

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2025.
№ 3 (80). С. 34–41.
Buryat Agrarian Journal. 2025;3(80):34–41.

Научная статья

УДК 615.015.8+615.322:579.842.11

doi: 10.34655/bgsha.2025.80.3.004

Влияние аралии маньчжурской и лимонника китайского на резистентность *E. coli* к антибиотикам

Ирина Станиславовна Шульга¹, Марина Евгеньевна Остякова²

^{1,2} Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт,
Благовещенск, Россия

¹shulga-1975@mail.ru

²dalznividv@mail.ru

Аннотация. Современное использование антибиотиков привело к росту лекарственной устойчивости, что ставит под сомнение эффективность антибактериальной терапии. Условно-патогенные и патогенные штаммы *E. coli* вызывают бактериальные инфекции. Использование антибиотиков и передача генов устойчивости привели к появлению резистентных к антибиотикам штаммов, которые могут передаваться от сельскохозяйственных животных к людям. Существует связь между устойчивостью к антибиотикам у кишечной палочки сельскохозяйственных животных и у человека, что указывает на потенциальную передачу устойчивости. Одним из способов решения этой проблемы является использование растительных лекарственных средств. Есть основания предполагать, что лекарственные растения (их компоненты) могут влиять на резистентность бактерий. В частности интерес представляют адаптогены растительного происхождения. В лабораторном эксперименте *in vitro* оценивали, как аралия маньчжурская и лимонник китайский влияют на изменение чувствительности кишечной палочки к различным антибиотикам. Культуры *E. coli* были выделены от больных телят. Определяли чувствительность к 12 антибиотикам из разных групп. Затем культуры *E. coli* соинкубировали с отварами корня аралии и лозы лимонника и повторно тестировали на чувствительность. Результаты показали, что после воздействия отваров резистентность *E. coli* к цефалоспорином снизилась на 11,4-55,6%, к имипенему (карбапенем) – на 14,9%. Воздействие практически не влияло на чувствительность *E. coli* к фторхинолонам (1,8-8,0%) и пенициллинам. К аминогликозидам устойчивость варьировала неоднозначно: к стрептомицину оставалась неизменной, к гентамицину снижалась на 5,0-10,2%. Полученные результаты подчеркивают необходимость дальнейших исследований для оценки механизмов влияния растительных адаптогенов на резистентность к антибиотикам, а также вероятных рисков и выгод их применения.

Ключевые слова: растительные адаптогены, аралия маньчжурская, лимонник китайский, антибиотикорезистентность, *Escherichia coli*.

Original article

The impact of *aralia mandshurica* and *schisandra chinensis* on *E.coli* resistance to antibiotics**Irina S. Shulga¹, Marina E. Ostyakova²**^{1,2} Far East Zone Research Veterinary Institute, Blagoveshchensk, Russia¹shulga-1975@mail.ru²dalznividv@mail.ru

Abstract. The modern use of antibiotics has led to an increase to drug resistance that casts doubts on the efficiency of antibacterial therapy. Opportunistic pathogenic and pathogenic *E. coli* strains cause bacterial infections. The use of antibiotics and the transfer genes of resistance have led to the emergence of antibiotic-resistant strains that can be transmitted from farm animals to humans. There is a link between antibiotic resistance of *E. coli* in farm animals and in humans, indicating potential transmission of resistance. One of the ways to solve this problem is to use herbal medicines. There is a reason to believe that medicinal plants (their components) may affect bacterial resistance. Adaptogens of plant origin are of a particular interest. In an *in vitro* laboratory experiment, it was evaluated how *Aralia mandshurica* and *Schisandra chinensis* affected changes in the sensitivity of *E. coli* to various antibiotics. *E. coli* cultures were isolated from diseased calves. Sensitivity to 12 antibiotics from different groups was determined. *E. coli* cultures were then co-incubated with decoctions of aralia root and schisandra vine and retested for sensitivity. The results showed that after exposure to decoctions, *E. coli* resistance to cephalosporins decreased by 11,4-55,6%, and to imipenem (carbapenem) by 14,9%. Exposure had no effect on the sensitivity of *E. coli* to fluoroquinolones (1,8-8,0%) and penicillins. Resistance to aminoglycosides varied ambiguously: as for streptomycin, it remained unchanged, and speaking about gentamicin, it decreased by 5,0-10,2%. The results obtained emphasize the need for further research to assess the mechanisms of influence of plant adaptogens on antibiotic resistance, as well as the likely risks and benefits of their use.

