

Темирхан Амантаевич Елшибаев<sup>1</sup>, Валентина Ивановна Плешакова<sup>2</sup>,  
Саят Тулебаевич Байсеитов<sup>3</sup>, Алтынай Ускенбаевна Керимбаева<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Омский государственный аграрный университет, Омск, Россия

<sup>1,2,3,4</sup>Республиканская ветеринарная лаборатория, Астана, Казахстан

<sup>1</sup>vi.pleshakova@omgau.org

<sup>2,3,4</sup>omioc15022023@mail.ru

## АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ ШТАММОВ *ESCHERICHIA COLI*, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ОБЪЕКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Цель исследования – оценить уровень антибиотикорезистентности штаммов *E. coli*, выделенных из различных объектов животноводства Северного региона Казахстана, а также выявить эпидемиологические особенности устойчивости к антибиотикам и определить потенциальные риски для ветеринарной и общественной медицины. Объекты исследования – 202 изолята *E. coli*, полученных из различных типов проб: свежего молока, сырого мяса, смывов с технологического оборудования и поверхностей животноводческих помещений, а также фекалий крупного рогатого скота. Использовались 17 антибиотиков, охватывающих основные классы антимикробных средств. Диски с антибиотиками наносились на поверхность Мюллер – Хинтон агара с посевом суточной культуры. Инкубация осуществлялась при температуре  $(35 \pm 2)$  °C в течение 18–24 ч. Измеряли диаметр зон ингибирования, результаты интерпретировали по шкале EUCAST (актуальные версии). Результаты исследования выявили высокий уровень резистентности к ампициллину (65,5 %) и цефалоспорином III поколения (до 40 %), а также умеренную устойчивость к фторхинолонам (ципрофлоксацин – 24,3 %). Максимальная чувствительность установлена по отношению к карбапенемам (эртапенем – 97,5 %), колистину (94,0 %), а также аминогликозидам и глицилциклинам. Зафиксирована выраженная зависимость уровня антибиотикорезистентности от типа проб с наибольшими показателями резистентности у изолятов, полученных из смывов и молочной продукции. Полученные данные подтверждают необходимость разработки и реализации комплексных стратегий антимикробного надзора, рационального использования антибиотиков в животноводстве, а также усиления санитарного контроля для минимизации рисков передачи резистентных патогенов через цепи производства и потребления продуктов животного происхождения.

**Ключевые слова:** *Escherichia coli*, антимикробная устойчивость, лекарственная устойчивость, диско-диффузионный метод, животноводство

**Для цитирования:** Елшибаев Т.А., Плешакова В.И., Байсеитов С.Т., и др. Антибиотикорезистентность штаммов *Escherichia coli*, выделенных из объектов животноводства Северного Казахстана // Вестник КрасГАУ. 2026. № 3. С. 175–184. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-3-175-184.

Temirkhan Amantaevich Elshibayev<sup>1</sup>, Valentina Ivanovna Pleshakova<sup>2</sup>,  
Sayat Tulebaevich Bayseitov<sup>3</sup>, Altynay Uskenbaevna Kerimbaeva<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia

<sup>1,2,3,4</sup>Republican Veterinary Laboratory, Astana, Kazakhstan

<sup>1</sup>vi.pleshakova@omgau.org

<sup>2,3,4</sup>omioc15022023@mail.ru

## ANTIBIOTIC RESISTANCE OF *ESCHERICHIA COLI* STRAINS ISOLATED FROM LIVESTOCK FACILITIES IN THE NORTHERN KAZAKHSTAN

The aim of the study is to assess the level of antibiotic resistance in *E. coli* strains isolated from various livestock facilities in the northern region of Kazakhstan, as well as to identify the epidemiological characteristics of antibiotic resistance and determine potential risks for veterinary and public medicine. The objects of the study were 202 *E. coli* isolates obtained from various sample types: fresh milk, raw meat, swabs from technological equipment and surfaces of livestock buildings, as well as cattle feces. Seventeen antibiotics, covering the main classes of antimicrobial agents, were used. Discs with antibiotics were applied to the surface of Mueller-Hinton agar inoculated with a 24-hour culture. Incubation was carried out at a temperature of  $(35 \pm 2)$  °C for 18–24 hours. The diameter of the inhibition zones was measured, the results were interpreted according to the EUCAST scale (current versions). The study results revealed a high level of resistance to ampicillin (65.5 %) and third-generation cephalosporins (up to 40 %), as well as moderate resistance to fluoroquinolones (ciprofloxacin – 24.3 %). Maximum susceptibility was established to carbapenems (ertapenem – 97.5 %), colistin (94.0 %), as well as aminoglycosides and glycylicyclines. A significant dependence of antibiotic resistance on sample type was observed, with the highest resistance rates in isolates obtained from swabs and dairy products. The data obtained confirm the need for the development and implementation of comprehensive antimicrobial surveillance strategies, the rational use of antibiotics in livestock production, and strengthened sanitary controls to minimize the risk of transmission of resistant pathogens through the production and consumption chains of animal products.

