молока (белками и жирами). Контаминация молочного сырья пенициллином оказывает негативное влияние на биологическую безопасность продукции и приводит к серьезным проблемам как для здоровья человека, так и для технологического процесса производства. Однако данной проблеме уделяется недостаточно внимания. Необходимо расширять системы контроля ветеринарных препаратов и лекарственных веществ в молочном сырье для обеспечения токсикологической безопасности продукции и технологических этапов производства. Одним из современных методов исследования антибиотиков группы бета-лактамов является многофункциональная система Extenso, которая позволяет контролировать ветеринарные остаточные препараты быстрым и экономичным способом.

Ключевые слова: антибиотики, пенициллин-G, молочное сырье, молоко, распределение остатков ветеринарных препаратов, система Extenso

Для цитирования: Криницына А.А., Петров А.Н., Кручинин А.Г. Оценка распределения остаточных количеств лекарственного препарата пенициллина-G в молоке и молочных продуктах // Вестник КрасГАУ. 2024. № 3. С. 198–205. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-198-205.

Anna Andreevna Krinitsyna¹, Andrey Nikolaevich Petrov², Alexander Gennadievich Kruchinin³

^{1,2}Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

³All-Russian Research Institute of the Dairy Industry, Moscow, Russia

¹Anna.Krinitsyna@pepsico.com

²petrovan@mgupp.ru

³a_kruchinin@vnimi.org

ASSESSMENT OF THE DRUG PENICILLIN-G RESIDUAL QUANTITIES DISTRIBUTION IN MILK AND DAIRY PRODUCTS

The purpose of the study is to assess the impact of contamination of dairy raw materials with residual amounts of the drug penicillin-G on food quality indicators, as well as to monitor it using the Extenso multifunctional device and the arbitration method of high-performance liquid chromatography. The study took place at the All-Russian Research Institute of the Dairy Industry (Moscow). The objects of the study were scientific papers by Russian and foreign scientists published from 2017 to 2022, devoted to the study of the distribution of antibiotics in milk and its processed products, as well as control systems for veterinary drugs and medicinal substances in them. The search was carried out in the databases Pub Med, Scopus, Science Direct and Web of Science, as well as in the electronic scientific library eLibrary.ru using keywords: residues of veterinary drugs, distribution of antibiotics, milk, dairy raw materials, determination methods. Analysis of sources showed that the distribution of antibiotics among milk fractions depends on their lipophilic or hydrophilic properties. If the processing regimes (normalization, pasteurization and homogenization) of the starting raw materials are observed, antibiotics are stored in dairy products, binding to the structural components of milk (proteins and fats). Contamination of dairy raw materials with penicillin has a negative impact on the biological safety of products and leads to serious problems for both human health and the production process. However, this problem has received insufficient attention. It is necessary to expand control systems for veterinary drugs and medicinal substances in raw milk to ensure the toxicological safety of products and technological stages of production. One of the modern methods for studying beta-lactam antibiotics is the multifunctional Extenso system, which allows you to monitor veterinary residual drugs in a fast and cost-effective way.

Keywords: antibiotics, penicillin-G, dairy raw materials, milk, distribution of veterinary drug residues, Extenso system

For citation: Krinitsyna A.A., Petrov A.N., Kruchinin A.G. Assessment of the drug penicillin-G residual quantities // Bulliten KrasSAU. 2024;(3): 198–205 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-198-205.

Введение. В последнее время растет интерес к проблеме загрязнения продукции животного происхождения. Бесконтрольное применение антибиотиков при выращивании продуктивных животных представляет особую опасность [1]. Кроме того, на российский рынок в больших объемах поступают продовольственные товары, в частности молочные продукты, из зарубежных стран, включая страны СНГ и ЕС.

Развитие применения антибиотиков в сельском хозяйстве увеличится за 20 лет на две трети [2]. Поэтому в современном животноводстве применение антимикробных средств неизбежно. Антибиотики в животноводческом комплексе используются в основном для трех целей: лечения заболевших животных, профилактики для

предотвращения заражения в стаде и в качестве кормовой добавки [3].

Тетрациклин, β -лактамы, хинолоны, сульфаниламиды, стрептомицин и хлорамфеникол являются наиболее часто используемыми антибиотиками у молочного скота. Остаточные количества антибиотиков через дойных коров, подвергшихся лечению антибиотиками, могут переходить в молоко, а затем в молочные продукты. Их остаточное количество в молоке неблагоприятно влияет на здоровье человека, увеличивая риск аллергии у восприимчивого населения, а также появления резистентных бактерий [4, 5].

