

Статья поступила в редакцию: 16.05.2026

Статья принята к публикации: 07.07.2026

Статья опубликована: 28.08.2026

УДК 637.1+543.544+615.33

DOI: 10.32743/UniTech.2026.149.8.23201

Контроль качества молока по показателям остаточного содержания антибиотиков

Махкамов Дилмурод

исследователь, Ташкентский химико-технологический институт

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: dilmurodmaxkamov839@gmail.com

Акрамова Раъно Рамизитдиновна

проф., PhD

Ташкентский химико-технологический институт

Республика Узбекистан, г. Ташкент

Milk quality control based on residual antibiotic content

Makhkamov Dilmurod

Researcher

Tashkent Institute of Chemical Technology

Republic of Uzbekistan, Tashkent

Akramova Rano Ramizitdinovna

professor, PhD

Tashkent Institute of Chemical Technology

Republic of Uzbekistan, Tashkent

Аннотация

В работе представлены результаты исследования содержания остаточных количеств антибиотиков в молочной продукции. Целью исследования являлось определение уровня контаминации молочных продуктов окситетрациклином и оценка их безопасности для потребителей. Для анализа были отобраны три образца молочной продукции, в которых количественно определяли содержание антибиотика тетрациклиновой группы. Аналитические исследования проводились методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием с использованием системы Waters TQ-S Cronos H-Class Acquity. Полученные результаты показали наличие окситетрациклина во всех исследуемых образцах с различным уровнем концентрации, что свидетельствует о неоднородной степени загрязнения молочной продукции остаточными антибактериальными веществами. Установлено, что наибольшая концентрация антибиотика

Библиографическое описание: Махкамов Д., Акрамова Р.Р. Контроль качества молока по показателям остаточного содержания антибиотиков // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2026. 8(149). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/23201>

выявлена в образце №1, что может указывать на нарушение регламентов применения ветеринарных препаратов. Результаты исследования подчеркивают необходимость систематического контроля качества молочной продукции и соблюдения ветеринарно-санитарных норм на всех этапах производства. Таким образом, работа подтверждает актуальность применения современных инструментальных методов анализа для мониторинга безопасности пищевых продуктов и предотвращения потенциальных рисков для здоровья населения.

Abstract

This paper presents the results of a study on antibiotic residues in dairy products. The aim of the study was to determine the level of oxytetracycline contamination in dairy products and assess their safety for consumers. Three dairy product samples were selected for analysis, and the tetracycline antibiotic content was quantified. Analytical studies were conducted using high-performance liquid chromatography with mass spectrometric detection using a Waters TQ-S Cronos H-Class Acquity system. The results revealed the presence of oxytetracycline in all samples at varying concentrations, indicating a heterogeneous degree of contamination of dairy products with residual antibacterial substances. The highest antibiotic concentration was found in sample No. 1, which may indicate a violation of regulations for the use of veterinary drugs. The study results highlight the need for systematic quality control of dairy products and compliance with veterinary and sanitary standards at all stages of production. Thus, the work confirms the relevance of using modern instrumental methods of analysis for monitoring food safety and preventing potential risks to public health.

Ключевые слова: молоко, остаточные антибиотики, окситетрациклин, тетрациклины, ветеринарные препараты, контаминация, безопасность пищевых продуктов, ВЭЖХ-МС/МС, жидкостная хроматография, масс-спектрометрия, контроль качества, пищевой мониторинг.

Keywords: milk, residual antibiotics, oxytetracycline, tetracyclines, veterinary drugs, contamination, food safety, HPLC-MS/MS, liquid chromatography, mass spectrometry, quality control, food monitoring.

Введение

Молоко и молочная продукция занимают важное место в рационе питания населения благодаря своей высокой пищевой и биологической ценности. Коровье молоко трех сортов (высшего, первого и второго) является важным источником белков, жиров, витаминов и минеральных веществ, необходимых для нормального функционирования организма человека. В условиях увеличения производства и потребления молочной продукции особую значимость приобретает обеспечение ее качества и безопасности.