**Keywords:** *Escherichia coli*, antimicrobial resistance, drug resistance, disk diffusion method, livestock farming

**For citation:** Elshibaev TA, Pleshakova VI, Baiseitov ST, et al. Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* strains isolated from livestock facilities in Northern Kazakhstan. *Bulletin of KSAU*. 2026;(3):175-184. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-3-175-184.

**Введение.** Антибиотикорезистентность является одной из наиболее острых проблем, представляя угрозу глобального масштаба. Снижение эффективности антибиотиков при лечении инфекционных заболеваний вызывает серьезную обеспокоенность научных исследователей, представителей фармацевтической индустрии, регулирующих органов и широкой общественности. Ежегодно возможности борьбы с патогенными микроорганизмами, включая комменсальные и окружающие виды, становятся все более ограниченными, что подчеркивает важность изучения и контроля устойчивости микроорганизмов к антимикробным препаратам [1].

В последние десятилетия в различных странах мира наблюдается тенденция к увеличению рисков, связанных с широкой распространенностью устойчивости возбудителей инфекционных заболеваний к антибиотикам [2–6]. Основным фактором формирования антибиотикорезистентности является широкое, а зачастую нерациональное и неконтролируемое применение антимикробных средств. Вследствие этого инфекции, вызванные резистентными штаммами, характеризуются более тяжелым течением, требуют сложной и продолжительной терапии.

Кроме того, распространение устойчивых патогенов способствует возникновению вспышек и эпидемий инфекций [7–9].

Одним из широко распространенных микроорганизмов, представляющих значительный интерес с точки зрения антибиотикорезистентности, является *E. coli*. Этот вид обитает в кишечнике человека и животных, а также встречается в поверхностных водоемах и почве. Некоторые штаммы *E. coli* выступают возбудителями как кишечных инфекций, вызывающих диарею, так и заболеваний внекишечной локализации [8]. Антимикробная терапия остается основным методом этиотропного лечения эшерихиозов, включая тяжелые формы диареи. В связи с этим возникает необходимость в постоянном мониторинге устойчивости *E. coli* к антибиотикам для обеспечения эффективности терапии данных инфекций [9–12].

Особое внимание к этому микроорганизму обусловлено его значением в ветеринарной медицине и социально-экономической сфере, где он является одной из основных причин частых заболеваний и связанных с ними проблем в различных странах мира [13–15].

Следует отметить, что длительное бесконтрольное и нерациональное использование антимикробных препаратов, как в медицинской практике, так и в животноводстве, способствовало широкому распространению генов лекарственной устойчивости среди бактерий.

В Казахстане, несмотря на важность проблемы, имеется ограниченное количество данных по исследованию резистентности *E. coli*, выделенных с животноводческих объектов и продуктов животного происхождения. Это определяет актуальность и необходимость проведения комплексных исследований для оценки состояния антибиотикорезистентности и разработки эффективных мер по ее контролю.

**Цель исследования** – оценить уровень антибиотикорезистентности штаммов *E. coli*, выделенных из различных объектов животноводства Северного региона Казахстана, а также выявить эпидемиологические особенности устойчивости к антибиотикам и определить потенциальные риски для ветеринарной и общественной медицины.

**Задачи:** определение уровня антимикробной чувствительности штаммов *E. coli*, выделенных из различных объектов животноводства Северного региона Казахстана, с использованием метода дискодиффузии.

**Объекты и методы.** Объектами исследования являлись изоляты *Escherichia coli*, выделенные из различных объектов животноводства Северного региона Казахстана. Указанные объекты включали как образцы, полученные непосредственно от сельскохозяйственных животных, так и пробы, отражающие состояние производственной среды и инфраструктуры животноводческих хозяйств. Такой подход обеспечил репрезентативность выборки и позволил оценить распространенность антибиотикорезистентности *E. coli* в различных звеньях агропроизводственной цепи.

Исследование проводилось в строгом соответствии со Стандартной операционной процедурой «Определение чувствительности микроорганизмов, выделенных из пищевых продуктов, объектов окружающей среды, биологических и патологических материалов животных, к антибактериальным препаратам методом дискодиффузии». Данная процедура разработана на основе требований действующих государственных стандартов Республики Казахстан, а также адаптированных международных реко-

мендаций EUCAST (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing), что обеспечивает сопоставимость полученных данных с мировыми эпидемиологическими и ветеринарно-санитарными исследованиями.

Применение методологии EUCAST предполагает использование стандартизированных условий проведения тестирования, включая строгий контроль концентрации микроорганизмов в инокуляте, калибровку питательных сред, регламентацию размеров и содержания антибиотических дисков, а также единые критерии интерпретации зон задержки роста. Благодаря этому обеспечивается высокая воспроизводимость результатов и объективность количественной оценки чувствительности изолятов к антимикробным препаратам.

