

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>  
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2023, Том 10, № 1 / 2023, Vol. 10, Iss. 1 <https://resources.today/issue-1-2023.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/22ECOR123.pdf>

DOI: 10.15862/22ECOR123 (<https://doi.org/10.15862/22ECOR123>)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Самарин, Г. Н. Актуальные тенденции применения антимикробных препаратов в сельском хозяйстве / Г. Н. Самарин, М. В. Беляков, Ю. О. Лящук // Отходы и ресурсы. — 2023. — Т. 10. — № 1. — URL: <https://resources.today/PDF/22ECOR123.pdf> DOI: 10.15862/22ECOR123

**For citation:**

Samarin G.N., Belyakov M.V., Lyashchuk Yu.O. Current trends in the use of antimicrobials in agriculture. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2023; 10(1): 22ECOR123. Available at: <https://resources.today/PDF/22ECOR123.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15862/22ECOR123

**УДК 619:615**

**Самарин Геннадий Николаевич**

ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Москва, Россия  
Главный научный сотрудник, заведующий лабораторией переработки сельскохозяйственной продукции  
ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Тюмень, Россия  
Профессор кафедры «Энергообеспечения сельского хозяйства»

Доктор технических наук, доцент

E-mail: samaringn@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4972-8647>

РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=428559](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=428559)

**Беляков Михаил Владимирович**

ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Москва, Россия  
Ведущий научный сотрудник лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции

Доктор технических наук

E-mail: bmw20100@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4371-8042>

РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=745187](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=745187)

**Лящук Юлия Олеговна**

ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Москва, Россия  
Ведущий научный сотрудник лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции

Кандидат технических наук

E-mail: ularzn@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3612-1707>

РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=677729](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=677729)

## **Актуальные тенденции применения антимикробных препаратов в сельском хозяйстве**

**Аннотация.** В статье отражены результаты анализа текущего положения дел в сфере актуальных тенденций применения антимикробных препаратов в сельском хозяйстве. За последний год в животноводстве по всему миру было больше ста шестидесяти тысяч тонн антимикробных препаратов. Эти препараты используются для предотвращения и лечения болезней у животных, повышения их производительности и увеличения выхода продуктов животноводства. В связи с этим, в последние годы многие страны принимают меры по снижению использования антимикробных препаратов в сельском хозяйстве. Например, Европейский союз запретил использование антибиотиков для стимуляции роста животных в

2006 году, а в 2019 году в США был принят закон, ограничивающий использование антибиотиков для предотвращения болезней у животных. Однако, все еще существует много препятствий на пути к более ответственному использованию антимикробных препаратов в сельском хозяйстве. Недостаток альтернативных методов лечения, недостаточный уровень образования и информированности фермеров, а также регулирования и контроля — все это является препятствиями на пути принятия эффективных мер по борьбе с антибиотикорезистентностью. Таким образом, необходимы более широкие меры по снижению использования антимикробных препаратов в сельском хозяйстве, а также улучшение регулирования и мониторинга данной сферы.

**Ключевые слова:** антибиотикотерапия; антибиотикорезистентность; устойчивые штаммы; схема лечения; антимикробные препараты; пищевая безопасность; контроль антибиотиков

## Введение

Антибиотики — одно из самых важных открытий в истории медицины, спасшее миллионы жизней, поскольку они позволяют эффективно лечить даже сложные, опасные для жизни бактериальные инфекции. Также антибиотики произвели революцию в наших возможностях медицинского вмешательства, тем самым значительно повысив качество жизни человека.

Разработка новых антибиотиков — дорогостоящий и долгий процесс. Кроме того, их применение может быть ограничено неправильным использованием, что приводит к ускоренному развитию резистентности.

Сегодня преимущества антибиотикотерапии несут с собой и дополнительные риски, а растущее распространение устойчивых к антибиотикам микробов бросает вызов современной медицине, создавая серьезную угрозу для здоровья людей и животных. Эпоха «пост-антибиотиков» уже началась, и нам больше, чем когда-либо, нужны новые антибиотики с новыми механизмами действия и свойствами, разрушающими резистентность.

Антибиотики представляют собой первую линию обороны разнообразных микроорганизмов, которые производят и используют антибиотики для противодействия естественным врагам или конкурентам за питательные ресурсы в близлежащей среде.

Для антимикробной активности природа изобрела большое разнообразие способов действия антибиотиков, которые включают нарушение основных бактериальных структур или путей биосинтеза макромолекул, таких как бактериальная клеточная стенка, ДНК, РНК или белки, тем самым угрожая определенному микробному образу жизни и в конечном итоге даже выживание.