Keywords: plant adaptogens, *Aralia mandshurica*, *Schisandra chinensis*, antibiotic resistance, *Escherichia coli*.

Введение. Лекарственная устойчивость микроорганизмов – это серьезная проблема, затрагивающая все человечество, представляет угрозу для здоровья животных и населения и ставит под сомнение ценность антибиотикотерапии. Текущее использование антибиотиков увеличивает лекарственную устойчивость. Необходимо разрабатывать стратегии для контроля и уменьшения устойчивости к антибиотикам и другим противомикробным препаратам, искать пути снижения резистентности [1, 2].

Escherichia coli относится к роду грамотрицательных бактерий, которые являются частью эндоэкологической среды живого организма. Большинство *E.coli* – безвредные комменсалы, но некоторые штаммы являются патогенными и вызывают распространенные, иногда смер-

тельные, бактериальные инфекции. Распространение антибиотиков и передача генов устойчивости привели к появлению устойчивых к антибиотикам штаммов. *E. coli* часто называют супербактериями, так как они служат резервуаром генов устойчивости к антибиотикам [3-5].

Широкое использование антибиотиков в животноводстве создает условия для развития и распространения штаммов с приобретенной устойчивостью к антибиотикам [6]. Изоляты *E. coli*, полученные от домашнего скота и приматов, демонстрируют модели множественной лекарственной устойчивости, идентичные, как у изолятов *E. coli* человеческого происхождения [7]. Устойчивость изолятов *E. coli* от пищевых животных (особенно птицы и свиней) сильно коррелирует с устойчивостью изолятов, полученных от людей [8].

Одним из способов решения этой проблемы является использование растительных лекарственных средств. Лекарственные растения и их компоненты проявляют способность влиять на антибиотикорезистентность бактерий, что подтверждается научными исследованиями [9, 10]. В этой связи растительные адаптогены, обладающие иммуномодулирующим эффектом, вызывают особый интерес в контексте возможного влияния на антимикробную резистентность. В доступной нам научной литературе отсутствуют сведения о воздействии адаптогенов на изменение чувствительности бактерий к антибиотикам.

Цель: исследование направлено на изучение модулирующего эффекта аралии маньчжурской и лимонника китайского в отношении резистентности *Escherichia coli* к антибиотикам.

Условия и методы исследования. В работе были использованы штаммы *E. coli*, изолированные от телят одного из животноводческих хозяйств Амурской области, этиологически связанные с заболеваниями органов пищеварения.

Для изучения влияния адаптогенов на устойчивость *E. coli* к антибиотикам, культуры *E. coli*, предварительно выращенные в мясопептонном бульоне, соинкубировали с отварами корня аралии маньчжурской и лозы лимонника китайского в шейкер-инкубаторе (37°C, 60 минут).

Отвары готовили непосредственно перед применением, согласно общей фармакопейной статье. В стеклянную посуду отмеряли 1 часть лекарственного сырья и 10 частей дистиллированной воды. Смесь нагревали на водяной бане в течение 30 минут, затем охлаждали до комнатной температуры в течение 10-15 минут, процеживали, остаток сырья отжимали и доводили объем полученного отвара до необходимого, добавляя дистиллированную воду.

После взаимодействия культур с адаптогенами их центрифугировали, двукратно отмывали изотоническим раствором хлорида натрия и пересевали на мясопептонный агар для оценки устойчивости

к антимикробным препаратам. В качестве группы сравнения использовали данные об устойчивости тех же культур *E. coli*, полученных до влияния адаптогенов.

Определение устойчивости к антибиотикам проводилось стандартным диско-диффузионным методом (МУК 4.2.1890-04). Оценивали устойчивость к 12 антимикробным препаратам, представляющим пять основных классов: аминогликозиды, пенициллины, карбопенемы, цефалоспорины и фторхинолоны. Оценка результатов осуществляли путем измерения диаметров зон задержки роста культур *E. coli* вокруг дисков с антибиотиками [11].

Для каждой культуры эксперимент повторяли трижды, чтобы обеспечить надежность полученных данных. Статистическую обработку данных проводили с применением программного обеспечения Microsoft Excel 2010.