Одной из наиболее актуальных проблем молочной отрасли остается наличие остаточных количеств антибиотиков в молоке. Антибактериальные препараты широко применяются в ветеринарной практике для лечения и профилактики заболеваний сельскохозяйственных животных. Основными источниками загрязнения сырья антибиотическими и другими фармакологически активными веществами являются лечение мастита и других инфекционных заболеваний крупного рогатого скота (КРС),

сопровождающееся применением антибактериальных препаратов широкого спектра действия. При несоблюдении ветеринарно-санитарных требований остаточные количества антибиотиков способны проникать в молоко и сохраняться в сырье в концентрациях, превышающих допустимые нормы. Нарушение установленных сроков выведения лекарственных препаратов из организма животного перед дойкой. Период элиминации действующих веществ зависит от фармакокинетических свойств препарата, физиологического состояния животного и условий содержания. Несоблюдение карантинного периода приводит к накоплению остаточных веществ в молочной продукции. Использование кормовых антибиотиков и антимикробных добавок в целях стимуляции роста, повышения продуктивности и профилактики заболеваний. Длительное применение таких веществ способствует формированию устойчивых штаммов микроорганизмов и повышает риск контаминации сырья остаточными соединениями антибиотиков. Несоблюдение санитарно-гигиенических норм на фермах, а также нарушение регламентов хранения, дозировки и применения ветеринарных препаратов. Недостаточный контроль технологических процессов, неправильная обработка доильного оборудования и отсутствие систем мониторинга качества сырья увеличивают вероятность микробиологического и химического загрязнения продукции.

Однако нарушение правил их использования, несоблюдение сроков выведения препаратов из организма животных и недостаточный контроль качества сырья могут приводить к их попаданию в молоко различных сортов. Присутствие антибиотиков в молочной продукции оказывает негативное влияние на здоровье человека, способствуя развитию аллергических реакций, нарушению нормальной микрофлоры кишечника и формированию устойчивости микроорганизмов к антибактериальным препаратам. Кроме того, остаточные количества антибиотиков ухудшают технологические свойства молока, затрудняя процессы переработки, включая производство кисломолочных продуктов и сыров. В связи с этим контроль остаточного содержания антибиотиков в молоке трех сортов является важной задачей системы обеспечения пищевой безопасности. Применение современных методов анализа позволяет своевременно выявлять наличие запрещенных или превышающих допустимые нормы веществ и предотвращать поступление некачественной продукции на потребительский рынок.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью обеспечения высокого качества и безопасности молока различных сортовых категорий. Усиление требований к пищевой безопасности требует совершенствования методов контроля остаточного содержания антибиотиков. Проведение исследований в данной области способствует повышению эффективности ветеринарно-санитарного контроля, снижению риска для здоровья потребителей и улучшению качества молочной продукции. Изучение остаточного содержания антибиотиков в молоке высшего, первого и второго сортов имеет важное практическое значение для молочной промышленности, ветеринарии и системы санитарного надзора, что определяет научную и практическую значимость данного исследования.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования использовали образцы молока трех сортов – высшего, первого и второго, отобранные в фермерских хозяйствах и на предприятиях молочной промышленности. Отбор проб проводился в соответствии с действующими нормативными документами, регламентирующими требования к качеству и безопасности молочной продукции.

Определение остаточного содержания антибиотиков осуществлялось с применением комплексного подхода, включающего экспресс-скрининг и подтверждающие лабораторные методы анализа. На начальном этапе выполнялась оперативная оценка с использованием тест-систем, позволяющих быстро выявлять наличие антибиотических веществ в молоке.

Для подтверждения результатов скрининга и количественного определения антибиотиков применялись высокоточные лабораторные методы анализа. Количественные методы позволяют установить точную концентрацию антибиотических веществ и используются в аккредитованных лабораториях при проведении арбитражных и контрольных исследований.

Полученные результаты свидетельствуют о наличии зависимости между сортом молока и его физико-химическими свойствами, что подтверждает необходимость комплексного контроля качества сырья на всех этапах производства. Анализ физико-химических показателей также позволяет косвенно оценить стабильность молока и его технологическую пригодность для переработки в молочные продукты.