Однако, наряду с весьма изобретательными способами действия антибиотиков, природа также разработала сопоставимый набор механизмов устойчивости, которые помогают бактериям обходить действие антибиотиков.

У микроорганизмов выработались специфические адаптивные реакции, позволяющие адекватно реагировать на присутствие антимикробных агентов, тем самым обеспечивая выживаемость при антимикробном стрессе.

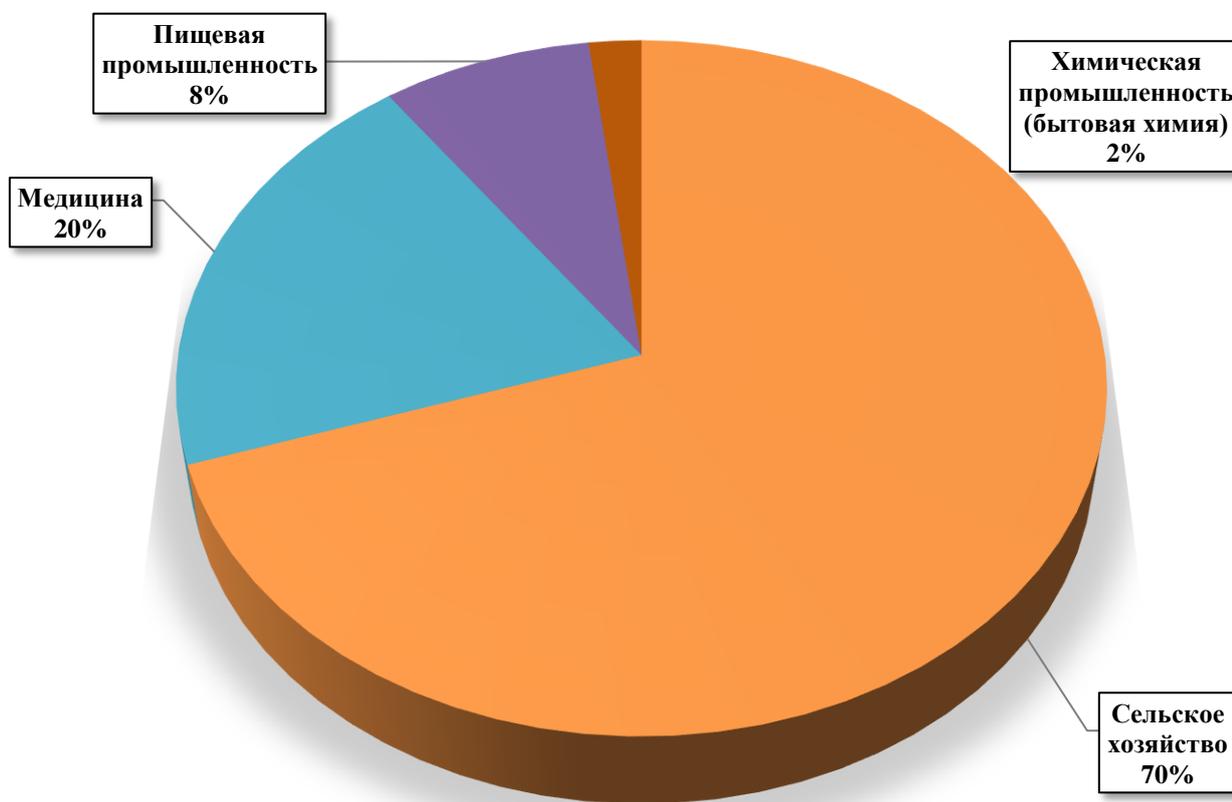
Таким образом, во времена быстрого развития и распространения мультирезистентности к антибиотикам крайне необходимы новые стратегии преодоления резистентности для противодействия бактериальным инфекциям.

## Результаты

Резистентность к антимикробным препаратам является результатом процесса естественного отбора, где микроорганизмы, которые имеют гены, обеспечивающие им способность выживания в присутствии антибиотиков, продолжают размножаться и передавать свои гены потомству. Это может происходить в результате случайных мутаций или приобретения генов из других микроорганизмов через плазмиды или транспозоны.

Резистентность к антибиотикам является серьезной проблемой в медицине, поскольку она уменьшает эффективность лечения и может приводить к более продолжительной болезни или даже смерти пациента. Поэтому необходимо постоянно разрабатывать новые антибиотики и стремиться к уменьшению использования антибиотиков в животноводстве и растениеводстве, чтобы уменьшить давление на эволюционный процесс развития резистентности у микроорганизмов.