Следует отметить, что применение единых международно признанных стандартов особенно важно при мониторинге антимикробной устойчивости в животноводстве, поскольку такие данные могут быть использованы как для ветеринарного надзора, так и для оценки потенциальных рисков для здоровья населения.

Использовались 17 антибиотиков, охватывающих основные классы антимикробных средств. Диски с антибиотиками наносились на поверхность Мюллер – Хинтон агара с посевом суточной культуры. Инкубация осуществлялась при температуре  $(35 \pm 2)$  °C в течение 18–24 ч. Измеряли диаметр зон ингибирования, результаты интерпретировали по шкале EUCAST (актуальные версии).

Результаты чувствительности каждого изолята были распределены по категориям: S – чувствительные, I – промежуточно чувствительные, R – устойчивые. На основании этих данных были рассчитаны доли (%) по каждому антибиотику и построены графики распределения.

Для анализа зависимости уровня резистентности от типа образцов каждый изолят был классифицирован по источнику (молоко, мясо, смывы, фекалии). Далее была проведена агрегация данных по ключевым группам антибиотиков (пенициллины, цефалоспорины, фторхинолоны, аминогликозиды, полимиксины). Для статистической обработки использовались функции группировки и визуализации данных в MS Excel.

Все работы проводились в условиях биобезопасности II–III групп патогенности, в аккредитованных лабораториях Республиканской ветеринарной лаборатории.

**Результаты и их обсуждение.** В ходе исследования была проведена оценка антимикробной чувствительности 202 изолятов *Escherichia coli*, выделенных из различных объектов животноводства Северного региона Казахстана.

Результаты тестирования показали значительные различия в чувствительности изолятов *E. coli* к различным антибиотикам. В таблице 1 представлен профиль антимикробной чувствительности исследованных штаммов.

Таблица 1

**Профиль чувствительности штаммов *Escherichia coli*, выделенных из различных объектов животноводства Северного региона Казахстана (n = 202), %**  
**Sensitivity profile of *Escherichia coli* strains isolated from various livestock facilities in the Northern region of Kazakhstan (n = 202), %**

Антибиотик	S (чувствительные)	I (промежуточные)	R (резистентные)
Ампициллин (AMP)	21,3	13,2	65,5
Амоксициллин / клавулановая к-та (AMC)	46,0	18,5	35,5
Цефалексин (CXN)	38,2	21,8	40,0
Цефокситин (FOX)	62,5	16,4	21,1
Цефотаксим (COX)	43,5	20,3	36,2
Цефтазидим (CZD)	40,1	22,1	37,8
Эртапенем (ETP)	97,5	2,5	0,0
Налидиксовая к-та (NAL)	51,0	9,0	40,0
Ципрофлоксацин (CIP)	64,2	11,5	24,3
Тигециклин (TGC)	85,6	8,9	5,5
Колистин (COL)	94,0	3,5	2,5
Амикацин (AKN)	87,0	8,1	4,9
Гентамицин (GMN)	78,3	10,4	11,3
Азитромицин (AZM)	32,0	20,3	47,7
Триметоприм / Сульфаметоксазол (SXT)	45,8	12,2	42,0
Хлорамфеникол (CHL)	66,5	14,0	19,5

*Примечание:* S – чувствительные; I – промежуточная чувствительность; R – устойчивые. Всего проанализировано 202 изолята.

Результаты, представленные в таблице 1 и на рисунках 1–3, позволяют комплексно оценить распространенность и структуру антимикробной резистентности в исследуемой выборке. Анализ чувствительности к различным группам антибактериальных препаратов выявил выраженные межклассовые различия, отражающие как особенности циркулирующих механизмов резистентности, так и возможное влияние локальных схем антибактериальной терапии.

Высокие уровни резистентности к ампициллину (65,5 %) и умеренные, но все же значимые показатели устойчивости к цефалоспорином I поколения (цефалексин – 40,0 %) могут свидетельствовать о широкой распространенности β-лактамаз, в первую очередь ферментов узкого и расширенного спектров, у изучаемых изоля-

тов. Данные показатели указывают на ограниченную клиническую значимость применения незащищенных β-лактамов при эмпирической терапии подозреваемых инфекций, вызванных подобными возбудителями. Вместе с тем включение ингибитора β-лактамаз в состав амоксициллина/клавулановой кислоты привело к снижению уровня резистентности до 35,5 %, что отражает частичную способность клавулановой кислоты блокировать активность преобладающих β-лактамазных механизмов. Однако сохраняющийся значительный процент резистентных изолятов свидетельствует о присутствии β-лактамаз, устойчивых к ингибиторам, а также о возможном участии дополнительных механизмов, таких как модификация поринов и усиленный эффлюкс.

