

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

УДК 612.392.8

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-216-10-53-57

Е.А. Додонова, Д.А. Миргазов, И.А. Елизарова,
М.Е. Горбунова, Е.А. АнисимоваE.A. Dodonova, D.A. Mirgazov, I.A. Elizarova,
M.E. Gorbunova, E.A. Anisimova

ОСТАТОЧНОЕ КОЛИЧЕСТВО АНТИБИОТИКОВ В МЯСНОЙ И МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

ANTIBIOTIC RESIDUE LEVELS IN MEAT AND DAIRY PRODUCTS

Ключевые слова: антибиотики, тетрациклин, левомицетин, стрептомицин, остаточное количество антибиотиков, животноводство, пищевые продукты, ИФА, антибиотикорезистентность, контаминация, технический регламент.

В современном мире применение антибиотиков в животноводстве является распространенной практикой. Однако их использование часто носит бесконтрольный характер и может приводить к контаминации пищевых продуктов животного происхождения лекарственными препаратами. Присутствие антибиотиков в продуктах питания оказывает негативное влияние на организм человека, в частности потребление таких продуктов может приводить к развитию аллергических реакций и возникновению дисбаланса кишечника. Также неадекватное использование антибиотиков в животноводстве способствует распространению и развитию у бактерий антибиотикорезистентности. В рамках данной работы изучена контаминация животноводческой и молочной продукции, реализуемой на территории Республики Татарстан, остаточными количествами антимикробных препаратов за период с 2019 по 2021 г. Учитывали содержание остаточного количества тетрациклина, стрептомицина и левомицетина в животноводческой продукции: мясе (мясо говядины, свинины, курицы) и мясных полуфабрикатах), молоке и молочных продуктах (сливки, масло сливочное, сыры). Определение остаточного количества антибактериальных препаратов в пищевых продуктах проводили методом иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием коммерческих тест-систем. Исследования проводили в соответствии с ГОСТ и методическими указаниями, предназначенными для оценки безопасности пищевой продукции. Во всех пробах молочной и животноводческой продукции обнаружены остатки антимикробного препарата тетрациклина в количестве менее 0,01 мкг/кг, левомицетина – менее 0,0003 мкг/кг и стрептомицина – менее 0,2 мкг/кг. Установлено, что вся животноводческая и молочная продукция, поступившая

в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» в период с января 2019 г. по декабрь 2021 г., не содержит остаточное количество антибиотиков, превышающих законодательно установленные СанПиН нормы.

Keywords: antibiotics, tetracycline, laevomycetin, streptomycin, antibiotic residue level, animal breeding, food products, enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), antibiotic resistance, contamination, technical regulations.

In the modern world, the use of antibiotics in livestock production is a common practice. However, its use is often uncontrolled and may lead to contamination of animal origin food products with medicines. Antibiotics in food have a negative impact on the human body, and in particular, the consumption of such products may lead to the development of allergic reactions and intestinal dysbiosis. Furthermore, the improper use of antibiotics in livestock production promotes antibiotic resistance in bacteria. As part of this study, contamination of livestock and dairy products sold in the Republic of Tatarstan from 2019 through 2021 with antibiotic residues was studied. The residue levels of tetracycline, streptomycin and laevomycetin was studied in animal products: meat (beef, pork, chicken meat) and meat semi-finished products, milk and dairy products (cream, butter, cheeses). The determination of the antibiotic residue levels in food was carried out by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) with commercial test systems. The studies were carried out in accordance with the GOST (National standard) and methodological guidelines designed for food safety assessment. In all samples of dairy and livestock products, residues of tetracycline in an amount of less than 0.01 µg/kg, laevomycetin - less than 0.0003 µg/kg and streptomycin - less than 0.2 µg/kg were found. It was found that all livestock and dairy products received by the Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety in the period from January 2019 to December 2021 did not contain any antibiotic residues exceeding the standards of the SanPiN (Sanitary Rules and Regulations).