Нами исследовано содержание остаточных количеств антибиотика окситетрациклина в различных образцах молочной продукции с целью оценки уровня их контаминации, определения безопасности продукции и выявления возможных нарушений ветеринарно-санитарных требований при производстве и переработке молочного сырья. Экспресс-методы активно применяются при приемке сырья в фермерских хозяйствах, пунктах сбора молока и на перерабатывающих предприятиях. Их основным преимуществом является высокая скорость получения результата (5-15 минут), что обеспечивает оперативное принятие решений о допуске сырья в технологический процесс. Наиболее распространены иммунохроматографические тесты (тест-полоски), основанные на реакции антиген-антитело. При наличии антибиотиков в образце фиксируется изменение окраски аналитической зоны, что указывает на положительный результат. Современные мультианализные тест-системы позволяют одновременно выявлять несколько групп антибиотиков, включая β -лактамы, тетрациклины, макролиды и аминогликозиды, что значительно повышает эффективность контроля качества молока.

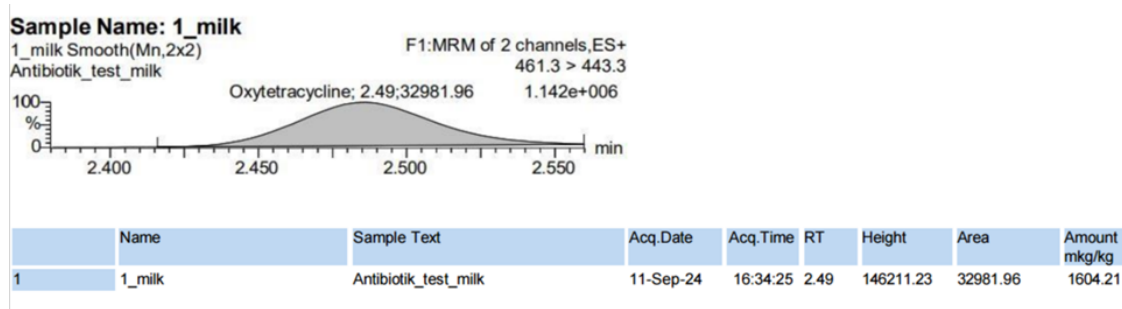


Рисунок 1. Хроматограмма 1 образца молока с выявлением окситетрациклина методом ВЭЖХ-МС/МС

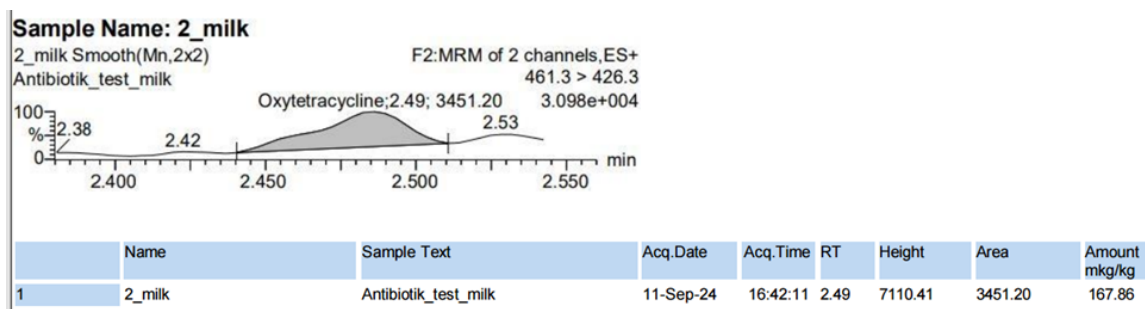


Рисунок 2. Хроматограмма 2 образца молока с выявлением окситетрациклина методом ВЭЖХ-МС/МС

