



Антибиотикорезистентность микроорганизмов пищевого происхождения, выделенных на территории Республики Таджикистан

М.У. Каюмова¹, М.М. Рузиев¹, Н.Г. Куликова², И.Н. Манзенюк², В.Г. Акимкин²

¹ ГУ «Таджикский научно-исследовательский институт профилактической медицины», ул. Шевченко, д. 61, г. Душанбе, 734025, Таджикистан

² ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора, ул. Новогиреевская, д. 3А, г. Москва, 111123, Российская Федерация

Резюме

Введение. Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения в основном определяется качеством пищевых продуктов. Всемирная организация здравоохранения крайне озабочена повсеместным увеличением применения антибиотиков при выращивании животных, птицы и рыбы. Количество препаратов, используемых в сельском хозяйстве, более чем в 2 раза превышает количество таких лекарств, применяемых для лечения людей.

Цель исследования: выявление устойчивости к противомикробным препаратам микроорганизмов, выделенных из пищевой продукции.

Материалы и методы. Материалом для исследования служили бактерии, выделенные из 261 пробы пищевой продукции (яиц, мясной и молочной продукции) в 2022 году на территории Республики Таджикистан. Выделение и идентификацию микроорганизмов ($n = 138$) осуществляли бактериологическим методом на дифференциально-диагностических средах. Фенотипическую чувствительность бактерий к антимикробным препаратам определяли диско-диффузионным методом к 9 противомикробным препаратам. Статистическую значимость полученных результатов оценивали при помощи вычисления среднего арифметического (M) и стандартной ошибки среднего арифметического (m), используя пакет программы Microsoft Excel (2010).

Результаты. Всего было изучено 138 бактерий, относящихся к порядку *Enterobacterales* (52,2 %) и роду *Staphylococcus* (47,8 %). Анализ фенотипического профиля чувствительности к антибиотикам культур рода *Staphylococcus* показал, что большинство изученных культур были резистентными к канамицину и рифампицину (66,7 %); к цефтриаксону и линкомицину было резистентными 54,6 и 45,5 % соответственно. Порядка 30 % культур стафилококков обладали устойчивостью к эритромицину, тобрамицину, левофлоксацину и гентамицину. Наименьшее количество резистентных стафилококков было выявлено к ципрофлоксацину (15,2 %). Энтеробактерии показали высокую антибиотикорезистентность к канамицину (94,5 %), более 61,2 % культур были резистентными к тобрамицину; к цефтриаксону и гентамицину были резистентными 41,7 и 33,4 % культур.

Заключение. Проведенные исследования показали необходимость непрерывного надзора за распространением антибиотикорезистентных бактерий в пищевой продукции.

Ключевые слова: *Staphylococcus*, *E. coli*, *Enterobacterales*, антибиотикорезистентность, чувствительность к антимикробным препаратам, бактерии пищевого происхождения.

Для цитирования: Каюмова М.У., Рузиев М.М., Куликова Н.Г., Манзенюк И.Н., Акимкин В.Г. Антибиотикорезистентность микроорганизмов пищевого происхождения, выделенных на территории Республики Таджикистан // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 4. С. 45–50. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-4-45-50

Antibiotic Resistance of Foodborne Microorganisms Isolated in the Republic of Tajikistan

Markhabo U. Kayumova,¹ Murodali M. Ruziev,¹ Nina G. Kulikova,² Igor N. Manzeniuk,² Vasilii G. Akimkin²

¹ Tajik Research Institute of Preventive Medicine, 61 Shevchenko Street, Dushanbe, 734025, Republic of Tajikistan

² Central Research Institute of Epidemiology, 3A Novogireyevskaya Street, Moscow, 111123, Russian Federation

Summary

Introduction: The sanitary and epidemiological well-being of the population is mainly determined by food quality. The World Health Organization is alarmed by the increasing widespread use of antibiotics in animal, poultry, and fish production. The number of drugs used in agriculture is almost twice as high as the number of those used to treat humans.

Objective: To establish antibiotic resistance of microorganisms isolated from food products.