Додонова Екатерина Алексеевна, мл. науч. сотр., ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань, Российская Федерация, e-mail: dodonovaekaterina82@gmail.com.

Миргазов Динис Анатолиевич, мл. науч. сотр., ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань, Российская Федерация, e-mail: dinis.mirgazov.96@mail.ru.

Елизарова Инна Анатольевна, мл. науч. сотр., ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань, Российская Федерация, e-mail: eliinna@yandex.ru.

Горбунова Мария Евгеньевна, мл. науч. сотр., ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань, Российская Федерация, e-mail: maria.metax@bk.ru.

Анисимова Елизавета Алексеевна, к.б.н., науч. сотр., ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань, Российская Федерация, e-mail elizaveta-real@mail.ru.

Dodonova Ekaterina Alekseevna, Junior Researcher, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation, e-mail: dodonovaekaterina82@gmail.com.

Mirgazov Dinis Anatolievich, Junior Researcher, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation, e-mail: dinis.mirgazov.96@mail.ru.

Elizarova Inna Anatolevna, Junior Researcher, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation, eliinna@yandex.ru.

Gorbunova Mariya Evgenevna, Junior Researcher, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation, maria.metax@bk.ru.

Anisimova Elizaveta Alekseevna, Cand. Bio. Sci., Researcher, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation, e-mail elizaveta-real@mail.ru.

Введение

Определение остаточного количества антибиотиков в продуктах питания животного происхождения на сегодняшний день остается актуальной задачей. Так, согласно данным Роспотребнадзора, более 50% производимых антибиотиков реализуется в сельском хозяйстве. Антибиотики используют в ветеринарии для лечения и профилактики инфекций, широко применяются в качестве стимуляторов роста и кормовых добавок [1]. Также антибактериальные препараты могут использовать при убойе животных для увеличения сроков хранения мясных туш и при консервировании молока, рыбы, мяса, птицы [2-4]. На территории Российской Федерации содержание антибиотиков в продуктах питания животного происхождения регламентируется рядом нормативных документов, таких как Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), Федеральный закон от 02.05.2015 №126-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» и СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Остаточное количество антибиотиков, присутствующие в продуктах питания в пределах установленной данными документами нормы, не оказывает токсического влияния на организм человека. Нарушение установленных нормативными документами требований, злоупотребление и несоблюдение инструкций к антибактериальным

препаратам могут привести к накоплению остаточного количества антибиотиков в организме животного и, как следствие, контаминации пищевых продуктов антибактериальными препаратами. Длительное потребление человеком в пищу продуктов, содержащих антибиотики, во-первых, может способствовать развитию антибиотикорезистентности [5, 6], что впоследствии затрудняет выбор антибактериальных препаратов для лечения различных инфекций как человека, так и животных. Во-вторых, присутствие антибиотиков в продуктах питания представляет собой значительный риск для здоровья человека, поскольку они могут вызывать аллергические реакции [4]. Поэтому строгий контроль содержания антибиотиков необходим на всех стадиях производства, в том числе и в готовой продукции.

Целью исследования являлось определение содержания остаточного количества антибиотиков в пищевой продукции животного происхождения, реализуемой на территории Республики Татарстан.

Объекты и методы

Исследования проводили в отделении биохимии и генетического анализа ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» (г. Казань). Объектом исследования явились пробы пищевой продукции, поступившие в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» для определения содержания в них остаточного количества антибиотиков – тетрациклина, левомицетина, стрептомицина. Подготовку образцов

для исследования и последующую обработку результатов осуществляли в соответствии с ГОСТ Р 52842-2007 (ИСО 18330:2003) и МУК-4.1.1912-04. Остаточное количество антибиотиков определяли методом ИФА с использованием коммерческих тест-систем: «Ridascreen Chloramphenicol», «Ridascreen Tetracyclin» (Германия), «ПРОДОСКРИН Хлорамфеникол», «ПРОДОСКРИН Тетрациклин», «ПОДОСКРИН Стрептомицин» (Беларусь) согласно инструкции производителя.