В дополнение к устойчивости к антибиотикам необходимо учитывать их технологическое воздействие в молочной промышленности [6].

Во многих исследованиях сообщается, что частичная деградация β -лактамов зависит от температуры. Также в некоторых работах указывается, что не все технологические температурные режимы при производстве кисломолочных продуктов способны привести к разрушению антибактериальных препаратов [7]. При производстве молочных продуктов антибиотики в молоке могут сохраняться в зависимости от их физико-химических свойств и способности взаимодействовать при производстве с жиром и/или белками молока [8]. Это является важным фактором, поскольку побочные продукты производства сыра, такие как сыворотка, перерабатываются при производстве молочнокислых продуктов и используются в кормлении животных [9].

В настоящее время особенно остро перед производителями и переработчиками молока стоят вопросы, касающиеся организации контроля ветеринарных остаточных препаратов. В первую очередь это связано с крайней опасностью данной группы веществ для человека, а также с отсутствием консенсуса между законодательными и проверяющими органами и специалистами в области безопасности пищевых продуктов в вопросе, что и как нужно контролировать. Контроль любого показателя безопасности предполагает наличие системного подхода, а отсутствие или недостаток любого элемента системы неизбежно приводит к недостоверным результатам. Законодательство Российской Федерации, а также Таможенного союза декларирует достаточно жесткие нормы по допустимому уровню содержания антибиотиков в молоке. Молоко и побочные продукты переработки, в которых обнаружены антибиотики в количестве, превышающем установленный допустимый уровень, приемке не подлежат [7].

Цель исследования – оценка влияния контаминации молочного сырья и остаточных количеств лекарственного препарата пенициллина-G на показатели качества продуктов питания, а также осуществление контроля антибиотика в молоке и молочных продуктах на мультифункциональном приборе Extenso и арбитражным методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Задачи: осуществить искусственное внесение антибиотика пенициллина-G в молоко сырое; произвести из молока сырого побочные

продукты переработки – молоко обезжиренное, сливки, сыворотка, сырный сгусток, пахта, ретенант, пермеат, масло; исследовать пенициллин на многофункциональном приборе Extenso и арбитражным методом высокоэффективной жидкостной хроматографии; изучить физико-химический состав вышеуказанных продуктов; проанализировать распределение остаточного количества антибиотика пенициллина-G и оценить его взаимодействие со структурными компонентами молока и продуктов его переработки; обосновать дальнейшие исследования по изучению влияния антибиотиков на молоко и продукты его переработки.

Объекты и методы. Определяли содержание искусственно внесенного пенициллина-G (Sigma-Aldrich, США) в следующих молочных продуктах:

1) молоко сырое с массовой долей жира 3,2 %, получено на ферме в д. Заболотье (Московская область, Раменский городской округ);

2) молоко обезжиренное, изготовлено во Всероссийском научно-исследовательском институте молочной промышленности (Москва, Россия);

3) сливки (сырье) с массовой долей жира 36 %, изготовлены во Всероссийском научно-исследовательском институте молочной промышленности (Москва, Россия);

4) молоко обезжиренное пастеризованное, изготовлено во Всероссийском научно-исследовательском институте молочной промышленности (Москва, Россия);

5) сливки пастеризованные с массовой долей жира 36 %, изготовлены во Всероссийском научно-исследовательском институте молочной промышленности (Москва, Россия);

6) масло сливочное с массовой долей жира 69,75 %, изготовлено во Всероссийском научно-исследовательском институте молочной промышленности (Москва, Россия);

7) сыворотка подсырная, изготовлена во Всероссийском научно-исследовательском институте молочной промышленности (Москва, Россия);

8) ретенант до обработки, изготовлен во Всероссийском научно-исследовательском институте молочной промышленности (Москва, Россия);

9) ретентант после обработки, изготовлен во Всероссийском научно-исследовательском институте молочной промышленности (Москва, Россия);

10) пермеат, изготовлен во Всероссийском научно-исследовательском институте молочной промышленности (Москва, Россия);

11) пахта, изготовлена во Всероссийском научно-исследовательском институте молочной промышленности (Москва, Россия).

Пенициллин вносили в количестве 240 мг на 20 л молока сырого. Для начала антибиотик перемешивали в 1 л молока, а затем данный раствор вливали тонкой струей в тару с сырым молоком и интенсивно перемешивали.