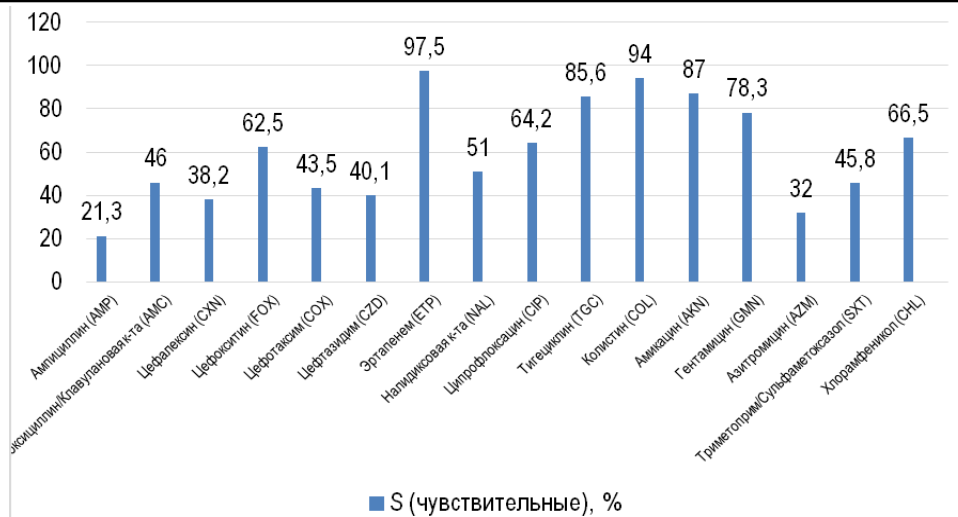


Рис. 1. Распределение чувствительности штаммов *E. coli* к различным антибиотикам, %  
Distribution of sensitivity of *E. coli* strains to various antibiotics, %

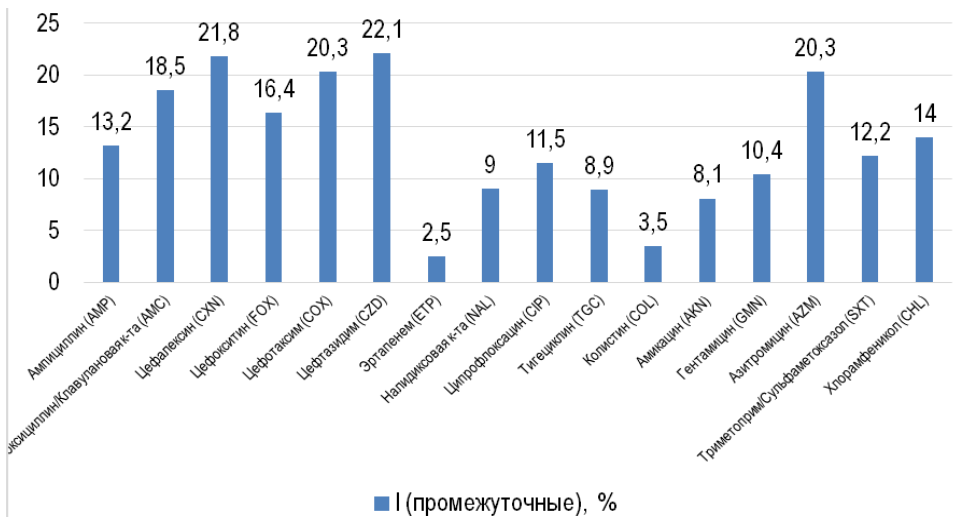


Рис. 2. Распределение промежуточной чувствительности штаммов *E. coli* к различным антибиотикам, %  
Distribution of intermediate sensitivity of *E. coli* strains to various antibiotics, %

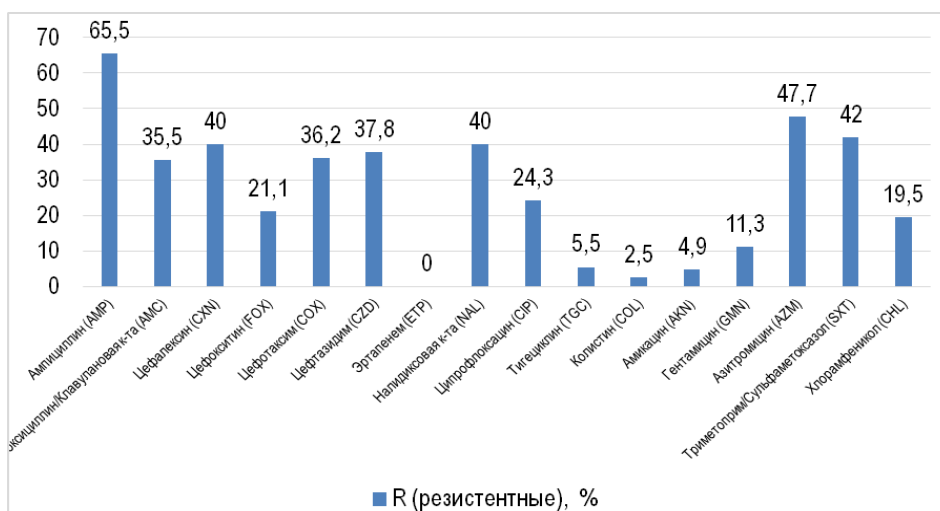


Рис. 3. Распределение резистентности штаммов *E. coli* к различным антибиотикам, %  
Distribution of resistance of *E. coli* strains to various antibiotics, %