Результаты исследований. Установлено, что штаммы *E. coli*, этиологически связанные с заболеваниями органов пищеварения у телят, проявляют гетерогенную чувствительность к антимикробным препаратам, в том числе внутри одной группы препаратов.

Полную устойчивость демонстрируют все культуры *E. coli* к стрептомицину, антибиотику из группы аминогликозидов. Однако, к гентамицину, другому представителю этой же группы, 80% штаммов оказались чувствительны, что указывает на возможное отсутствие механизмов резистентности у части бактерий.

Анализ чувствительности *Escherichia* к антибиотикам пенициллинового ряда выявил следующие закономерности: устойчивы к ампициллину были большинство исследованных бактериальных штаммов (80%), все (100%) исследованные штаммы были чувствительны к комбинации тикарциллина и клавулановой кислоты, эффективность комбинации амоксициллин + клавулановая кислота была ограничена, 80% проявили промежуточную чувствительность, остальные оказались чувствительными.

Имипенем (карбопенем), в отличие от других антибиотиков, проявил стопроцен-

тную активность в отношении всех исследованных культур *Escherichia*.

Среди цефалоспоринов наиболее низкую активность показал цефтазидим, к которому были устойчивы 80% исследованных культур *E. coli*. Цефтриаксон продемонстрировал несколько лучшие результаты: 60% культур проявляли промежуточную чувствительность, 40% – абсолютную. Цефиксим занимал промежуточное положение: 40% культур были устойчивы к препарату, 20% чувствительны, а 40% обладали промежуточной чувствительностью.

Исследование выявило различия в чувствительности *E. coli* к антибиотикам группы фторхинолонов. К ципрофлоксаци-

ну 80% исследованных штаммов были чувствительны, а 20% демонстрировали устойчивость. В отношении левофлоксацина 80% штаммов показали полную чувствительность, а 20% – промежуточную. К норфлоксацину были чувствительны все культуры.

Анализ средних значений диаметров зон ингибиции роста показал высокую эффективность тикарциллина и амоксициллина с клавулановой кислотой, имипенема, гентамицина и группы фторхинолонов. Однако, штаммы *E. coli* оказались устойчивы к ампициллину, цефиксиму, цефтазидиму и стрептомицину, демонстрируя промежуточную реакцию на цефтриаксон (табл. 1).

Таблица 1 – Исходные значения диаметров зон ингибирования роста *E. coli* в отношении антибактериальных препаратов, полученные до применения растительных адаптогенов, мм

Группа антимикробного препарата и его наименование		(M ± m), n=15
Аминогликозиды	стрептомицин	9,2±0,37
	гентамицин	19,5±1,35
Пенициллины	ампициллин	10,9±1,00
	амоксициллин / клавулановая кислота	18,3±0,32
	тикарциллин / клавулановая кислота	23,4±0,31
Карбапенемы	имипенем	24,1±0,34
Цефалоспорины	цефтриаксон	17,7±1,35
	цефиксим	14,8±1,02
	цефтазидим	10,8±0,82
Фторхинолоны	ципрофлоксацин	21,1±1,40
	норфлоксацин	21,5±0,52
	левофлоксацин	23,7±1,11

Усредненные цифровые данные позволили сравнить чувствительность культур *E. coli* к антибиотикам до и после воздействия адаптогенов. Рисунок 1 иллюстрирует как отвары адаптогенов изменяют чувствительность бактерий к различным группам антибиотиков.

Влияние аравии маньчжурской на устойчивость бактерий к пенициллинам в целом не проявлялось, изменения зон задержки роста были незначительными. Единственным существенным изменением стало повышение чувствительности к

амоксициллину с клавулановой кислотой на 10,9%.

Отмечается увеличение чувствительности к имипенему: она не только остается высокой, но и повысилась на 14,9 %.

Влияние аравии проявляется в изменении чувствительности к цефалоспоринам. Например, к цефтриаксону бактерия становится более восприимчивой: промежуточная чувствительность переходит в абсолютную чувствительность, зона подавления роста культуры возрастает на 21,4%. К цефиксиму и цефтазидиму ара-