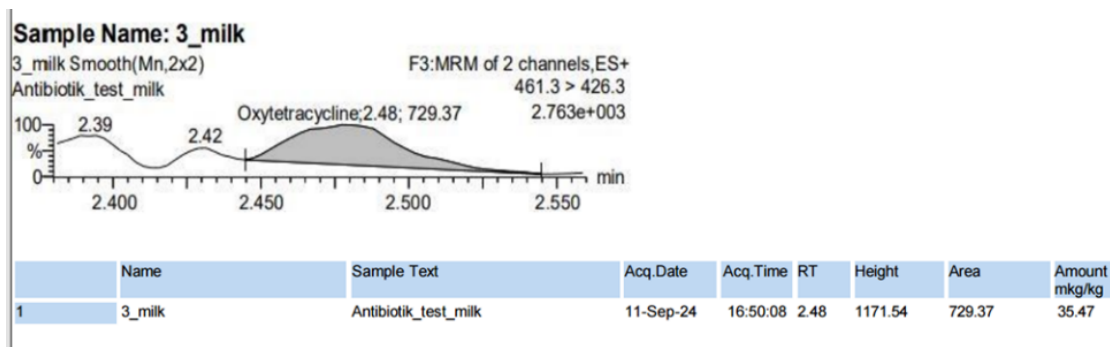


Рисунок 3. Хроматограмма 3 образца молока с выявлением окситетрациклина методом ВЭЖХ-МС/МС

По результатам исследования во всех образцах был выявлен окситетрациклин - антибиотик группы тетрациклинов, широко применяемый в ветеринарной практике. Наибольшая концентрация остаточного вещества была зафиксирована в образце №1, что может свидетельствовать о нарушении сроков выведения препарата из организма животных или несоблюдении ветеринарно-санитарных требований при производстве молочной продукции.

Таблица 1.

Результаты определения остаточного содержания окситетрациклина в исследуемых образцах

№ образца	Исследуемый показатель	Концентрация, мкг/кг	Характеристика результата
Образец 1	Окситетрациклин	1604,21	Высокий уровень остаточного содержания антибиотика
Образец 2	Окситетрациклин	167,86	Умеренное содержание антибиотика

№ образца	Исследуемый показатель	Концентрация, мкг/кг	Характеристика результата
Образец 3	Окситетрациклин	34,57	Низкое содержание остаточных веществ

Полученные результаты подтверждают необходимость регулярного мониторинга молочной продукции на наличие остаточных количеств антибиотиков, поскольку их присутствие может представлять потенциальную опасность для здоровья потребителей, способствовать развитию антибиотикорезистентности микроорганизмов и снижать качество пищевой продукции.

Определение содержания антибиотиков осуществлялось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ-МС/МС) с использованием аналитической системы Waters TQ-S Cronos H-Class Acquity. Данный метод отличается высокой чувствительностью, селективностью и точностью определения следовых количеств фармакологически активных веществ в сложных пищевых матрицах. Использование ВЭЖХ-МС/МС позволяет эффективно идентифицировать и количественно определять антибиотики даже при их минимальных концентрациях, что делает данный подход одним из наиболее надежных инструментов лабораторного контроля безопасности молочной продукции.

Полученные результаты были подвергнуты статистической обработке с использованием методов расчета коэффициентов воспроизводимости, а также корреляционного анализа для оценки степени согласованности между применяемыми методами исследования. Проведение сравнительного анализа позволило определить уровень чувствительности и специфичности каждого метода, выявить наиболее эффективные подходы к промышленному контролю качества и оценить результативность комплексного применения биологических, химико-аналитических и иммуноферментных методов анализа. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации технологических процессов на животноводческих и перерабатывающих предприятиях, снижения потенциальных рисков для здоровья населения и обеспечения соответствия продукции международным требованиям в области пищевой безопасности.

Заключение

В результате проведенного исследования было установлено наличие остаточных количеств окситетрациклина в исследуемых образцах молочной продукции, что свидетельствует о распространенности применения антибиотиков тетрациклиновой группы в животноводстве и возможных нарушениях ветеринарно-санитарных требований при производстве молока. Наиболее высокая концентрация антибиотика была выявлена в образце №1, что может указывать на несоблюдение сроков выведения лекарственного препарата из организма животных перед дойкой.

Применение метода высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрическим детектированием позволило обеспечить высокую точность, чувствительность и достоверность анализа при определении следовых количеств антибиотиков в сложной пищевой матрице. Использование современной аналитической

системы Waters TQ-S Cronos H-Class Acquity подтвердило эффективность инструментальных методов контроля качества и безопасности молочной продукции. Полученные результаты подчеркивают необходимость усиления мониторинга остаточных количеств антибактериальных препаратов в молочном сырье и готовой продукции, а также соблюдения регламентов применения ветеринарных средств на животноводческих предприятиях. Регулярный лабораторный контроль способствует повышению безопасности пищевых продуктов, снижению риска формирования антибиотикорезистентности микроорганизмов и обеспечению соответствия продукции международным санитарно-гигиеническим стандартам.