Анализ данных по цефалоспорином показывает разнородность профилей устойчивости в зависимости от поколения препарата. Так, уровень резистентности к цефокситину (21,1 %), который является цефамицином и способен выявлять некоторые механизмы, связанные с продукцией AmpC β-лактамаз, оказался значительно ниже по сравнению с цефалексином, что может указывать на менее выраженную распространенность AmpC-опосредованной резистентности. В то же время устойчивость к цефотаксиму (36,2 %) и цефтазидиму (37,8 %) – ключевым представителям III поколения – говорит о возможном присутствии расширенного спектра β-лактамаз (ESBL), что типично для современных клинических изолятов *Enterobacteriales*. Эти данные подтверждают актуальность мониторинга и контроля за применением цефалоспоринов в животноводстве.

Примечательно, что среди исследуемых изолятов практически не выявлена устойчивость к карбапенемам: эртапенем показал 97,5 % чувствительных штаммов и отсутствие резистентных. Это подчеркивает сохраняющуюся эффективность карбапенемов как препаратов резерва, а также низкую распространенность карбапенемаз среди обследованных изолятов. Однако даже минимальная доля промежуточных штаммов (2,5 %) требует дальнейшего мониторинга, поскольку именно переходные формы чувствительности нередко предшествуют формированию устойчивых клонов.

Штаммы *Escherichia coli* продемонстрировали умеренный уровень устойчивости к фторхинолонам, в частности к ципрофлоксацину (CIP), с показателем 24,3 %. Это вызывает обеспокоенность ввиду широкого использования данного класса антибиотиков как в ветеринарии, так и в медицине. Сравнительно более низкая резистентность к современным фторхинолонам по сравнению с препаратами раннего поколения соответствует глобальным тенденциям.

*Escherichia coli* проявили высокую чувствительность к тигециклину (TGC) и колистину (COL), с низкими уровнями резистентности – 5,5 и 2,5 % соответственно. Эти показатели свидетельствуют о высокой эффективности данных препаратов и их потенциале для лечения инфекций, вызванных множественно резистентными штаммами.

Аминогликозиды амикацин (AKN) и гентамицин (GMN) также оказались эффективными про-

тив изолятов *E. coli*, с уровнем чувствительности 87,0 и 78,3 % соответственно, что подтверждает их значимость в терапии грам-отрицательных инфекций. Это может отражать различия в спектре модифицирующих ферментов, продуцируемых исследуемыми штаммами, поскольку амикацин обладает большей устойчивостью к действию аминогликозид-модифицирующих ферментов.

При этом штаммы *E. coli* проявили относительно высокую устойчивость к макролидам (азитромицин, AZM) и сульфаниламидному препарату триметоприм/сульфаметоксазол (SXT), с показателями резистентности 47,7 и 42,0 % соответственно, что требует взвешенного и осторожного использования данных средств в ветеринарной практике.

Общая картина свидетельствует о широком распространении устойчивых штаммов *E. coli*, особенно к пенициллинам и цефалоспорином, что требует внедрения программ рационального использования антибиотиков и усиления мер контроля за санитарным состоянием животноводческих объектов. Высокая чувствительность к колистину и тигециклину демонстрирует потенциал их применения в качестве препаратов выбора при инфекциях, вызванных резистентными штаммами.

В целом представленная картина антибиотикочувствительности подчеркивает сложность текущей эпидемиологической ситуации: сохраняются высокие уровни устойчивости к традиционным и широко применяемым препаратам, тогда как активность антибиотиков резервных групп остается на приемлемом уровне. Эти данные свидетельствуют о необходимости рационализации антибактериальной терапии и внедрения программ контроля за использованием антибиотиков и подтверждают необходимость комплексного мониторинга антибиотикорезистентности адекватного выбора антибиотиков с учетом локальных эпидемиологических особенностей.