Materials and methods: Bacteria isolated from 261 samples of food products (eggs, meat and dairy products) on the territory of the Republic of Tajikistan in 2022 were used as materials for the study. Microorganisms ($n = 138$) were isolated and identified by the bacteriological method using differential diagnostic media. The phenotypic sensitivity of bacteria to nine antimicrobials was determined by the disc diffusion method (DDM). The statistical significance of the results was assessed by calculating the arithmetic mean (M) and standard error of the mean (m) in Microsoft Excel (2010).

Results: A total of 138 *Enterobacterales* (52.2 %) and *Staphylococcus* (47.8 %) bacteria were tested. Analysis of the phenotypic profile of antibiotic sensitivity of cultures in the genus *Staphylococcus* showed that most of them were resistant to kanamycin and rifampicin (66.7 %); 54.6 % and 45.5 % were resistant to ceftriaxone and lincomycin, respectively. About 30 % of the staphylococci were resistant to erythromycin, tobramycin, levofloxacin, and gentamicin, while the share of staphylococci resistant to ciprofloxacin was the smallest (15.2 %). Enterobacteria showed high resistance to kanamycin (94.5 %), more than 61.2 % of cultures were resistant to tobramycin; 41.7 % and 33.4 % of cultures were resistant to ceftriaxone and gentamicin.

Conclusion: Our findings demonstrate the importance of continuous surveillance over the spread of antibiotic-resistant bacteria in food products.

Keywords: *Staphylococcus*, *E. coli*, *Enterobacterales*, antibiotic resistance, antimicrobial susceptibility testing, foodborne bacteria.

Cite as: Kayumova MU, Ruziev MM, Kulikova NG, Manzeniuk IN, Akimkin VG. Antibiotic resistance of foodborne microorganisms isolated in the Republic of Tajikistan. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(4):45–50. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-4-45-50

Введение. Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения в основном определяется качеством пищевых продуктов, поэтому проведение комплексных научных исследований по данному вопросу имеет огромное значение для здоровья населения [1]. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) крайне озабочена повсеместным увеличением применения антибиотиков при выращивании животных, птицы и рыбы [2, 3]. Количество препаратов, используемых в сельском хозяйстве, более чем в 2 раза превышает количество таких лекарств, применяемых для лечения людей [4]. Сегодня, когда число вновь создаваемых антибиотиков резко снизилось, антибиотикоустойчивость приобрела крайнюю степень актуальности [5]. В Италии доказали, что генов резистентности больше в биотехнологических продуктах, вырабатываемых в регионах с интенсивным ведением животноводства и значительными объемами нецелевого применения антибиотиков [6]. Поскольку штаммы-продуценты потребляются в составе таких продуктов в высоких концентрациях в живом виде, они представляют угрозу для активной передачи резистентности представителям микробиоты желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) [7]. Причем далеко не всегда их применение нормируется и контролируется [8]. Большинство продуктов на нашем столе – мясо, молоко, рыба, яйца – содержат остатки антибиотиков, применяемых при выращивании животных [9, 10]. При этом даже разрешенные уровни содержания антибиотиков в пище повышают риск селективного отбора резистентных культур микроорганизмов [11, 12]. Большое число инфекционных процессов ассоциированы с условно-патогенными микроорганизмами [13–17], которые при условии устойчивости к противомикробным препаратам трудно поддаются лечению [18–25].

В связи с этим целью данного исследования было выявление в пищевой продукции микроорганизмов, обладающих устойчивостью к противомикробным препаратам.

Материалы и методы. Материалом для исследования служили бактерии ($n = 138$), выделенные из 261 пробы пищевой продукции (яиц, мясной и молочной продукции) в 2022 г. Выделение и идентификацию микроорганизмов осуществляли бактериологическим методом на дифференциально-диагностических средах Эндо-ГРМ (Оболensk, Россия) и агар Плоскирева (Оболensk, Россия) для изоляции бактерий порядка *Enterobacterales*, желточно-солевой агар (ЖСА) (Оболensk, Россия) и молочно-желточный солевой агар (МЖСА) (Оболensk, Россия) – для бактерий семейства *Staphylococcaceae*. Для выявления гемолитических свойств культур применяли 5 % кровяной агар, для определения лецитиназной активности – желточно-солевой агар. Посевы инкубировали в термостате при 37 °C в течение 24–72 ч.