20 л цельного молока поместили в сепаратор – сливкоотделитель в целях выделения жира. Конечные продукты сепарирования – 1,4 л сливок с массовой долей жира 36 % и 18,6 л обезжиренного молока. Нормализованное молоко и сливки подогревали до 40–45 °С и очищали на центробежных молокоочистителях. Затем молоко гомогенизировали при температуре 45–55 °С и давлении 10–15 МПа, а сливки – при температуре 80 °С при давлении 5–7,5 Мпа. После гомогенизации молоко пастеризовалось при температуре (76 ± 2) °С с выдержкой 20 с, гомогенизированные сливки с массовой долей жира 36 % при температуре (80 ± 2) °С с выдержкой 15–20 с. Пастеризованное молоко и сливки охлаждались до температуры 4–6 °С, затем их разливали и упаковывали в полимерную тару.

Для получения 800 г масла и 500 мл пахты применялся маслоизготовитель периодического действия, в котором происходило сбивание сливок. Сбивание осуществлялось в течение 50–70 мин и оканчивалось при получении масляно-зерна 3–5 мм.

В пастеризованное молоко вносили 4 мл 10 % раствора хлористого кальция и 1 мл сычужного фермента химозина, что способствовало образованию более плотного сгустка и интенсивному процессу отделения сыворотки. Температура и время, при котором происходило свертывание молока сычужным ферментом, – 41 °С в течение 90 мин. Конечные продукты – сырный сгусток и подсырная сыворотка в количестве 1,7 кг и 16 л соответственно. Из подсырной сыворотки путем мембранной фильтрации при температуре 50 °С получили 3 л ретентанта

и 13 л пермеата. На ретентанте произвели обработку диафильтрацией (мембранный процесс, который использует воду для вымывания лактозы и других посторонних веществ).

Из каждого произведенного продукта отобрали пробы для исследования антибиотика на мультифункциональном приборе методом Extensio и арбитражным методом ВЭЖХ, а также контроля их физико-химических свойств. Схема проведения исследования представлена на рисунке.

Аппаратура и условия анализа

1. Биоанализатор иммунохимический с флуоресцентной детекцией Extensio.

Тест-набор для проведения измерений, содержащий:

- биополоски;
- биореагент, состоящий из лиофилизированной смеси рецепторов/антител.

А. Считывающее устройство, оснащенное программным обеспечением для управления и обработки результатов измерений.

В. Термостат-инкубатор, обеспечивающий поддержание температуры с точностью ±1 °С.

С. Калибровочный набор, включающий:

- тест-полоску флуоресцентную контрольную;
- тест-полоску калибровочную.

Д. Пробы для положительного контроля, состоящие из лиофилизированной смеси антибиотиков. Навески образцов исследуемого антибиотика отбирали на электронных весах Gas фирмы OHAUS Corporation (США), погрешность 0,0001 г.

Первый этап включал подготовку проб. В пробирку вместимостью 15 см³ помещали 250 мкл молока с помощью пипетки с двумя шариками, входящей в комплект поставки. Содержимое флакона необходимо перемешать, аккуратно встряхивая в течение 10 с для получения однородной смеси молока и реагента. Содержимое в емкости с реагентами помещается в термостат на 3 мин при температуре 35 °С, биоанализатор во флаконе с реагентами продолжает инкубироваться в течение 10 мин при 35 °С. По истечении 10 мин извлекается биоанализатор из флакона для немедленного считывания данных с помощью устройства Extensio.

Для исследования пенициллина-G на многофункциональном приборе в побочных продуктах переработки молока подготовка проб к анализу осуществлялась следующим способом:

- 50 г сливок с массовой долей жира 36 % смешивали со 150 г молока жирностью 3,2 % для получения продукта с массовой долей жира 10 %.

- Сыворотку подсырную смешивали с дистиллированной водой в пропорции 1,5/8,5, нагревали на водяной бане до 40 °С и нейтрализовали одномолярным раствором NaOH до содержания сухих веществ 7–8 %.

- Сырный сгусток смешивали с теплой дистиллированной водой в пропорции 1/9 и интенсивно перемешивали до практически полного растворения.

- Пробоподготовка для масла была произведена аналогично вышеописанному процессу для сырного сгустка.