В таблице 2 представлены сравнительные данные по распространенности антибиотикорезистентности штаммов *Escherichia coli*, выделенных из различных типов проб, к пяти ключевым группам антибиотиков: пенициллинам (ампициллин – AMP), цефалоспорином III–IV поколения, фторхинолонам (ципрофлоксацин – CIP), аминогликозидам (амикацин – AKN), а также полимиксином (колистин – COL). Процент ус-

тойчивости рассчитывался от общего числа положительных проб (n), в которых была выделена *E. coli*. Наиболее высокая частота устойчивости к пенициллинам наблюдается у изолятов, полученных из смывов с внутренней поверхнос-

ти цистерн для молока (81,3 %) и свежих проб молока (78,2 %), что может свидетельствовать о длительном и/или нерегламентированном применении β-лактамовых антибиотиков в молочном скотоводстве, в т. ч. для профилактики мастита.

Таблица 2

**Распределение устойчивости *E. coli* по группам антибиотиков в зависимости от типа проб, % от положительных проб**  
**Distribution of *E. coli* resistance by antibiotic groups depending on the type of samples, % of positive samples**

Тип проб	Пенициллины (AMP)	Цефалоспорины III–IV поколений	Фторхинолоны (CIP)	Аминогликозиды (AKN)	Колистин (COL)
Свежие пробы молока (n = 23)	78,2	47,8	39,1	17,4	4,3
Пробы сырого мяса (n = 11)	63,6	36,4	27,3	9,1	0
Смывы из цистерн для молока (n = 32)	81,3	56,3	43,8	21,9	3,1
Смывы с поверхностей животноводства (n = 41)	75,6	53,7	34,1	17,1	4,9
Пробы фекалий КРС (n = 95)	68,4	49,5	29,5	14,7	2,1

Аналогичная тенденция прослеживается и в отношении устойчивости к цефалоспорином III–IV поколений: наибольшие показатели резистентности зафиксированы у изолятов, выделенных из смывов с внутренней поверхности молочных цистерн (56,3 %), а также с объектов животноводческой инфраструктуры (53,7 %). Такое распределение может свидетельствовать о длительной контаминации производственной среды устойчивыми штаммами *E. coli*, что указывает на функционирование устойчивых экосистемных «резистомов» в технологических цепочках хранения и транспортировки сырья. Подобные результаты подчеркивают значимость санитарно-гигиенических режимов и регламентов обработки оборудования, поскольку несоответствующие технологии мойки и дезинфекции способны способствовать активной селекции устойчивых штаммов.

Фторхинолоны, традиционно относимые к группе препаратов резерва в ветеринарной терапии и рассматриваемые ВОЗ как критически важные антимикробные средства для медицины человека, демонстрируют выраженную потерю эффективности в ряде кластеров проб. Наибольшие уровни устойчивости зафиксированы среди изолятов, выделенных из свежего сырого

молока (39,1 %), а также из смывов из цистерн (43,8 %). Такие значения указывают на возможную циркуляцию устойчивых генетических детерминант в продуктивных стадах или в производственной среде, что представляет повышенную эпидемиологическую значимость ввиду риска трансфера устойчивости по пищевой цепи к человеку. Кроме того, подобная ситуация может отражать последствия длительного или несистематического применения фторхинолонов в животноводстве, что создает селективное давление и способствует накоплению устойчивых субпопуляций.

Относительно низкие уровни устойчивости зарегистрированы по отношению к аминогликозидам и колистину. Однако, несмотря на более низкие значения, устойчивость к колистину, варьирующаяся от 0 (изоляты из сырого мяса) до 4,9 % (поверхности технологического оборудования), требует особого внимания, учитывая его статус антибиотика последней линии в медицине человека.

Даже минимальное присутствие устойчивости к колистину может свидетельствовать о циркуляции *msc*-генов, ответственных за плазмидно-опосредованную устойчивость, что представ-

ляет серьезную угрозу с точки зрения передачи резистентности.

Особый интерес представляют данные, полученные по изолятам из фекальных проб крупного рогатого скота. Несмотря на самый крупный объем выборки ( $n = 95$ ), именно эта категория демонстрирует относительно низкие уровни устойчивости практически ко всем изученным группам антибиотиков, за исключением пенициллинов. Такая особенность может объясняться целым комплексом факторов: спецификой метаболических процессов кишечной микробиоты, меньшей степенью воздействия дезинфицирующих средств на кишечную микрофлору по сравнению с производственными поверхностями, а также возможной асинхронностью между применением антимикробных средств и формированием устойчивости среди комменсальных популяций кишечных бактерий. Не исключено также, что микробиота фекальных образцов представляет более стабильные экосистемы, где устойчивость распространяется менее активно из-за конкурентного давления со стороны других представителей микробного сообщества.

Обобщая полученные результаты, можно заключить, что выявленная вариабельность уровней антибиотикорезистентности *E. coli* в разных типах проб отражает сложную гетерогенность факторов, влияющих на формирование и циркуляцию устойчивых штаммов в аграр-

ной и пищевой производственных системах. Данные закономерности указывают на необходимость комплексного пересмотра подходов к мониторингу антимикробной устойчивости в цепи «ферма – переработка – готовая продукция». Для повышения эффективности ветеринарно-санитарного контроля требуется интеграция микробиологических, эпидемиологических и производственно-технологических параметров, что позволит более точно идентифицировать критические точки формирования резистентности и разработать научно обоснованные меры ее сдерживания.