Фенотипическую чувствительность бактерий к противомикробным препаратам определяли диско-диффузионным методом (ДДМ) с применением дисков, содержащих эритромицин (22 мкг), канамицин (19 мкг), рифампицин (16 мкг), линко-

мицин (21 мкг), тобрамицин (15 мкг), цефтриаксон (21 мкг), левофлоксацин (19 мкг), гентамицин (16 мкг), ципрофлоксацин (21 мкг). Категории чувствительности изолятов микроорганизмов в отношении противомикробных препаратов определяли на основании пограничных значений зон подавления роста (ЗПР), установленных EUCAST (версии 12.0, 2022). Все исследования проводились в 3–5-кратной повторности.

Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа с использованием программы Microsoft Excel (2010) при помощи вычисления среднего арифметического (M) и стандартной ошибки среднего арифметического (m).

Результаты. Исследована 261 проба пищевой продукции (ПП): 118 ($45,2 \pm 0,18$ %) проб молока и молочных продуктов, 120 ($45,9 \pm 0,18$ %) проб мяса и колбасных изделий, 23 ($8,8 \pm 0,06$ %) пробы яиц. По результатам исследований ПП не соответствовало санитарным нормам 48 ($43,6 \pm 0,42$ %) проб молока и молочных продуктов, 52 ($47,2 \pm 0,43$ %) пробы мяса и колбасных изделий, 10 ($9,1 \pm 0,14$ %) проб яиц.

Всего из ПП было выявлено 138 изолятов микроорганизмов: из молока и молочных продуктов – 72 культуры; из мяса и колбасных изделий – 56 культур и из яиц – 10 культур.

Идентификация выявленных культур показала их принадлежность к роду *Staphylococcus* (47,8 %), энтеробактериям *E. coli* (41,3 %) и *Klebsiella* spp. (10,9 %) (табл. 1).

Антибиотический профиль резистентности изученных изолятов бактерий к 9 противобактериальным препаратам представлен в табл. 2. Согласно полученным результатам большинство изученных культур рода *Staphylococcus* были резистентными к канамицину и рифампицину (по $66,7 \pm 0,64$ %); резистентными к цефтриаксону и линкомицину было $54,6 \pm 0,71$ % и $45,5 \pm 0,71$ % соответственно. Порядка $30 \pm 0,60$ % культур стафилококков обладали устойчивостью к эритромицину, тобрамицину, левофлоксацину и гентамицину. Наименьшее количество резистентных стафилококков было выявлено к ципрофлоксацину ($15,2 \pm 0,37$ %). Энтеробактерии показали высокую антибиотикорезистентность к канамицину ($94,5 \pm 0,14$ %), более $61,2 \pm 0,62$ % культур были резистентными и к тобрамицину; к цефтриаксону и гентамицину были резистентными $41,7 \pm 0,64$ и $33,4 \pm 0,59$ % культур. Наименьшее количество устойчивых культур энтеробактерий было выявлено к ципрофлоксацину $9,7 \pm 0,26$ %.

Обсуждение. Потребление контаминированной резистентными бактериями пищевой продукции является одним из возможных путей передачи УПП людям, а животные, потребляемые в пищу, признаны важным резервуаром различных устойчивых бактерий [20]. Одним из основных пищевых патогенов животного происхождения, которые вызывают заболевания человека, являются *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* [21, 22]. В нашем исследовании доминирующими бактериями пищевого происхождения были культуры *E. coli*

Таблица 1. Видовой состав микроорганизмов, выявленных в ПП
Table 1. Types of bacteria isolated from food products

Наименование микроорганизмов / Name	Количество микроорганизмов / Number, %	
	<i>n</i>	% ± <i>m</i>
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	64	46,4 ± 0,34
<i>Staphylococcus aureus</i>	2	1,4 ± 0,02
<i>E. coli</i>	57	41,3 ± 0,33
<i>Klebsiella</i> spp.	15	10,9 ± 0,13

Таблица 2. Профиль чувствительности исследуемых микроорганизмов к антибактериальным препаратам
Table 2. Susceptibility to antibiotics of the microorganisms tested

