

Научная статья /
Original research article

doi.org/10.31043/2410-2733-2025-4-22-35
УДК: 615.322:636.2/5

Л. А. Никанова¹, В. И. Максимов², К. А. Березова¹

Влияние фитобиотиков на организм животных (млекопитающих и птицы) (обзор)

¹ Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста

² Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К. И. Скрябина

Рекомендации для цитирования:

Никанова Л. А. Влияние фитобиотиков на организм животных (млекопитающих и птицы) (обзор) / Л. А. Никанова, В. И. Максимов, К. А. Березова // Генетика и разведение животных. — 2025. — № 4. — С. 22–35. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2025-4-22-35>

For citation:

Nikanova L. The influence of phytobiotics on the body of animals (mammals and birds) (review) / L. Nikanova, V. Maksimov, K. Berezova // Genetics and animal breeding. — 2025. — №. 4. — P. 22–35. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2025-4-22-35>

Поступила в редакцию: 28.05.2025.

Received: 28.05.2025.

© Nikanova L., Maksimov V., Berezova K., 2025

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Конфликт интересов:

авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest:

the authors declare that they have no conflict of interest.

Введение. Интенсификация животноводства приводит к необходимости использования синтетических препаратов, выпускаемых фармакологическими компаниями. В большей степени на ростостимулирующие свойства организма оказывают свое влияние антибиотики, в том числе кормовые. Однако нерациональное использование данных синтетических препаратов приводит к резистентности микроорганизмов к действующим веществам лекарственных средств, а значит в дальнейшем их

Аннотация.

Цель: обобщить и проанализировать свойства, оказываемые фитобиотиками на физиологическое состояние животных (млекопитающих и птицы).

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели был проведен поиск научной литературы на базе elibrary.ru, PubMed, Web of Science и Scopus, с акцентом на исследования за последние пять лет, направленные в большей степени на ростостимулирующие свойства организма.

Результаты. В обзорной статье приведен обобщенный перечень свойств, оказываемых фитобиотиками на физиологическое состояние животных (млекопитающих и птицы). Интенсификация животноводства все больше приводит к необходимости использования синтетических препаратов, выпускаемых фармакологическими компаниями. В большей степени на ростостимулирующие свойства организма оказывают свое влияние антибиотики, в том числе кормовые. Их нерациональное использование приводит к резистентности микроорганизмов к действующим веществам лекарственных средств, а значит в дальнейшем их применение не будет оказывать терапевтический эффект. Все эти факторы подводят ученых к поиску альтернативных средств, которые бы по эффекту не уступали данным препаратам. Такими веществами могут стать фитобиотики. Фитобиотики положительно сказываются на состоянии желудочно-кишечного тракта, участвуют в стабилизации соотношения между нормофлорой, патогенными и условно-патогенными микроорганизмами. Не менее важными являются исследования в области изучения фитобиотиков как антиоксидантов. Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на оптимизации дозировок, изучении синергизма между различными фитогенными соединениями и разработке эффективных коммерческих препаратов для широкого внедрения в практику животноводства и птицеводства.

Ключевые слова: фитобиотики; животные; птица; антибиотики; противовоспалительное действие; гепатопротекторы; антиоксиданты; стимуляторы роста.

применение не будет оказывать терапевтический эффект. Наряду с этим применение антибиотиков сказывается и на качестве продукции, получаемой от животных, поскольку в их мышцах и внутренних органах происходит активное накопление этих веществ, которые в дальнейшем поступают и в организм человека. Более того, антибактериальные препараты, применяемые в комплексе с кормами, оказывают негативное влияние на нормофлору желудочно-кишечного тракта организма,

создавая почву для развития условно-патогенных и патогенных микроорганизмов.

Начало применения антибиотиков в животноводстве датируется 1940-ми годами в птицеводстве и 1950-ми — в свиноводстве, где их использовали в терапевтических и профилактических целях, а также в качестве стимуляторов роста. Впоследствии продукция, поступающая «на стол» потребителям от животных, при лечении которых использовались антибактериальные препараты, становилась бомбой замедленного действия и приводила к развитию антибиотикорезистентности у людей. Данное обстоятельство привело к введению ограничений или полному запрету на применение антимикробных стимуляторов роста во многих странах, включая Швецию (1986), Данию (1995), Европейский Союз (2006), Корею (2011), США (2017), Китай и Вьетнам (2020).

Этот запрет спровоцировал рост кишечных патологий, но стал отправной точкой для поиска и внедрения альтернативных веществ природного происхождения. Так, в странах ЕС перед полным запретом кормовых антибиотиков, кроме тех, что предписаны ветеринарными врачами, в течение двух лет разрабатывалась новая стратегия кормления, базирующаяся, в частности, на внедрении растительных компонентов. В качестве данной альтернативы выступили фитобиотики [1–14].

Фитобиотики, также известные как фитохимические вещества или фитогенные соединения, представляют собой широкий спектр растительных биологически активных соединений и оказывают не только терапевтический эффект, но и обладают минимальным токсическим действием [15–17].