Некоторые эксперты [1–3] отмечают, что примерно 70 % всех антибиотиков, созданных сегодня, используются для борьбы с бактериальными инфекциями в животноводстве и рыболовстве. Однако другие исследователи [4; 5] считают, что резистентность к антибиотикам возникает главным образом из-за человеческой медицины, где используется около 20 % всех антибиотиков.



*Рисунок 1. Пропорциональное распределение антимикробных препаратов, применяемых в человеческой и ветеринарной медицине (составлено авторами)*

В любом случае, борьба с антибиотикорезистентностью является важной проблемой для общественного здравоохранения и требует срочных мер по предотвращению распространения резистентных штаммов микроорганизмов.

Неконтролируемое применение антимикробных препаратов может привести к образованию L-форм бактерий.

К факторам, вызывающим образование L-форм, можно отнести [9]:

- применение антибиотиков, подавляющих синтез клеточной стенки (бактерии под влиянием антибиотиков не погибают, а теряют клеточную стенку и продолжают своё существование в виде L-формы, что способствует возникновению лекарственной устойчивости);
- наличие определенных генетических факторов в бактериальной клетке, которые позволяют ей превращаться в L-форму;
- нахождение в иммунном организме;
- наличие условий, необходимых для перехода бактерии в L-форму, таких как низкое рН, недостаток питательных веществ, резкое изменение условий окружающей среды, повышенную температуру, наличие токсинов и другие неблагоприятные условия.

По некоторым данным [6–9] при заражении L-формами *Mycobacterium tuberculosis* летальность может достигать 20–25 %. У бактерий рода *Leptospira* при спорадической заболеваемости летальность составляет 1–4 %, во время эпидемических вспышек — более 20 %. Для *Listeria monocytogenes* летальность может достигать 90 % у детей и младенцев, а также у взрослых старше 60 лет и лиц с тяжелыми сопутствующими заболеваниями. Для взрослого населения летальность составляет до 10 %. При заражении обычными штаммами *Staphylococcus aureus* летальность составляет менее 3 %, а при заражении метициллин-резистентными штаммами — около 30 %. Для бактерий рода *Salmonella* летальность у младенцев, лиц пожилого возраста и лиц, имеющих тяжелые сопутствующие заболевания достигает 50 %. Для взрослого населения этот показатель может достигать 8–10 %. Однако, антибиотико-устойчивые штаммы могут вызвать летальность до 50–60 % [9].

Поскольку L-формы не имеют жесткой клеточной стенки и порой не могут быть обнаружены обычными методами микробиологического исследования, диагностика инфекций, вызванных этими формами, представляет определенные трудности.

L-формы могут существовать в организме в течение длительного времени, не вызывая явных симптомов заболевания, но при этом способствуя развитию других инфекций и затрудняя их лечение.

Например, для диагностики L-форм микобактерий необходимы специальные флюоресцирующие диагностические сыворотки против специфических антигенов L-форм микобактерий туберкулеза, для диагностики L-форм листерий используют проведение полимеразной цепной реакции (ПЦР), поскольку утвержденные в декабре 2010 г. «Санитарные нормы и правила 3.1.7.2817-10» рекомендуют использовать ПЦР в качестве дополнительного метода лабораторной диагностики заболеваний, вызванных L-формами [9].

Поэтому важно обратить внимание на профилактику образования L-форм и своевременное диагностирование инфекций, вызванных этими формами. Для этого необходимо минимизировать использование антибиотиков при лечении инфекций, особенно в случаях, когда они не имеют показаний, а также следить за своевременным и полным излечением организма и поддерживать меры профилактики в повседневной жизни.

При использовании антимикробных препаратов для лечения животных, также может возникнуть проблема усиления лекарственной резистентности. Если данный процесс не контролировать, это может привести к снижению эффективности лечения во всех секторах здравоохранения.

Важной задачей является разработка стратегий, направленных на более эффективное использование антимикробных препаратов в животноводстве и уменьшение их использования (особенно в случаях, когда это не является строгой необходимостью). Это поможет утвердиться в направлении сохранения эффективности и доступности антимикробных препаратов для будущих поколений.



**Рисунок 2.** Направления применения антибиотикотерапии в ветеринарной медицине [6]

Федеральное управление по контролю за продуктами питания и лекарствами США представило ежегодный отчет о продажах антибиотиков, применяемых как для лечения людей, так и для лечения КРС, свиней и птицы, большинство из которых являются комплексными препаратами [7].

Результаты отчёта отражают волнообразную тенденцию, при которой резкое снижение продаж в 2016–2017 годах остановилось в 2018, и, стабилизировавшись, с тех пор колебалось в пределах нескольких процентных пунктов, вплоть до конца 2022 года [8; 10].