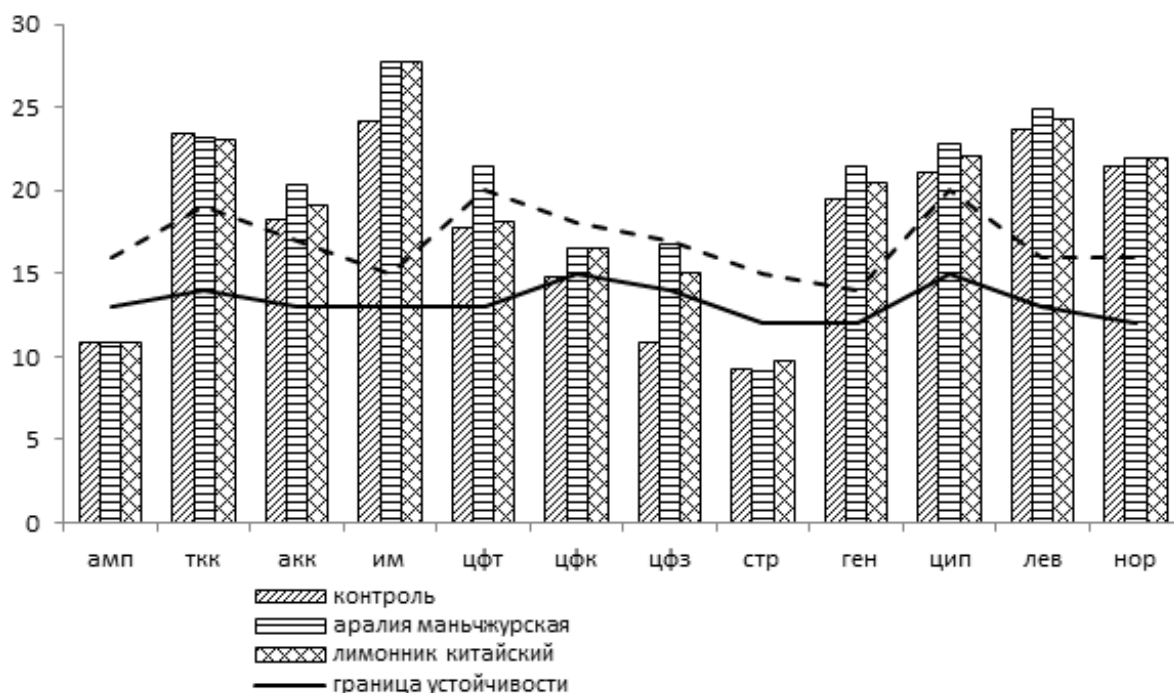


Рисунок 1. Изменение чувствительности культур *E. coli* к антибактериальным препаратам под воздействием адаптогенов, мм ($M \pm m$), $n=15$

Амп – ампициллин, Тик – тикарциллин. Акк – амоксициллин с клавулановой кислотой, Им – имипенем, Цфт – цефтриаксон, Цфк – цефиксим, Цфз – цефтазидим, Стр – стрептомицин, Ген – гентамицин, Цип – ципрофлоксацин, Лев – левофлоксацин, Нор – норфлоксацин.

лия также снижает устойчивость *E. coli*, переводя резистентность в промежуточную чувствительность, это отражается в увеличении зон задержки роста на 11,4 и 55,6% соответственно.

Воздействие адаптогена на культуры *E. coli* не повлияло на резистентность к стрептомицину, но увеличила чувствительность к гентамицину на 10,2%.

Чувствительность исследованных культур к фторхинолонам оставалась стабильной после воздействия корня аралии с небольшими изменениями: снижение резистентности к ципрофлоксацину составило 8,0%, к левофлоксацину – 5,0%, а к норфлоксацину – всего 1,8%.

Отвар лозы лимонника китайского не влиял на изменение устойчивости к препаратам в случаях с ампициллином и тикарциллином с клавулановой кислотой. Лишь незначительное увеличение (на 4%) зоны подавления роста наблюдалось к амоксициллину/клавуланату после воздействия. В целом, лимонник китайский не изменял чувствительность *E. coli* к пенициллинам.

Использование отвара лимонника китайского, подобно аралии маньчжурской, увеличивает и без того высокую чувствительность *E. coli* к имипенему (антибиотику из группы карбапенемов) на 14,9%.

Эффект лозы лимонника на зону задержки роста бактериальной культуры *E. coli* при воздействии цефтриаксона незначителен. В то же время, адаптоген повышает начальную устойчивость к цефиксиму и цефтазидиму до промежуточного уровня, что выражается в увеличении зоны подавления роста на 11,4 и 39,8% соответственно.