Антибиотик / Antibiotic	<i>Staphylococcus</i> spp.			<i>Enterobacterales</i>		
	<i>n</i>	<i>S</i> , % ± <i>m</i>	<i>R</i> , % ± <i>m</i>	<i>n</i>	<i>S</i> , % ± <i>m</i>	<i>R</i> , % ± <i>m</i>
Эритромицин / Erythromycin	41	67,2 ± 1,03	32,8 ± 1,03	–	–	–
Канамицин / Kanamycin	22	33,3 ± 1,99	66,7 ± 1,99	4	5,5 ± 3,93	94,5 ± 3,93
Рифампицин / Rifampicin	22	33,3 ± 1,99	66,7 ± 1,99	–	–	–
Линкомицин / Lincomycin	36	54,5 ± 1,33	45,5 ± 1,33	–	–	–
Тобрамицин / Tobramycin	46	69,6 ± 0,88	30,4 ± 0,88	28	38,8 ± 1,65	61,2 ± 1,65
Цефтриаксон / Ceftriaxone	30	45,4 ± 1,61	54,6 ± 1,61	42	58,3 ± 1,11	41,7 ± 1,11
Левифлоксацин / Levofloxacin	44	66,7 ± 0,97	33,3 ± 0,97	63	87,5 ± 0,33	12,5 ± 0,33
Гентамицин / Gentamicin	43	65,1 ± 1,01	34,9 ± 1,01	48	66,6 ± 0,89	33,4 ± 0,89
Ципрофлоксацин / Ciprofloxacin	56	84,8 ± 0,45	15,2 ± 0,45	65	90,3 ± 0,26	9,7 ± 0,26

Примечание: *n* – количество исследованных культур микроорганизмов, *S* – чувствительные к антибиотикам культуры, *R* – антибиотикорезистентные культуры.
Notes: * *n*, number of microorganisms tested; *S*, susceptible and *R*, antibiotic resistant cultures.

и *Staphylococcus* spp., выделенные из молочной продукции, мяса, колбасных изделий и яиц. Полученные результаты согласуются с данными литературы, согласно которым наиболее часто выделяемыми возбудителями болезней пищевого происхождения на территории Китая, Соединенных Штатов Америки (США) и Пакистана были бактерии *E. coli* и *Staphylococcus* spp. [23, 24].

Стафилококки являются одними из преобладающих пищевых патогенов во всем мире [24]. Анализ профиля антибиотикорезистентности изолятов *Staphylococcus* spp., выделенных из пищевой продукции на территории Республики Таджикистан, выявил высокий процент резистентных изолятов к канамицину (66,7 %), рифампицину (66,7 %), цефтриаксону (54,6 %) и линкомицину (45,5 %). Согласно данным литературы доля антибиотикоустойчивых изолятов рода *Staphylococcus*, выделенных на территории Бангладеш, Китая и США, была выше в 7,2–10,3 раза в зависимости от группы антибиотиков [21, 23].

Кишечные палочки являются комменсальными бактериями в организме млекопитающих и могут вызывать зоонозные заболевания, представляющие опасность для здоровья человека [21]. Изучение профиля антибиотической резистентности *E. coli* включается в программы эпиднадзора за УПП из-за их способности приобретать и передавать УПП другим микроорганизмам [20]. Анализ полученных результатов фенотипического профиля устойчивости к антибиотикам пищевых изолятов *E. coli*, выделенных на территории Республики Таджикистан, выявил резистентные культуры к канамицину (94,5 %), тобрамицину (61,2 %), цефтриаксону (41,7 %),

гентамицину (33,4 %) и ципрофлоксацину (9,7 %). Согласно данным источников литературы, на территории США, Китая и Бангладеш доминирующими были изоляты *E. coli*, устойчивые к макролидам, кетолидам, гликопептидам и полимиксинам, а также к критически важным антибиотикам из группы аминогликозидов, фторхинолонов и цефалоспоринов третьего поколения [22, 23].

Закключение. Результаты наших исследований показали высокий риск векторного распространения УПП у микроорганизмов через пищевую цепочку. Полученные нами антибиотикограммы микроорганизмов пищевого происхождения, из которых были выделены патогенные микроорганизмы, свидетельствуют о необходимости проведения дальнейшего непрерывного эпидемиологического надзора за УПП в рамках пищевой безопасности. Знание о доминирующих профилях фенотипической антибиотикорезистентности изолятов микроорганизмов, выделенных из пищевой продукции, позволит предсказать распространение УПП в медицинской сфере, что в будущем позволит проводить более эффективное лечение пациентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борьба с устойчивостью к антибиотикам с позиций безопасности пищевых продуктов в Европе. ВОЗ, Европейское региональное бюро. Копенгаген, 2011. 106 с. Доступно по: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/326399/9789289044219-rus.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Ссылка активна на 25 апреля, 2024.