Результаты исследований их обсуждения

Всего за период с 2019 по 2021 гг. проанализировано 920 проб мясной (мясо говядины, свинины, курицы, мясные полуфабрикаты) и 846 молочной пищевой продукции (молоко, сливки, масло сливочное, кисломолочные продукты и сыры). Исследования проводили согласно гигиеническим требованиям к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов, принятым в Российской Федерации и странах Таможенного Союза: ТР ТС 033/2013, ТР ТС 034/2013 и ТР ТС 021/2011.

Таблица

Остаточное количество антибиотиков, обнаруженное методом ИФА в пищевой продукции

Образец	Антибиотик	Содержание, мг/кг	Допустимый уровень содержания антибиотиков, мг/кг (СанПиН 2.3.1078-01)
Молоко цельное отборное питьевое пастеризованное	Тетрациклин	0,0012±0,0007	<0,01
	Левомецетин	0,00001±0,0000025	<0,0003
	Стрептомицин	0,001±0,0035	<0,2
Масло сливочное 72,5%	Тетрациклин	0,0053±0,0002	<0,01
	Левомецетин	0,000024±0,0000016	<0,0003
	Стрептомицин	0,006±0,0014	<0,2
Напиток кисломолочный «Катык» 2,5%	Тетрациклин	0,0013±0,0023	<0,01
	Левомецетин	0,00001±0,00000078	<0,0003
	Стрептомицин	0,007±0,0017	<0,2
Сыр	Тетрациклин	0,0011±0,0001	<0,01
	Левомецетин	0,00001±0,0000008	<0,0003
	Стрептомицин	0,011±0,00015	<0,2
Творог 9%	Тетрациклин	0,0006±0,000012	<0,01
	Левомецетин	0,00002±0,000002	<0,0003
	Стрептомицин	0,022±0,00046	<0,2
Сметана 15%	Тетрациклин	0,0031±0,0004	<0,01
	Левомецетин	0,000024±0,0000008	<0,0003
	Стрептомицин	0,018±0,0033	<0,2
Купаты	Тетрациклин	0,0003±0,00015	<0,01
	Левомецетин	0,000014±0,00006	<0,0003
	Стрептомицин	0,015±0,0002	<0,2
Окорок свиной	Тетрациклин	0,0029±0,000011	<0,01
	Левомецетин	0,000018±0,0000041	<0,0003
	Стрептомицин	0,034±0,0002	<0,2
Грудка куриная	Тетрациклин	0,0021±0,0001	<0,01
	Левомецетин	0,000015±0,00000043	<0,0003
	Стрептомицин	0,016±0,0001	<0,2
Говядина охлажденная	Тетрациклин	0,0012±0,00066	<0,01
	Левомецетин	0,000006±0,0000025	<0,0003
	Стрептомицин	0,010±0,00055	<0,2

В рамках проведенного исследования установили, что в животноводческой и молочной продукции, реализуемой на территории Республики Татарстан в период с января 2019 г. по декабрь 2021 г., присутствуют остаточные количе-

ства антимикробных препаратов – стрептомицина, тетрациклина и левомецетина в законодательно допустимых пределах (табл.). Данные антибиотики обладают широким спектром действия в отношении патогенных и условно-

патогенных микроорганизмов и находят частое применение для лечения животных и птиц [7]. Согласно СанПиН 2.3.1078-01 содержание тетрациклина в мясе и молочных продуктах должно быть не более 0,01 мг/кг, максимально допустимое содержание левомицетина не должно превышать $3 \cdot 10^{-4}$ мг/кг, тетрациклина – не более 0,2 мг/кг. Ни в одной из исследуемых проб превышение допустимой нормы остаточных количеств тетрациклина, левомицетина и стрептомицина не выявили.