В группе аминогликозидов устойчивость к стрептомицину и чувствительность к гентамицину изменяются без значительного подавления зоны роста культуры в пределах 5,0%.

К антибиотикам группы фторхинолонов также существенных изменений не было выявлено, изменения чувствительности наблюдались в пределах 2,3 - 4,7%.

Обсуждение результатов. Борьба с антибиотикостойкостью – это серьёзная и сложная задача. В результате

развития устойчивости ограничивается доступность эффективных методов борьбы с инфекциями.

Чтобы выжить, бактерии непрерывно эволюционируют, совершенствуя механизмы, которые помогают им бороться с антимикробными препаратами. Они приобретают устойчивость, применяя при этом часто целый арсенал защитных стратегий.

Устойчивость бактерий к антибиотикам возникает из-за нескольких причин. Бактерии могут менять структуру, на которую воздействует антибиотик, вырабатывать вещества, разрушающие лекарство, блокируют проникновение антибиотика в клетку или активно выкачивают его обратно. Особенно важную роль играет то, что бактерии могут обмениваться генами устойчивости друг с другом, даже если они не являются близкими родственниками. Такое распространение устойчивости, известное как горизонтальный перенос генов, осуществляется посредством особых переносчиков генетической информации – плазмид и транспозонов. Не менее важным, но значимым механизмом передачи устойчивости является вертикальный перенос генов, происходящий от родительской клетки к потомству [12, 13].

Бета-лактамы антибиотики в нашем эксперименте – пенициллины, цефалоспорины и карбапенемы. К каждому из этих антибиотиков *E. coli* проявили разную чувствительность. Однако в целом наши результаты в этой области подтверждают выводы других ученых [12-14].

Адаптогены по-разному влияли на чувствительность *E. coli* к различным антибиотикам. Эффективность пенициллинов после влияния адаптогенов осталась практически неизменной, вне зависимости от начальной устойчивости микроорга-

низмов к ним, за исключением незначительного снижения резистентности к амоксициллин/клавулановой кислоте. Адаптогены оказывают существенное влияние на чувствительность к цефалоспорином 3-го поколения: цефтазидиму, цефтриаксону и цефиксиму, снижая ее на 11,4-55,6%. Однако, конкретный масштаб этого снижения варьировался в зависимости от используемого антибиотика и адаптогена. В то же время чувствительность к имипенему усилилась на 14,9%.

Влияние адаптогенов на чувствительность к аминогликозидам было непостоянным: устойчивость к стрептомицину не менялась, а к гентамицину снижалась (на 5,0-10,2%). К фторхинолонам *E. coli* и до, и после воздействия адаптогенов оставались высокочувствительными, но адаптогены хоть и незначительно, но повышали эту чувствительность (на 1,8%-8%).

Растущее использование антимикробных препаратов может способствовать увеличению числа резистентных микроорганизмов. Полученные результаты свидетельствуют, что текущее использование определенных антибиотиков в исследуемом хозяйстве приводит к развитию устойчивости *E. coli* к ним.

Заключение. Результаты исследования проведенного *in vitro* показывают, что аралия маньчжурская и лимонник китайский могут влиять на чувствительность *E. coli* к антимикробным препаратам различных групп, что свидетельствует о перспективности использования данных растений для борьбы с антибиотикорезистентностью. Полученные данные демонстрируют потенциал для разработки комплексных терапевтических подходов, обосновывают актуальность продолжения исследований в направлении поиска альтернативных решений в данном направлении.

Список источников

1. A review on antimicrobial botanicals, phytochemicals and natural resistance modifying agents from Apocynaceae family: Possible therapeutic approaches against multidrug resistance in pathogenic microorganisms / Anand U., Nandy S., Mundhra A. et al. // Drug Resist Updat. 2020. No 51. P.100695. doi: 10.1016/j.drug.2020.100695
2. Antimicrobial drug resistance against *Escherichia coli* and its harmful effect on animal health / Arbab S., Ullah H., Wang W., Zhang J. // Vet Med Sci. 2022. No 8(4). P.1780-1786. doi: 10.1002/vms3.825
3. Nanomaterials to address the genesis of antibiotic resistance in *Escherichia coli* / Kaushik M., Sarkar N.,