2. Зайнуллина А.Р., Петухова Е.В., Яковлева Г.Ю. Создание микробиологического экспресс-метода определения антибиотиков в молоке // Вестник технологического

- университета. 2017. Т. 20. № 21. С. 119–122. EDN ZXFKEN.
3. Захарова И.Н., Бережная И.В., Мачнева Е.Б. и др. Грудное молоко – первый шаг к программированию здоровья в течение последующей жизни // Вестник Росздравнадзора. 2018. Т. 1. С. 28–34.
 4. Оценки ВОЗ глобального бремени болезней пищевого происхождения, 2015. 268 с. Доступно по: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/199350/9789241565165_eng.pdf?sequence=1 Ссылка активна на 25 апреля, 2024.
 5. Шубина Е.Г., Грудев А.И., Другова О.П., Белоусов В.И., Сатюкова Л.П., Черных О.Ю. Контроль содержания антибиотиков тетрациклиновой группы в продуктах питания на территории Российской Федерации // Ветеринария Кубани. 2021. № 1. С. 22–25. doi: 10.33861/2071-8020-2021-1-22-25
 6. Юрицин А.Е. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО): назначение и основные принципы деятельности // Вестник Университета «Кластер». 2022. № 7(7). С. 46–54.
 7. Шевелёва С. А. Антибиотикоустойчивые микроорганизмы в пище как гигиеническая проблема (обзорная статья) // Гигиена и санитария. 2018. Т. 97. № 4. С. 342–354. doi: 10.18821/0016-9900-2018-97-4-342-354
 8. Кочеровец В.И. Хилак форте: современная модель метаболита с биотерапевтической активностью : монография по продукту. Москва: ООО «Прайм-Медиа», 2018. 72 с.
 9. Виноградова К.А., Булгакова В.Г., Полин А.Н. и др. Устойчивость микроорганизмов к антибиотикам: резистомы, её объем, разнообразие и развитие // Антибиотики и химиотерапия. 2013. Т. 58. № 5–6. С. 38–48.
 10. Ефимочкина Н.Р., Короткевич Ю.В., Стеценко В.В. и др. Антибиотикорезистентность штаммов *Campylobacter jejuni*, выделенных из пищевых продуктов // Вопросы питания. 2017. № 1. С. 18–28.
 11. Бисултанова З.И., Джамбетова П.М., Джамбетова Л.М. Анализ чувствительности бактерий семейства *Enterobacteriaceae* к антибиотикам // Universum: химия и биология. 2018. № 7(49). № 49. С. 5–8. EDN XRSGRV.
 12. Захарова И.Н., Айсанова М.Р. Безопасность детского питания // Медицинский совет. 2019. № 2. С. 38–46. doi: 10.21518/2079-701X-2019-2-38-46. EDN VUAGHT.
 13. Гординская Н.А., Борискина Е.В., Кряжев Д.В. Антибиотикорезистентность как фактор вирулентности условно-патогенных микроорганизмов // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 4(337). С. 50–56. doi: 10.35627/2219-5238/2021-337-4-50-56
 14. Артюхова С.И., Поночевная Г.С., Свешникова А.А. Значение исследований природной устойчивости молочнокислых бактерий и бифидобактерий к антибиотикам при разработке новых видов биопродуктов // Международный журнал экспериментального образования. 2014. № 8-1. С. 96–97. EDN SHNRWX.
 15. Стеценко В.В., Ефимочкина Н.Р. Механизмы формирования антибиотикорезистентности бактерий рода *Campylobacter*. Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи. Москва // Антибиотики и химиотерапия. 2018. Т. 63. № 9-10. С. 61–68. doi: 10.24411/0235-2990-2018-00049
 16. Орлова Т.Н., Дорофеев Р.В., Мещерякова Г.С. Изучение молочнокислых бактерий, выделенных из природных источников // Сыроделие и маслоделие. 2018. № 2. С. 36–37. doi: 10.31515/2073-4018-2018-2-36-37. EDN XUAWDR.
 17. Орлова Т.Н., Функ И.А., Дорофеев Р.В. и др. Выделение и идентификация молочнокислых бактерий для ферментированных молочных продуктов // Ползуновский Вестник. 2019. № 2. С. 47–50. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2019.02.009. EDN TAKOBP.
 18. Федорова Т.В., Васина Д.В., Бегунова А.В., Рожкова И.В., Раскошная Т.А., Габриэлян Н.И. Антагонистическая активность молочнокислых бактерий *Lactobacillus* spp. в отношении клинических изолятов *Klebsiella pneumoniae* // Прикладная биохимия и микробиология. 2018. Т. 54. № 3. С. 264–276. doi: 10.1134/S0003683818030043
 19. Бегунова А.В., Рожкова И.В., Ширшова Т.И., Крысанова Ю.И. Антимикробные свойства *Lactobacillus* в кисломолочных продуктах // Молочная промышленность. 2020. № 6. С. 22–23. doi: 10.31515/1019-8946-2020-06-22-23
 20. Куцевалова О.Ю., Покудина И.О., Розенко Д.А., Мартынов Д.В., Каминский М.Ю. Современные проблемы антибиотикорезистентности грамотрицательных возбудителей нозокомиальных инфекций в Ростовской области // Медицинский вестник Юга России. 2019. Т. 10. № 3. С. 91–96. doi: 10.21886/2219-8075-2019-10-3-91-96
 21. Rega M, Andriani L, Cavallo S, *et al.* Antimicrobial resistant *E. coli* in pork and wild boar meat: A risk to consumers. *Foods*. 2022;11(22):3662. doi: 10.3390/foods11223662
 22. Rafiq K, Islam MR, Siddiky NA, *et al.* Antimicrobial resistance profile of common foodborne pathogens recovered from livestock and poultry in Bangladesh. *Antibiotics (Basel)*. 2022;11(11):1551. doi: 10.3390/antibiotics11111551
 23. Praça J, Furtado R, Coelho A, *et al.* *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* and coagulase positive *Staphylococci* in cured raw milk cheese from Alentejo Region, Portugal. *Microorganisms*. 2023;11(2):322. doi: 10.3390/microorganisms11020322
 24. Himanshu, Prudencio CR, da Costa AC, Leal E, Chang CM, Pandey RP. Systematic surveillance and meta-analysis of antimicrobial resistance and food sources from China and the USA. *Antibiotics (Basel)*. 2022;11(11):1471. doi: 10.3390/antibiotics11111471
 25. Saleem Z, Haseeb A, Abuhussain SSA, *et al.* Antibiotic susceptibility surveillance in the Punjab Province of Pakistan: Findings and implications. *Medicina (Kaunas)*. 2023;59(7):1215. doi: 10.3390/medicina59071215