- По остальным продуктам необходимо разрабатывать процесс пробоподготовки, так как прибор пока не обнаруживает остаточные ветеринарные препараты в молочных продуктах с низкой активной кислотностью.

Перед применением тест-системы и пробы необходимо охладить в холодильнике до температуры от 4 до 10 °С.

При выполнении измерений в лаборатории необходимо соблюдать следующие условия: температура окружающего воздуха – от 18 до 27 °С; относительная влажность воздуха – (50±30) %; атмосферное давление – (96±10) кПа.

2. ВЭЖХ (арбитражный метод). Анализ проводили согласно ГОСТ 33526-2015 «Молоко и

продукты переработки молока. Методика определения содержания антибиотиков методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» на жидкостном хроматографе «МАЭСТРО» (Россия, ООО «Интер-ЛАБ»).

Результаты и их обсуждение. 23 июня 2023 г. вышло Решение ЕЭК № 70, которое будет включено в ТР ТС 021/2011 «О безопасности продукции» 10 июля 2024 года. Согласно данному законодательному акту производителям необходимо запрашивать у фермеров информацию о применении остаточных ветеринарных препаратов за последние 2 месяца (с указанием наименования ветеринарного лекарственного препарата, действующего вещества, даты последнего применения, сроков выведения из организма животного, установленных инструкцией по применению ветеринарного лекарственного препарата) [10].

Введение тотального контроля фармакологически активных веществ приведет к необходимости приобретения предприятиями единственно доступного на сегодняшний момент прибора, обеспечивающего экспресс-контроль всего перечня нормируемых Решением № 70 ЕЭК веществ – Extenso (Unisensors.a., Бельгия). Заявляемая производителями прибора чувствительность для большинства фармакологически активных веществ совпадает с допустимыми нормами безопасности, определенными Решением № 70 ЕЭК.

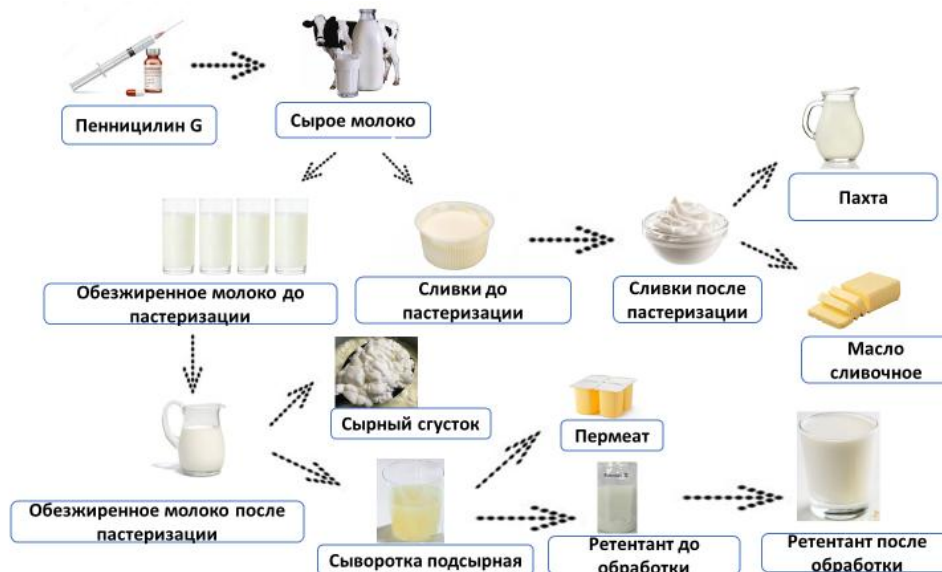


Схема проведения исследования

Измеренные остаточные количества пенициллина-G на Extenso и арбитражным методом ВЭЖХ в молоке и молочных продуктах представлены в таблице. В каждом объекте исследовали физико-химические показатели: белок,

жир и сухие вещества. Уровень антибиотика превышал предел обнаружения Extenso, поэтому прибор показывал интенсивность и отношение антибиотика в продукте β-лактама.