- Singh A., Kumar P. // Front Cell Infect Microbiol. 2023. Vol. 4. No12. P. 946184. doi: 10.3389/fcimb.2022.946184
4. Dynamic antimicrobial resistant patterns of *Escherichia coli* from healthy poultry and swine over 10 years in Chongming Island, Shanghai / Lv. C., Shang, J., Zhang, W. et al. // Infect Dis Poverty. 2022. No11, P. 98. doi:10.1186/s40249-022-01025-4
5. Prevalence and antibiotic resistance profile of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* isolated from diarrheal samples / Heydari F.E., Bonyadian M., Moshtaghi H., Sami M. // Iran J Microbiol. 2020. No 12(4). Pp. 289-295. doi: 10.18502/ijm.v12i4.3931
6. Волкова Т.Е., Шкиль Н.Н. Антибиотикорезистентность *L. Monocytogenes* после воздействия инфракрасного излучения // Научное обеспечение животноводства Сибири: материалы VIII Международной научно-практической конференции, Красноярск, 16–17 мая 2024 года. Красноярск: Красноярский научный центр СО РАН, 2024. С. 367-371. EDN: RMKJKG
7. Antibiotic-Resistant *Escherichia coli* and Class 1 Integrins in Humans, Domestic Animals, and Wild Primates in Rural Uganda / Weiss D., Wallace R.M., Rwego I.B. et al. // Appl Environ Microbiol. 2018. Vol. 17. No 84(21). e01632-18. doi: 10.1128/AEM.01632-18
8. Association between antimicrobial resistance in *Escherichia coli* isolates from food animals and blood stream isolates from humans in Europe: an ecological study / Vieira A.R., Collignon P., Aarestrup F.M. et al. // Foodborne Pathog Dis. 2011. No 8(12). Pp. 1295-301. doi: 10.1089/fpd.2011.0950
9. Modulation of the resistance to norfloxacin in *Staphylococcus aureus* by *Bauhinia forficata* link / de Sousa J.N., de Oliveira A.B., Ferreira A.K. et al. // Nat Prod Res. 2021. No 35(4). Pp.681-685. doi: 10.1080/14786419.2019.1590714
10. Antibacterial and antibiofilm activities of Mayan medicinal plants against Methicillin-susceptible and -resistant strains of *Staphylococcus aureus* / Uc-Cachyn A.H., Dzul-Beh A.J., Palma-Pech G.A. et al. // J Ethnopharmacol. 2021.No 279. P. 114369. doi: 10.1016/j.jep.2021.114369
11. Шульга И.С., Остякова М.Е. Перспектива снижения антибиотикорезистентности с помощью растительных лекарственных средств у *Escherichia coli* // Вестник аграрной науки. 2024. №3(108). С. 80-86. doi: 10.17238/issn2587-666X.2024.3.80. EDN: MBACBG
12. Гаврилова И.А., Бусик С.В., Слизень В.В. Антимикробная резистентность *Escherichia coli*, выделенных от пациентов с инфекциями мочевыводящих путей и беременных женщин // Здравоохранение (Минск). 2020. № 4 (877). С. 5-13. EDN: AFVETK
13. Отамуратова Н.Х., Абдухалилова Г.К. Динамика резистентности уропатогенных штаммов *Escherichia coli* к антибактериальным препаратам // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2024. Т. 26, № 2. С.236-240. doi: 10.36488/смас.2024.2.236-240. EDN: DKCSBY
14. Ретроспективное исследование резистентности *E. coli* к антибиотикам у больных инфекционными заболеваниями на примере г. Алматы / Т.А. Ахаева, А.М. Сейталиева, А. Кудайбергенова [и др.] // Фармация Казахстана. 2023. N 5. С. 223-230. doi: 0.53511/PHARMKAZ.2023.80.40.028