REFERENCES

1. WHO Regional Office for Europe. Tackling antibiotic resistance from a food safety perspective in Europe. Copenhagen; 2011. Accessed April 25, 2024. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/326398/9789289014212-eng.pdf>
2. Zainullina AR, Petukhova EV, Yakovleva GYu. [Creation of a microbiological express method for determining antibiotics in milk.] *Vestnik Tekhnologicheskogo Universiteta*. 2017;20(21):119–122. (In Russ.)
3. Zakharova IN, Berezhnaya IV, Machneva EB, Kuchina AE, Oblogina IS. Breast milk is the first step to health programming during the subsequent life. *Vestnik Roszdravnadzora*. 2018;(1):28–33. (In Russ.)
4. WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: Foodborne diseases burden epidemiology reference group 2007–2015. Accessed April 25, 2024. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/199350/9789241565165_eng.pdf?sequence=1
5. Shubina EG, Grudev AI, Drugova OP, Belousov VI, Satyukova LP, Chernykh OYu. Tetracycline antibiotics content control in food products on the territory of the Russian Federation. *Veterinariya Kubani*. 2021;(1):22–25. (In Russ.) doi: 10.33861/2071-8020-2021-1-22-25
6. Yuritsin AE. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Purpose and basic principles of

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-32-4-45-50>
Original Research Article