Общий объём продаж «медицински значимых» антибиотиков, составил более 6 миллионов килограммов в 2022 году, что на 3,9 % меньше, чем в предыдущем году, и на 8,2 % выше, чем наименьший уровень продаж в 2018 году (более 5,5 миллионов килограммов).

Таким образом, можно сделать вывод, что за прошедшие 5 лет в западных странах курс на сокращение объёмов применения антимикробных препаратов имеет пусть и небольшую, но положительную тенденцию.

Конечно, за прошедшие годы общий объём применения антибиотиков в сельском хозяйстве существенно вырос, и тем не менее можно говорить о положительной динамике по сокращению объёмов использования антибиотиков на животноводческих фермах (сокращение более чем на 40 %).

Подводя итог стоит отметить необходимость развития альтернативных подходов к борьбе с инфекционными и паразитарными заболеваниями людей и животных.

Некоторые из таких подходов могут включать:

1. Профилактическое применение пробиотиков и пребиотиков для укрепления иммунной системы и подавления роста патогенов.

Профилактическое применение пробиотиков и пребиотиков может помочь укрепить иммунную систему и подавить рост патогенных микроорганизмов. В частности, они могут помочь предотвратить диарею, вызванную антибиотиками, улучшить симптомы синдрома раздраженного кишечника, а также снизить риск развития аллергии и аутоиммунных заболеваний.

2. Применение антимикробных пептидов, которые могут оказывать нейтрализующее действие на возбудители, не вызывая при этом повышения резистентности.

3. Применение наночастиц для доставки антибиотиков в места локализации инфекции (что позволит минимизировать воздействие на нормальную микрофлору и повысить эффективность лечения).

4. Применение бактериофагов.

5. Применение методов гипертермии, радиочастотного облучения и других неинвазивных методов физического воздействия на инфекционные очаги.

Важно отметить, что каждый из этих подходов требует дополнительных исследований и тщательной оценки перед тем, как они могут быть повсеместно внедрены в клиническую практику.

Также очень важно проведение активной работы по предотвращению распространения инфекционных и паразитарных заболеваний, соблюдению гигиенических правил и рациональному применению антибиотиков в медицине и животноводстве.

Важную роль в этом процессе играют образование и повышение информированности населения в области антибиотикорезистентности и мер по ее предотвращению. Однако решение этой проблемы требует совместной работы государств, медицинской и научной сфер, а также общества в целом.

## Выводы

Проведённый анализ позволяет сделать выводы о том, что разработка новых антибиотиков является длительным процессом, требующим существенных затрат. Кроме того, применение антимикробных препаратов должно подвергаться неусыпному контролю и анализу, чтобы не спровоцировать процесс ускоренного развития резистентности.

Борьба с антибиотикорезистентностью является важной проблемой для общественного здравоохранения и требует срочных мер по предотвращению распространения резистентных штаммов микроорганизмов.

Неконтролируемое применение антимикробных препаратов может привести к образованию L-форм бактерий.

Поскольку L-формы не имеют жесткой клеточной стенки и порой не могут быть обнаружены обычными методами микробиологического исследования, диагностика инфекций, вызванных этими формами, представляет определенные трудности.

L-формы могут существовать в организме в течение длительного времени, не вызывая явных симптомов заболевания, но при этом способствуя развитию других инфекций и затрудняя их лечение.

Поэтому необходимо развивать альтернативные подходы к борьбе с возбудителями инфекционных и паразитарных заболеваний, такие как использование пробиотиков, иммуностимуляторов, фаготерапии и других методов.

Также результативной может быть стратегия разработки новых антибиотиков, которые были бы более эффективными в борьбе с мультирезистентными бактериями.

Возможные пути разработки новых антибиотиков включают использование синтетических компонентов, применение нанотехнологий, и использование более эффективных стратегий нахождения новых антибиотических соединений.

Кроме того, необходимы усилия на поддержку глобальных инициатив, направленных на снижение количества нерационального назначения и употребления антибиотиков, а также на повышение осведомленности общественности о проблеме мультирезистентности к антибиотикам и необходимости правильного использования антибиотиков.

Развитие альтернативных подходов к борьбе с инфекциями также является крайне важным направлением работы в свете растущей опасности развития антибиотикорезистентности.

Также очень важно вести активную работу по предотвращению распространения инфекционных заболеваний, соблюдению гигиенических правил и рациональному применению антибиотиков в медицине и животноводстве. Только таким образом мы сможем сохранить эффективность антибактериальных средств и обеспечить безопасность и здоровье общества.