Список литературы

1. Белоусов, В.И. Контроль содержания антибиотиков в продукции животноводства / В.И. Белоусов, Т.В. Калантаенко // Ветеринария. – 2021. – № 4. – С. 12–18.
2. Смирнова, Л.А. Влияние остаточных количеств антибиотиков на технологические свойства молока при производстве кисломолочных продуктов / Л.А. Смирнова // Молочная промышленность. – 2022. – № 2. – С. 45–47.
3. Тихомиров, А.Н. Лабораторный мониторинг безопасности сырого молока: проблемы и решения / А.Н. Тихомиров // Пищевая индустрия. – 2023. – № 1. – С. 30–34.
4. Bansal, S. Antibiotic Residues in Milk: Impact on Health and Dairy Industry / S. Bansal, S. Singh // Journal of Dairy Research & Technology. – 2020. – Т. 3, № 1. – P. 12–25.
5. Darsanaki, R.K. Antibiotic residues in raw milk in developing countries: A systematic review / R.K. Darsanaki, M.A. Aliabadi // International Journal of Food Safety and Quality Management. – 2021. – Т. 9. – P. 104–118.
6. Girma, S. Review on Common Antibiotic Residues in Dairy Products and Their Public Health Implications / S. Girma et al // Journal of Food Science and Nutrition Therapy. – 2022. – Т. 8. – P. 001–009.
7. Leite M. Antibiotics in milk: Validation of analytical methodologies for ensuring food safety // International Dairy Journal. – 2025. – Т. 169.
8. Sachi, S. Detection of antibiotic residues in bovine milk: Current analytical strategies and future trends / S. Sachi, J. Ferdous // Science of The Total Environment. – 2019. – Т. 687. – P. 1163–1177.
9. Tasci F., Canbay H.S., Doganturk M. Determination of antibiotics and their metabolites in milk by liquid chromatography tandem mass spectrometry method // Food Control. – 2021. – Т. 127.
10. Wang, J. Development of rapid screening methods for multi-class antibiotic residues in milk / J. Wang, L. Zhang // Food Control. – 2023. – Т. 145.

References

1. Belousov V.I., Kalantayenko T.V. [Control of antibiotic content in livestock products]. Veterinariya, 2021, no. 4, P. 12–18. (In Russ.)

2. Smirnova L.A. [The influence of residual amounts of antibiotics on the technological properties of milk in the production of fermented milk products]. *Molochnaya promyshlennost'*, 2022, no. 2, P. 45–47. (In Russ.)
3. Tikhomirov A.N. [Laboratory monitoring of raw milk safety: problems and solutions]. *Pishchevaya industriya*, 2023, no. 1, P. 30–34. (In Russ.)
4. Bansal, S., Singh, S. Antibiotic Residues in Milk: Impact on Health and Dairy Industry // *Journal of Dairy Research & Technology*. – 2020. – Т. 3, № 1. – P. 12–25.
5. Darsanaki R.K., Aliabadi M.A. Antibiotic residues in raw milk in developing countries: A systematic review. *International Journal of Food Safety and Quality Management*, 2021, Vol. 9, P. 104–118.
6. Girma, S. et al. Review on Common Antibiotic Residues in Dairy Products and Their Public Health Implications // *Journal of Food Science and Nutrition Therapy*. – 2022. – Т. 8. – P. 001–009.
7. Leite, M. Antibiotics in milk: Validation of analytical methodologies for ensuring food safety. *International Dairy Journal*, 2025, Vol. 169, P. 106308.
8. Sachi, S., Ferdous, J. Detection of antibiotic residues in bovine milk: Current analytical strategies and future trends. *Science of The Total Environment*, 2019, Vol. 687, P. 1163–1177.
9. Tasci, F., Canbay H.S., Doganturk, M. Determination of antibiotics and their metabolites in milk by liquid chromatography tandem mass spectrometry method. *Food Control*, 2021, Vol. 127, P. 108147.
10. Wang, J., Zhang, L. Development of rapid screening methods for multi-class antibiotic residues in milk. *Food Control*, 2023, Vol. 145, Art. 109452.