- activity. *Vestnik Universiteta „Klaster“*. 2022;(7(7)):46-54. (In Russ.)
7. Sheveleva SA. Antimicrobial-resistant microorganisms in food as a hygienic problem. *Gigiena i Sanitariya*. 2018;97(4):342-354. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2018-97-4-342-354
 8. Kocherovets VI. [Hylak Forte: A Modern Model of a Metabiotic with Biotherapeutic Activity. *Product monograph*.] Moscow: Prime-Media LLC; 2018. (In Russ.)
 9. Vinogradova KA, Bulgakova VG, Polin AN, Kozhevnikov PA. Microbial antibiotic resistance: Resistome, its volume, diversity and development. *Antibiotiki i Khimioterapiya*. 2013;58(5-6):38-48. (In Russ.)
 10. Efimochkina NR, Korotkevich YuV, Stetsenko VV, et al. Antibiotic resistance of Campylobacter jejuni strains isolated from food products. *Voprosy Pitaniya*. 2017;86(1):17-27. (In Russ.)
 11. Bisultanova Z, Dzhambetova L, Dzhambetova P. Analysis of the sensitivity of bacteria of the Enterobacteriaceae family to antibiotics. *Universum: Khimiya i Biologiya*. 2018;(7(49)):5-8. (In Russ.)
 12. Zakharova IN, Aisanova MR. Safety of child nutrition. *Meditinskiy Sovet*. 2019;(2):38-46. (In Russ.) doi: 10.21518/2079-701X-2019-2-38-46
 13. Gordinskaya NA, Boriskina EV, Kryazhev DV. Antibiotic resistance as a virulence factor of opportunistic microorganisms. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021;(4(337)):50-56. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2021-337-4-50-56
 14. Artyukhova SI, Ponochevna GS, Sveshnikova AA. [The value of studies of the natural resistance of lactic acid bacteria and bifidobacteria to antibiotics in the development of new types of bioproducts.] *Mezhdunarodnyy Zhurnal Experimental'nogo Obrazovaniya*. 2014;(8-1):96-97. (In Russ.)
 15. Stetsenko VV, Efimochkina NR. The mechanisms of antibiotic resistance in bacteria of the genus Campylobacter. *Antibiotiki i Khimioterapiya*. 2018;63(9-10):61-68. (In Russ.)
 16. Orlova TN, Dorofeev RV, Meshcheryakova GS. The study of lactic acid bacteria isolated from natural sources. *Syrodellie i Maslodellie*. 2018;(2):36-37. (In Russ.) doi: 10.31515/2073-4018-2018-2-36-37
 17. Orlova TN, Funk IA, Dorofeev RV, Ott EF, Shevchenko KE. [Isolation and identification of lactic acid bacteria for fermented dairy products.] *Polzunovskiy Vestnik*. 2019;(2):47-50. (In Russ.) doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2019.02.009
 18. Fedorova TV, Vasina DV, Begunova AV, Rozhkova IV, Raskoshnaya TA, Gabrielyan NI. Antagonistic activity of lactic acid bacteria *Lactobacillus spp.* against clinical isolates of *Klebsiella pneumoniae*. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2018;54(3):277-287. doi: 10.1134/S0003683818030043
 19. Begunova AV, Rozhkova IV, Shirshova TI, Krysanova Yul. Antimicrobial properties of Lactobacillus in fermented milk products. *Molochnaya Promyshlennost'*. 2020;(6):22-23. (In Russ.) doi: 10.31515/1019-8946-2020-06-22-23
 20. Kutsevalova OYu, Pokudina IO, Rozenko DA, Martynov DV, Kaminsky MYu. Modern problems of antibiotic resistance gram-negative nosocomial infections in the Rostov region. *Meditinskiy Vestnik Yuga Rossii*. 2019;10(3):91-96. (In Russ.) doi: 10.21886/2219-8075-2019-10-3-91-96
 21. Rega M, Andriani L, Cavallo S, et al. Antimicrobial resistant E. coli in pork and wild boar meat: A risk to consumers. *Foods*. 2022;11(22):3662. doi: 10.3390/foods11223662
 22. Rafiq K, Islam MR, Siddiky NA, et al. Antimicrobial resistance profile of common foodborne pathogens recovered from livestock and poultry in Bangladesh. *Antibiotics (Basel)*. 2022;11(11):1551. doi: 10.3390/antibiotics11111551
 23. Praça J, Furtado R, Coelho A, et al. *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* and coagulase positive Staphylococci in cured raw milk cheese from Alentejo Region, Portugal. *Microorganisms*. 2023;11(2):322. doi: 10.3390/microorganisms11020322
 24. Himanshu, Prudencio CR, da Costa AC, Leal E, Chang CM, Pandey RP. Systematic surveillance and meta-analysis of antimicrobial resistance and food sources from China and the USA. *Antibiotics (Basel)*. 2022;11(11):1471. doi: 10.3390/antibiotics11111471
 25. Saleem Z, Haseeb A, Abuhussain SSA, et al. Antibiotic susceptibility surveillance in the Punjab Province of Pakistan: Findings and implications. *Medicina (Kaunas)*. 2023;59(7):1215. doi: 10.3390/medicina59071215