References

1. Anand U., Nandy S., Mundhra A. et al. A review on antimicrobial botanicals, phytochemicals and natural resistance modifying agents from Apocynaceae family: Possible therapeutic approaches against multidrug resistance in pathogenic microorganisms. *Drug Resist Updat*. 2020;51:100695. doi: 10.1016/j.drug.2020.100695
2. Arbab S., Ullah H., Wang W., Zhang J. Antimicrobial drug resistance against *Escherichia coli* and its harmful effect on animal health. *Vet Med Sci*. 2022;8(4):1780-1786. doi: 10.1002/vms3.825
3. Kaushik M., Sarkar N., Singh A., Kumar P. Nanomaterials to address the genesis of antibiotic resistance in *Escherichia coli*. *Front Cell Infect Microbiol*. 2023;4;12:946184. doi: 10.3389/fcimb.2022.946184
4. Lv. C., Shang, J., Zhang, W. et al. Dynamic antimicrobial resistant patterns of *Escherichia coli* from healthy poultry and swine over 10 years in Chongming Island, Shanghai. *Infect Dis Poverty* 11, 98 (2022). doi: 10.1186/s40249-022-01025-4
5. Heydari F.E., Bonyadian M., Moshtaghi H., Sami M. Prevalence and antibiotic resistance profile of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* isolated from diarrheal samples. *Iran J Microbiol*. 2020;12(4):289-295. doi: 10.18502/ijm.v12i4.3931
6. Volkova T.E., Shkil N.N. Antibiotic resistance of *L. Monocytogenes* after exposure to infrared radiation. *Scientific support of Siberian animal husbandry: Proc. of the VIII Int. Sci. and Pract. Conf.*, Krasnoyarsk, May 16-17, 2024. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Scientific Center SB RAS, 2024. Pp. 367-371 (In Russ.)
7. Weiss D., Wallace R.M., Rwego I.B. et al. Antibiotic-Resistant *Escherichia coli* and Class 1 Integrins in Humans, Domestic Animals, and Wild Primates in Rural Uganda. *Appl Environ Microbiol*. 2018;17;84(21):e01632-18. doi: 10.1128/AEM.01632-18
8. Vieira A.R., Collignon P., Aarestrup F.M. et al. Association between antimicrobial resistance in *Escherichia coli* isolates from food animals and blood stream isolates from humans in Europe: an ecological study. *Foodborne Pathog Dis*. 2011;8(12):1295-301. doi: 10.1089/fpd.2011.0950
9. de Sousa J.N., de Oliveira A.B., Ferreira A.K. et al. Modulation of the resistance to norfloxacin

in *Staphylococcus aureus* by *Bauhinia forficata* link. *Nat Prod Res.* 2021;35(4):681-685. doi: 10.1080/14786419.2019.1590714

10. Uc-Cachyn A.H., Dzul-Beh A.J., Palma-Pech G.A. et al. Antibacterial and antibiofilm activities of Mayan medicinal plants against Methicillin-susceptible and -resistant strains of *Staphylococcus aureus*. *J Ethnopharmacol.* 2021;279:114369. doi: 10.1016/j.jep.2021.114369

11. Shulga I.S., Ostyakova M.E. Prospect of reducing antibiotic resistance in *Escherichia coli* with herbal medicines. *Bulletin of Agrarian Science.* 2024;3(108): 80-86 (In Russ.) doi: 10.17238/issn2587-666X.2024.3.80.

12. Gavrilova I.A. Busik S.V., Slug V.V. Antibiotic resistance of *Escherichia coli* separated from women having urinary tracts infections and from pregnant women. *Healthcare (Minsk).* 2020;4(877):5-13 (In Russ.)

13. Otamuratova N.H., Abdukhalilova G.K. Dynamics of antimicrobial resistance of uropathogenic isolates of *Escherichia coli*. *Clinical microbiology and antimicrobial chemotherapy.* 2024;26(2):236-240 (In Russ.). doi: 10.36488/cmac.2024.2.236-240.

14. Akhayeva T.A., Seitalieva A.M., Kudaibergenova A. Retrospective study of *E. coli* resistance to antibiotics in patients with infectious diseases on the example of Almaty. *Pharmacy of Kazakhstan.* 2023;5:223-230 (In Russ.). doi: 0.53511/PHARMKAZ.2023.80.40.028

Информация об авторах

Ирина Stanisлавовна Шульга – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела микробиологии, вирусологии и иммунологии, Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, shulga-1975@mail.ru;

Марина Евгеньевна Остякова – доктор биологических наук, директор, Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, dalznividv@mail.ru.

Information about the authors

Irina S. Shulga – Candidate of Science (Biology), Leading Researcher, Department of Microbiology, Virology and Immunology, Far East Zone Research Veterinary Institute, shulga-1975@mail.ru;

Marina E. Ostyakova – Doctor of Science (Biology), Associate Professor, Director, Far East Zone Research Veterinary Institute, dalznividv@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 16.05.2025; одобрена после рецензирования 18.06.2025; принята к публикации 24.06. 2025.

The article was submitted 16.05.2025; approved after reviewing 18.06.2025; accepted for publication 24.06.2025.