**Заключение.** В ходе исследования антимикробной чувствительности 202 изолятов *Escherichia coli*, выделенных из различных объектов животноводства Северного региона Казахстана, выявлена высокая распространенность резистентности к ключевым классам антибиотиков, в первую очередь к пенициллинам и цефалоспорином. Наиболее эффективными остаются карбапенемы, аминогликозиды, тигециклин и колистин, что указывает на их важность как резервных средств. Полученные данные подчеркивают необходимость рационального использования антибиотиков, усиления санитарного контроля и постоянного мониторинга антибиотикорезистентности в животноводстве для предотвращения дальнейшего распространения резистентных штаммов.

#### Список источников

1. Намазова-Баранова Л.С., Баранов А.А. Антибиотикорезистентность в современном мире // Педиатрическая фармакология. 2017. Т. 14, № 5. С. 341–354. DOI: 10.15690/pf.v14i5.1782.
2. Плешакова В.И. Комплексный подход к решению проблемы антибиотикорезистентности сальмонелл с помощью бактериофагов и препарата на основе наносеребра // Вестник КрасГАУ. 2024. № 4. С. 111–118. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-4-111-118.
3. Андрюков Б.Г., Недашковская Е.П. Вступая в пост-антибиотиковую эру: перспективные стратегии поиска новых альтернативных стратегий борьбы с инфекционными заболеваниями // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2018. № 3. С. 36–50.
4. Желябовская Д.А. Антибиотикочувствительность и антибиотикорезистентность патогенных и условно-патогенных энтеробактерий, выделенных из кишечника новорожденных телят // Вестник КрасГАУ. 2017. № 11. С. 27–33.
5. Мурленков Н.В. Проблемы и факторы развития антибиотикорезистентности в сельском хозяйстве // Биология в сельском хозяйстве. 2019. № 4. С. 11–16.
6. Маркелова Н.Н., Семенова Е.Ф. Возможные пути преодоления антибиотикорезистентности нозокомиальных патогенов *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Stenotrophomonas maltophilia* // Антибиотики и химиотерапия. 2018. № 63. С. 11–12.
7. Панин А.Н. Проблема резистентности к антибиотикам возбудителей болезней, общих для человека и животных // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2017. № 5. С. 18–24.

8. Данилов А.И., Жаркова Л.П. Антибиотикорезистентность: аргументы и факты // Клиническая фармакология и терапия. 2017. № 26.
9. Данилов А.И., Козлов Р.С., Козлов С.Н., и др. Практика ведения пациентов с инфекционным эндокардитом в Российской Федерации // Антибиотики и химиотерапия. 2017. № 1-2. С. 30–34.
10. Сузаева Л.В., Егорова С.А. Резистентность к антимикробным препаратам штаммов *Escherichia coli*, выделенных из микробиоты кишечника детей // Клиническая лабораторная диагностика. 2020. Т. 65, № 10. С. 638–644. DOI: 10.18821/0869-2084-2020-65-10-638-644.
11. Hansen S., Messer T., Mittelstet A., et al. *Escherichia coli* concentrations in waters of a reservoir system impacted by cattle and migratory waterfowl // *Science of The Total Environment*. 2020. Vol. 705. Art. 135607. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.135607.
12. Dusek N., Hewitt A.J., Schmidt K.N., et al. Landscape Scale Factors Affecting the Prevalence of *Escherichia coli* in Surface Soil Include Land Cover Type, Edge Interactions, and Soil pH // *Applied and environmental microbiology*. 2018. Vol. 84, N 10. P. e02714–17. DOI: 10.1128/AEM.02714-17.
13. Vila J., Sáez-López E., Johnson J.R., et al. *Escherichia coli*: an old friend with new tidings // *FEMS microbiology reviews*. 2016. Vol. 40, N 4. P. 437–463. DOI: 10.1093/femsre/fuw005.
14. Ranjbar R., Pezeshknejad P., Khamesipour F., et al. Genomic fingerprints of *Escherichia coli* strains isolated from surface water in Alborz province, Iran // *BMC Research Notes*. 2017. Vol. 10, N 1. P. 295. DOI: 10.1186/s13104-017-2575-z.
15. Afkhami Ardakani M., Ranjbar R. Molecular typing of uropathogenic *E.coli* strains by the ERIC-PCR method // *Electron Physician*. 2016. Vol. 8, N 4. P. 2291–2295. DOI: 10.19082/2291.