Содержание пенициллина-G в молоке и молочных продуктах с учетом их физико-химических показателей

Молоко, молочный продукт	Результаты Extenso, интенсивность / отношение β-лактама	Результаты ВЭЖХ, мг/кг	Жир, г	Белок, г	Сухие вещества, г
Молоко сырое	Положительный 18425,4/0	0,012	3,20	3,00	9,95
Молоко обезжиренное до пастеризации	Положительный 17408.7/0	0,011	0,10	3,47	8,87
Молоко обезжиренное после пастеризации	Положительный 17305.7/0	0,011	0,10	3,50	8,97
Сливки до пастеризации	Положительный 16285/0	0,010	36,00	2,17	41,00
Сливки после пастеризации	Положительный 10791/0	0,007	36,00	2,20	41,10
Масло	Отрицательный 23004.4/1,34551	0,00	69,75	0,00	74,44
Сырный сгусток	Положительный 15270.5/0,388748	0,009	1,00	30,64	38,22
Сыворотка подсырная	Отрицательный 17212.2/2,22423	0,00	0,10	0,80	5,51
Пахта	Результат отсутствует	0,003	2,00	3,57	10,21
Ретентант до обработки	Результат отсутствует	0,00	0,30	2,49	8,44
Ретентант после обработки	Результат отсутствует	0,00	0,60	3,63	7,04
Пермеат	Результат отсутствует	0,00	0,00	0,27	4,99

Исходя из результатов, указанных во 2-м столбце таблицы, можно сделать вывод, что если прибор показывает отношение антибиотика меньше одного, значит, остаточное количество ветеринарного препарата присутствует в продукте. По результатам проведенных исследований установлено, что пенициллин-G концентрируется в молочных продуктах с высоким содержанием казеина.

Не было обнаружено никакой последовательной связи между исследованными физико-химическими свойствами и уровнем антибиотиков в молочных продуктах. Единственным исключением было высокое содержание казеина в сырном сгустке, из-за чего антибиотик перешел в данный продукт, а не в сыворотку. В этом случае наблюдалась значительная прямая корреляция, представленная в таблице между этим

параметром и содержанием β-лактама в сырном сгустке или исходном материале. Причины, стоящие за этим явлением, будут исследованы в будущем.

Заключение. В результате проведенного исследования было осуществлено искусственное внесение антибиотика пенициллина-G в сырое молоко. Из этого молока были получены различные побочные продукты переработки, такие как молоко обезжиренное, сливки, сыворотка, сырный сгусток, пахта, пермеат, ретентант и масло. Было определено содержание пенициллина на многофункциональном приборе Extenso и арбитражным методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, а также был изучен физико-химический состав вышеуказанных продуктов.

Распределение остаточного количества антибиотика пенициллина-G и его взаимодействие со структурными компонентами молока и продуктов его переработки были проанализированы. На основании полученных результатов можно утверждать, что распределение β -лактама в побочных продуктах переработки молока довольно сильно отличалось, варьируясь от полной элиминации до миграции среднего уровня. Однако можно было бы доказать, что более высокое содержание данного антибиотика в сырье (молоке) приведет к более высокому содержанию того же соединения в других молочных продуктах.

Исходя из вышеописанного процесса определения пенициллина-G в молоке и молочных продуктах, становится очевидна необходимость в усовершенствованных быстрых и чувствительных методах непрерывного мониторинга уровней антибиотиков в пищевых матрицах. Следовательно, необходимо проводить дальнейшие исследования по оценке распределения антибиотиков из молока-сырья в молочные продукты и расширять аналитические методы оценки содержания остаточных ветеринарных препаратов в молочной продукции.

Список источников

1. Малофеева Н.А., Бuzмакова Н.А., Савина И.П. Контроль за содержанием остаточных количеств антибиотиков в животноводческой продукции в странах-членах Таможенного союза и Европейского союза // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 1 (127). С. 108.
2. Экономика. 14.03.2016. URL: <https://www.interfax.ru/business/498421> (дата обращения: 12.10.2023).
3. Симджи Ш., Дул Р., Козлов Р.С. Антимикробные препараты. Рациональное применение антибиотиков в животноводстве и ветеринарии // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2016. Вып. 18 (3). С. 186–190.
4. Global trends in antimicrobial use in food animals / T.P. Van Boeckel [et al.] // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2015. Т. 112, № 18. С. 5649–5654. DOI: 10.1073/pnas.1503141112.