Подводя итоги анализа необходимо отметить, что за прошедшие пять лет курс на сокращение объемов применения антимикробных препаратов имеет пусть и небольшую, но положительную тенденцию.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иммунологический статус коров при лечении субклинического мастита альвесолом / М.Н. Британ, К.А. Герцева, Е.В. Киселева [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. — 2019. — № 4(36). — С. 21–30.
2. Сайтханов, Э.О. Определение острой токсичности нового препарата для лечения субклинического мастита «Альвеосол» / Э.О. Сайтханов, Н.А. Капай, М.Н. Черепченко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. — 2016. — № 4(32). — С. 45–49.
3. Сошкин, Р.С. Опыт местного применения препарата «Эмидонол 5 %» при лечении патологии глаз у крупного рогатого скота / Р.С. Сошкин, Э.О. Сайтханов, С.Ю. Концевая // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. — 2018. — № 1(37). — С. 62–64.

4. Кукушкина, Т.Р. Сравнительная оценка эффективности применения препаратов «Дельцид» и «Креолин» при мелофагозе овец / Т.Р. Кукушкина, Э.О. Сайтханов, Н.М. Новиков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. — 2021. — Т. 13. — № 3. — С. 26–32. — DOI 10.36508/RSATU.2021.89.35.004.
5. Британ, М.Н. Определение хронической токсичности и аллергизирующих свойств нового противомаститного препарата «Альвесол» / М.Н. Британ, Э.О. Сайтханов, Н.А. Капай // Международный вестник ветеринарии. — 2018. — № 1. — С. 22–27.
6. Kashirina, L.G. The quality of dairy products made from the milk of cows consuming vitamin-containing preparations / L.G. Kashirina, K.A. Ivanishchev, K.I. Romanov // International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. Vol. 17. — Kazan: EDP Sciences, 2020. — P. 00096. — DOI 10.1051/bioconf/20201700096.
7. Иванищев, К. Кетоз у коров и лечебно-профилактические мероприятия / К. Иванищев, К. Романов // Ветеринария сельскохозяйственных животных. — 2022. — № 1. — С. 15–19.
8. Иванищев, С.А. Сравнение схем лечения эндометрита крупного рогатого скота в ООО "Авангард" / С.А. Иванищев, К.А. Иванищев, К.И. Романов // Актуальные проблемы и перспективные направления ветеринарной медицины, животноводства и экологии в исследованиях молодых ученых: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 09 ноября 2023 года. — Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. — С. 99–104.
9. Таболин А.С., Новак А.И. Анализ риска возникновения резистентности у бактерий под воздействием антибиотиков // Вестник РГАТУ. 2016. № 2(30). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-riska-vozniknoveniya-rezistentnosti-u-bakteriy-pod-vozdeystviem-antibiotikov> (дата обращения: 03.05.2023).
10. Иванищев, К.А. Сравнительная характеристика эффективности инъекционного препарата «Аверсект к&с 0,5 %» и капель «Рольф клуб 3D» / К.А. Иванищев, К.И. Романов // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 24 ноября 2022 года. — Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2022. — С. 215–222.

### **Samarin Gennady Nikolayevich**

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia  
Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia  
E-mail: samaringn@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4972-8647>  
RSCI: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=428559](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=428559)

### **Belyakov Mikhail Vladimirovich**

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia  
E-mail: bmw20100@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4371-8042>  
RSCI: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=745187](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=745187)

### **Lyashchuk Yuliya Olegovna**

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia  
E-mail: ularzn@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3612-1707>  
RSCI: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=677729](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=677729)

## **Current trends in the use of antimicrobials in agriculture**

**Abstract.** The article presents the results of an analysis of the current state of affairs in the field of the latest trends in the use of antimicrobial drugs in agriculture. Over the past year, more than one hundred sixty thousand tons of antimicrobial drugs have been used in animal husbandry worldwide. These drugs are used to prevent and treat diseases in animals, increase their productivity, and increase the output of animal products. As a result, in recent years, many countries have taken measures to reduce the use of antimicrobial drugs in agriculture. For example, the European Union banned the use of antibiotics to stimulate the growth of animals in 2006, and in 2019, a law was passed in the United States limiting the use of antibiotics to prevent animal diseases. However, there are still many obstacles to more responsible use of antimicrobial drugs in agriculture. A lack of alternative treatment methods, insufficient education and awareness of farmers, as well as regulation and control, all impede effective measures to combat antibiotic resistance. Thus, more extensive measures are necessary to reduce the use of antimicrobial drugs in agriculture, as well as improve regulation and monitoring in this area.

**Keywords:** antibiotic therapy; antibiotic resistance; resistant strains; treatment scheme; antimicrobial drugs; food safety; antibiotic control