Сведения об авторах:

✉ **Каюмова** Мархабо Узаконна – к.б.н., заведующая бактериологической лаборатории ГУ «Таджикский научно-исследовательский институт профилактической медицины»; e-mail: markhabo_kayumova@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1824-8921>

Рузиев Муродали Мехмондустович – д.м.н., директор ГУ «Таджикский научно-исследовательский институт профилактической медицины»; e-mail: m.ruziev@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6267-9483>

Куликова Нина Георгиевна – к.б.н., руководитель Научной группы антибиотикорезистентности пищевых патогенов ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора; e-mail: kulikova_ng@cmd.su; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1716-6969>

Манзеник Игорь Николаевич – к.м.н., помощник директора по научной работе ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора; e-mail: manzenyuk@cmd.su; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1146-1430>

Акимкин Василий Геннадиевич – д.м.н., проф., академик РАН, директор ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора; e-mail: vgakimkin@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4228-9044>

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования, сбор данных, анализ и интерпретация результатов, написание статьи: *Каюмова М.У., Куликова Н.Г.*; концепция и дизайн исследования, редактирование текста: *Манзеник И.Н.*; итоговое редактирование: *Рузиев М.М., Акимкин В.Г.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по био-медицинской этике или иных документов.

Финансирование: работа была выполнена в рамках реализации распоряжений Правительства Российской Федерации № 185-р от 3 февраля 2017 г. и № 3116-р от 21 декабря 2019 г.

Конфликт интересов: соавтор статьи Акимкин В.Г. является членом редакционной коллегии научно-практического журнала «Здоровье населения и среда обитания», остальные авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 05.03.24 / Принята к публикации: 10.04.24 / Опубликовано: 27.04.24

Author information:

✉ Markhabo U. **Kayumova**, Cand. Sci. (Biol.), Head of Bacteriological Laboratory, Tajik Research Institute of Preventive Medicine; e-mail: markhabo_kayumova@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1824-8921>.

Murodali M. **Ruziev**, Dr. Sci. (Med.), Director, Tajik Research Institute of Preventive Medicine; e-mail: m.ruziev@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6267-9483>.

Nina G. **Kulikova**, Cand. Sci. (Biol.), Head of Scientific Group of Antimicrobial Resistance of Foodborne Pathogens, Central Research Institute of Epidemiology; e-mail: kulikova_ng@cmd.su; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1716-6969>.

Igor N. **Manzeniuk**, Cand. Sci. (Med.), Assistant Director for Research, Central Research Institute of Epidemiology; e-mail: manzeniuk@cmd.su; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1146-1430>.

Vasiliy G. **Akimkin**, Dr. Sci. (Med.), Prof., Academician of the Russian Academy of Sciences; Director, Central Research Institute of Epidemiology; e-mail: vgakimkin@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4228-9044>.

Author contributions: study conception and design, data collection, analysis and interpretation of results, draft manuscript preparation: *Kayumova M.U., Kulikova N.G.*; study conception and design, revision and editing: *Manzeniuk I.N.*; final editing: *Ruziev M.M., Akimkin V.G.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: the work was carried out as part of the implementation of Russian Federation Government Orders No. 185-r of February 3, 2017 and No. 3156-r of December 21, 2019.

Conflict of interest: Vasiliy G. Akimkin is a member of the editorial board of the Russian journal *Public Health and Life Environment*; others authors have no conflicts of interest to declare.

Received: March 5, 2024 / Accepted: April 10, 2024 / Published: April 27, 2024