5. Fluoroquinolone-resistant *Campylobacter* isolates from conventional and antibiotic-free chicken products. Environ / L. Price [et al.] // Environmental health perspectives. 2005. Т. 113, № 5. С. 557–560. DOI: 10.1289/ehp.7647.
6. Влияние антибиотиков на качество и безопасность молока и молочных продуктов / Г.В. Родионов [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. № 4. С. 88–103.
7. Свириденко Г.М. Проблемы организации системного контроля антибиотиков в молоке и молочных продуктах // Молочная промышленность. 2020. № 8. С. 8–12.
8. Transfer of certain beta-lactam antibiotics from cow's milk to fresh cheese and whey / K. Lányi [et al.] // Food Additives & Contaminants: Part A. 2022. Т. 39. № 1. С. 52–60. DOI: 10.1080/19440049.2021.1973114.
9. Characteristics of ripened Tronchón cheese from raw goat milk containing legally admissible amounts of antibiotics / P. Quintanilla [et al.] // Journal of Dairy Science. 2019;102(4):2941–2953. DOI: 10.3168/jds.2018-15532.
10. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 23 июня 2023 г. № 70 «О внесении изменений в некоторые решения Комиссии Таможенного союза и Совета Евразийской экономической комиссии». URL: <https://www.alt.ru/tamdoc/23sr0070> (дата обращения: 23.11.2023).

References

1. Malofeeva N.A., Buzmakova N.A., Savina I.P. Kontrol' za soderzhaniem ostatocnykh kolichestv antibiotikov v zhivotnovodcheskoj produkcii v stranah-chlenah Tamozhennogo soyuza i Evropejskogo soyuza // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2023. № 1 (127). S. 108.
2. `Ekonomika. 14.03.2016. URL: <https://www.interfax.ru/business/498421> (data obrascheniya: 12.10.2023).
3. Simdzhi Sh., Dul R., Kozlov R.S. Antimikrobnye preparaty. Racional'noe primeneniye antibiotikov v zhivotnovodstve i veterinarii // Klinicheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya himioterapiya. 2016. Vyp. 18 (3). S. 186–190.

4. Global trends in antimicrobial use in food animals / *T.P. Van Boeckel* [et al.] // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2015. T. 112, № 18. S. 5649–5654. DOI: 10.1073/pnas.1503141112.
5. Fluoroquinolone-resistant *Campylobacter* isolates from conventional and antibiotic-free chicken products. *Environ* / *L. Price* [et al.] // *Environmental health perspectives*. 2005. T. 113, № 5. S. 557–560. DOI: 10.1289/ehp.7647.
6. Влияние антибиотиков на качество и безопасность молока и молочных продуктов / *G.V. Rodionov* [i dr.] // *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2019. № 4. S. 88–103.
7. *Sviridenko G.M.* Problemy organizacii sistemnogo kontrolya antibiotikov v moloke i molochnyh produktah // *Molochnaya promyshlennost'*. 2020. № 8. S. 8–12.
8. Transfer of certain beta-lactam antibiotics from cow's milk to fresh cheese and whey / *K. Lányí* [et al.] // *Food Additives & Contaminants: Part A*. 2022. T. 39, № 1. S. 52–60. DOI: 10.1080/19440049.2021.1973114.
9. Characteristics of ripened Tronchón cheese from raw goat milk containing legally admissible amounts of antibiotics / *P. Quintanilla* [et al.] // *Journal of Dairy Science*. 2019;102(4):2941–2953. DOI: 10.3168/jds.2018-15532.
10. Reshenie Soveta Evrazijskoj `ekonomicheskoi komissii ot 23 iyunya 2023 g. № 70 «O vnesenii izmenenij v nekotorye resheniya Komissii Tamozhennogo soyuza i Soveta Evrazijskoj `ekonomicheskoi komissii». URL: <https://www.alt.ru/tam-doc/23sr0070> (data obrascheniya: 23.11.2023).

Статья принята к публикации 19.02.2024 / The article accepted for publication 19.02.2024.

Информация об авторах:

Анна Андреевна Криницына¹, аспирант кафедры технологии молока, пробиотических молочных продуктов и сыроделия

Андрей Николаевич Петров², заведующий кафедрой технологии молока, пробиотических молочных продуктов и сыроделия, доктор технических наук, академик

Александр Геннадьевич Кручинин³, заведующий лабораторией молочных консервов, кандидат технических наук

Information about the authors:

Anna Andreevna Krinitsyna¹, Postgraduate student at the Department of Milk Technology, Probiotic Dairy Products and Cheese Making

Andrey Nikolaevich Petrov², Head of the Department of Milk Technology, Probiotic Dairy Products and Cheese Making, Doctor of Technical Sciences, Academician

Alexander Gennadievich Kruchinin³, Head of the Laboratory of Canned Milk, Candidate of Technical Sciences