### References

1. Namazova-Baranova LS, Baranov AA. Antibiotikorezistentnost v sovremennom mire. *Pediatricheskaya farmakologiya*. 2017;14(5):341-354. (In Russ.). DOI: 10.15690/pf.v14i5.1782.
2. Pleshakova VI. Kompleksnyj podhod k resheniyu problemy antibiotikorezistentnosti salmonell s pomoshchyu bakteriofagov i preparata na osnove nanoserebra. *Bulletin of KSAU*. 2024;4:111-118. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-4-111-118.
3. Andryukov BG, Nedashkovskaya EP. Vstupaya v post-antibiotikovuyu eru: perspektivnye strategii poiska novyh al'ternativnyh strategij bor'by s infekcionnymi zabolevaniyami. *Zdorov'e. Medicinskaya ekologiya. Nauka*. 2018;3:36-50. (In Russ.).
4. Zhelyabovskaya DA. Antibiotikochuvstvitel'nost' i antibiotikorezistentnost' patogennyh i uslovno-patogennyh enterobakterij, vydelennyh iz kischechnika novorozhdennyh telyat. *Bulletin of KSAU*. 2017;11:27-33. (In Russ.).
5. Murlenkov NV. Problemy i faktory razvitiya antibiotikorezistentnosti v sel'skom hozyajstve. *Biologiya v sel'skom hozyajstve*. 2019;4:11-16. (In Russ.).
6. Markelova NN, Semenova EF. Vozmozhnye puti preodoleniya antibiotikorezistentnosti nozokomial'nyh patogenov *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Stenotrophomonas maltophilia*. *Antibiotiki i himioterapiya*. 2018;63:11-12. (In Russ.).
7. Panin AN. Problema rezistentnosti k antibiotikam vzbuditelej boleznej, obshchih dlya cheloveka i zhivotnyh. *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya*. 2017;5:18-24. (In Russ.).
8. Danilov AI, Zharkova LP. Antibiotikorezistentnost': argumenty i fakty. *Klinicheskaya farmakologiya i terapiya*. 2017;26(5). (In Russ.).
9. Danilov AI, Kozlov RS, Kozlov SN, et al. Praktika vedeniya pacientov s infekcionnym endokarditom v Rossijskoj Federacii. *Antibiotiki i himioterapiya*. 2017;1-2:30-34. (In Russ.).
10. Suzhaeva LV, Egorova SA. Rezistentnost' k antimikrobnym preparatam shtammov *Escherichia coli*, vydelennyh iz mikrobioty kischechnika detej. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*. 2020;65(10):638-644. (In Russ.). DOI: 10.18821/0869-2084-2020-65-10-638-644.
11. Hansen S, Messer T, Mittelstet A, et al. *Escherichia coli* concentrations in waters of a reservoir system impacted by cattle and migratory waterfowl. *Science of The Total Environment*. 2020;705:135607. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.135607.

12. Dusek N, Hewitt AJ, Schmidt KN, et al. LandscapeScale Factors Affecting the Prevalence of Escherichia coli in Surface Soil Include Land Cover Type, Edge Interactions, and Soil pH. *Applied and environmental microbiology*. 2018;84(10):e02714-17. DOI: 10.1128/AEM.02714-17.
13. Vila J, Sáez-López E, Johnson JR., et al. Escherichia coli: an old friend with new tidings. *FEMS microbiology reviews*. 2016;40(4):437-463. DOI: 10.1093/femsre/fuw005.
14. Ranjbar R, Pezeshknejad P, Khamesipour F, et al. Genomic fingerprints of Escherichia coli strains isolated from surface water in Alborz province, Iran. *BMC Research Notes*. 2017;10(1):295. DOI: 10.1186/s13104-017-2575-z.
15. Afkhami AM, Ranjbar R. Molecular typing of uropathogenic E.coli strains by the ERIC-PCR method. *Electron Physician*. 2016;8(4):2291-2295. DOI: 10.19082/2291.

Статья принята к публикации 26.11.2025 / The article accepted for publication 26.11.2025.

Информация об авторах:

**Темирхан Амантаевич Елшибаев**, генеральный директор, соискатель

**Валентина Ивановна Плешакова**, профессор кафедры ветеринарной микробиологии, инфекционных и инвазионных болезней, доктор ветеринарных наук

**Саят Тулебаевич Байсеитов**, руководитель отдела методологии и образовательного центра, кандидат ветеринарных наук

**Алтынай Ускенбаевна Керимбаева**, руководитель отдела стратегического планирования, оценки рисков и внешних связей, кандидат ветеринарных наук

Information about the authors:

**Temirkhan Amantaevich Yelshibayev**, General Director, Applicant,

**Valentina Ivanovna Pleshakova**, Professor at the Department of Veterinary Microbiology, Infectious and Invasive Diseases, Doctor of Veterinary Sciences

**Sayat Tulebaevich Bayseitov**, Head of the Methodology Department and Educational Center, Candidate of Veterinary Sciences

**Altynay Uskenbaevna Kerimbaeva**, Head of the Department of Strategic Planning, Risk Assessment and External Relations, Candidate of Veterinary Sciences