Действительно, согласно данным литературы, на территории Российской Федерации антибиотики обнаруживаются в продуктах массового спроса [3]. Чаще всего остатки антибактериальных препаратов выявляются в сыром молоке, мясе (свинина, говядина, птица) и мясных продуктах, яйцах, реже в меде и молочных продуктах [2, 8]. Например, при исследовании контаминации антибиотиками пищевой продукции животного происхождения, реализуемой на территории Красноярского края в период с 2016 по 2019 гг., обнаружено присутствие левомицетина в 0,61% исследованных проб говядины, 0,15% молока и 1,01% проб яиц, соответственно [9]. Антибиотики тетрациклиновой группы обнаруживались в 0,53% проанализированных проб молока. Отмечены также единичные случаи контаминации животноводческой продукции остаточными количествами стрептомицина [9].

Производители мяса и молока, яиц и других продуктов животного происхождения должны гарантировать, что остаточное содержание антибиотиков в их продукции не превышает законодательно допустимые нормы. Поэтому необходимо осуществлять постоянный контроль содержания остаточного количества антибактериальных препаратов в продуктах питания путем периодического отбора проб пищевых продуктов, производимых на мясокомбинатах, молочных и комбикормовых заводах, в животноводческих и птицеводческих хозяйствах.

Выводы

1. Поступившая за период с 2019 по 2021 гг. в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» пищевая продукция содержит остаточное количество антибиотиков в пределах законодательно установленной нормы.

2. Присутствие тетрациклина, стрептомицина и левомицетина в реализуемых на российском рынке продуктах молочной и мясной продукции

указывает на применение данных антибиотиков в животноводстве или даже при производстве продуктов питания.

3. На основании проведенного в рамках данной работы мониторинга антибиотиков в мясных и молочных продуктах можно заключить, что необходим постоянный контроль применения антибиотиков в животноводстве, ветеринарии и пищевой промышленности.

Библиографический список

1. Prescott J. F. (2017). History and Current Use of Antimicrobial Drugs in Veterinary Medicine. *Microbiology Spectrum*, 5 (6), 10.1128/microbiolspec.ARBA-0002-2017. DOI: <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.ARBA-0002-2017>.
2. Татарникова, Н. А. Антибиотики в пищевых продуктах / Н. А. Татарникова, О. Г. Мауль. – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 5 (49). – С. 208-211.
3. Тулаева, А. А. Проблема загрязнения пищевой продукции антибиотиками и пути ее решения / А. А. Тулаева, О. С. Чаплыгина. – Текст: непосредственный // Пищевые инновации и биотехнологии: сборник тезисов IX Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в рамках III Международного симпозиума «Инновации в пищевой биотехнологии». – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2021. – С. 369-371.
4. Тауберт, Е. А. К вопросу безопасности продуктов питания / Е. А. Тауберт, Н. Г. Занько. – Текст: непосредственный // Вестник МАНЭБ. – 2018. – Т. 23, № 2. – С. 121-123.
5. Hassan, M.M., El Zowalaty, M.E., Lundkvist, Å., et al. (2021). Residual antimicrobial agents in food originating from animals. *Trends in Food Science & Technology*, 111, 141-150. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.075>.
6. Антибиотикорезистентность и мобильность ее генетических детерминант у штамма *Lactobacillus fermentum* / Е. А. Анисимова, Д. Р. Яруллина. – Текст: непосредственный // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. – 2020. – Т. 38, № 4. – С. 162-169.
7. Изучение контаминации животноводческой продукции остаточными количествами антибиотиков / М. А. Заугольникова, В. П. Вистовская. – Текст: непосредственный // Acta Biologica Sibirica. – 2016. – Т. 2, № 3. – С. 9-20.

8. Zhang, H., Ren, Y., Bao, X. (2009). Simultaneous determination of (fluoro)quinolones antibacterials residues in bovine milk using ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 49 (2), 367–374. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2008.10.043>.

9. Контаминация антибиотиками животноводческой и птицеводческой продукции / Г. В. Сулайманова, Н. В. Донкова. – Текст: непосредственный // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2020. – № 6 (159). – С. 188-193.

References

1. Prescott J. F. (2017). History and Current Use of Antimicrobial Drugs in Veterinary Medicine. *Microbiology Spectrum*, 5 (6), 10.1128/microbiolspec.ARBA-0002-2017. DOI: <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.ARBA-0002-2017>.

2. Антибиотики в пищевых продуктах / N.A. Tatarnikova, O.G. Maul // *Izvestiia Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2014. – No. 5 (49). – С. 208-211.

3. Problema zagriazneniia pishchevoi produktsii antibiotikami i puti ee resheniia / A.A. Tulaeva, O.S. Chaplygina // *Pishchevye innovatsii i biotekhnologii: sbornik tezisov IX Mezhdunarodnaia nauchnaia konferentsiia studentov, aspirantov i molodykh uchenykh «Pishchevye innovatsii i biotekhnologii» v ramkakh III Mezhdunarodnogo sim-*

poziuma «Innovatsii v pishchevoi biotekhnologii». – Kemerovo: Kemerovskii gosudarstvennyi universitet, 2021. – S. 369-371.

4. K voprosu bezopasnosti produktov pitaniia / E.A. Taubert, N.G. Zanko // *Vestnik MANEB*. – 2018. – T. 23, No. 2. – S. 121-123.

5. Hassan, M.M., El Zowalaty, M.E., Lundkvist, Å., et al. (2021). Residual antimicrobial agents in food originating from animals. *Trends in Food Science & Technology*, 111, 141-150. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.075>.

6. Antibiotikorezistentnost i mobilnost ee geneticheskikh determinant u shtamma *Lactobacillus fermentum* / E.A. Anisimova, D.R. Iarullina // *Molekuliarnaia genetika, mikrobiologiya i virusologiya*. – 2020. – T. 38, No. 4. – S. 162-169.

7. Izuchenie kontaminatsii zhivotnovodcheskoi produktsii ostatochnymi kolichestvami antibiotikov / M.A. Zaugolnikova, V.P. Vistovskaia // *Acta Biologica Sibirica*. – 2016. – T. 2, No. 3. – S. 9-20.

8. Zhang, H., Ren, Y., Bao, X. (2009). Simultaneous determination of (fluoro)quinolones antibacterials residues in bovine milk using ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 49 (2), 367–374. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2008.10.043>.

9. Kontaminatsiia antibiotikami zhivotnovodcheskoi i pitsevodcheskoi produktsii / G.V. Sulaimanova, N.V. Donkova // *Vestnik KrasGAU*. – 2020. – No. 6 (159). – С. 188-193.



УДК 619:616-006

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-216-10-57-62

Е.В. Давыдов, Б.В. Уша, Ю.С. Немцева, А.В. Марюшина

E.V. Davydov, B.V. Usha, Yu.S. Nemtseva, A.V. Maryushina

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАТОМОРФОЗА РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

PATHOMORPHOSIS DETERMINATION OF BREAST CANCER DURING PHOTODYNAMIC THERAPY

Ключевые слова: кошки, лечебный патоморфоз, гистологическое исследование, фотодинамическая терапия, рак молочной железы, фотосенсибилизатор, Фотодитазин, опухоль, лазер, онкология.

Приведены данные изучения лечебного патоморфоза рака молочной железы у кошек после фотодинамической терапии. Лечебный патоморфоз – это типовые и стойкие изменения клинических и морфологиче-

ских проявлений опухоли под воздействием лечения. Фотодинамическая терапия является новым методом лечения новообразований в ветеринарии, при котором цитотоксический эффект возникает в основном за счет образования в опухолевой ткани активных форм кислорода, образующихся при фотохимической реакции в результате облучения опухоли, накопившей специальный препарат «Фотосенсибилизатор», лазерным лучом с длиной волны, попадающей в спектр поглощения