Именно поэтому в настоящее время актуальным вопросом является изучение свойств фитогенных кормовых добавок. Опираясь на исследования, отраженные в зарубежных и отечественных статьях, можно найти подтверждение не только антибактериальным свойствам биодобавок растительного происхождения, но и их противовоспалительному, иммуномодулирующему, ростостимулирующему, антиоксидантному и др. действиям. Следовательно, биологически активные вещества растительного происхождения (фитобиотики) вызывают большой интерес с точки зрения оказываемых эффектов на организм животных и птицы, а также, что не менее важно, и возможностей внедрения данных добавок в условия технологического цикла животноводческих предприятий и птицефабрик [18–20].

Цель исследования — обобщить и проанализировать свойства, оказываемые фитобиотиками на физиологическое состояние животных (млекопитающих и птицы).

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели был проведен поиск научной литерату-

туры на базе elibrary.ru, PubMed, Web of Science и Scopus, с акцентом на исследования за последние пять лет, направленные в большей степени на ростостимулирующие свойства организма.

Результаты и обсуждение. Антибактериальные и гормональные препараты, используемые в сельском хозяйстве как стимуляторы роста, являются серьезной проблемой, которая сказывается не только на здоровье животных, но и на потребительских качествах продукции животноводства, а, следовательно, стоит вопрос и о продовольственной безопасности [21–23].

Именно поэтому требуется новая концепция, которая на основе альтернативных источников исключила бы потребность в использовании кормовых антибиотиков. Такими свойствами, как показали исследования, обладают компоненты растительного происхождения, называемые фитобиотиками. Данные вещества выступают в роли биологически активных веществ и помимо антибактериального действия обладают рядом других свойств [18, 21, 24].

1. Классификация фитобиотиков.

Фитобиотики, как отмечалось ранее, являются природными источниками биологически активных веществ. Виндиш с соавтор. (2008) была предложена классификация различных фитогенных соединений в зависимости от их происхождения и обработки, включая травы (цветущие, не древесные и неперсистентные растения), специи (травы с интенсивным запахом или вкусом, обычно добавляемые в человеческую пищу), эфирные масла (летучие липофильные соединения) и олеорезины (экстракты, полученные неводными растворителями) (рис. 1). Активными соединениями фитобиотиков являются терпеноиды (моно- и сесквитерпены, стероиды и др.), алкалоиды (спирты, альдегиды, кетоны, сложные эфиры, лактоны и др.), гликозиды и фенолы (дубильные вещества) [25–28].

Важно отметить, что содержание активных веществ и химический состав фитобиотиков в конечных продуктах могут значительно варьироваться в зависимости от используемых частей растений (семена, листья и т. д.), географического происхождения и сезона сбора [25, 26, 29, 30].

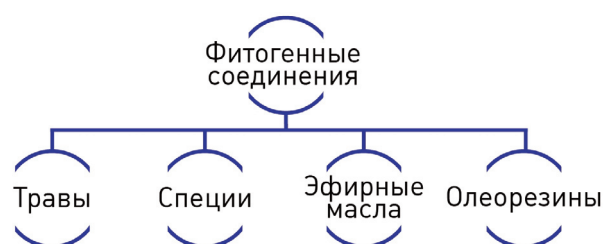


Рис. 1. Классификация фитогенных соединений
Fig. 1. Classification of phytogenic compounds

На сегодняшний день известно свыше 5000 видов биологически активных веществ кормового назначения, которые получают из разнообразного растительного сырья, начиная от фруктов и заканчивая древесиной. Согласно общепринятой практике фитобиотические добавки могут применяться в различных физических формах, включая твердые сушеные и измельченные материалы, а также жидкие или сухие экстракты. Наибольшей биологической активностью обладают концентрированные формы экстрактов, поскольку в процессе их производства достигается максимальное накопление целевых биоактивных соединений [31–33].

2. Ключевые биологические свойства фитобиотиков и основные механизмы действия.

Ростостимулирующий эффект фитобиотиков. Стимулирующий рост эффект фитогенных добавок обусловлен комплексным воздействием на организм животных через разнообразные механизмы. Ключевыми аспектами их действия являются: модуляция кишечной микробиоты, повышение усвояемости питательных веществ, усиление иммунного ответа и проявление антиоксидантной активности.

Исследования в области применения фитобиотиков демонстрируют их значительное влияние на пищеварительные процессы у свиней. В своих работах авторы зафиксировали стимулирующее действие коричневого альдегида и композиций эфирных масел на активность панкреатических ферментов — амилазы и трипсина. Полученные данные свидетельствуют о способности фитобиотиков усиливать ферментативную активность, ответственную за гидролиз нутриентов, что приводит к улучшению их усвоения [26, 31, 34–36].

Важным физиологическим эффектом является увеличение времени задержки кормовых масс в желудке, обусловленное повышенной ферментативной активностью. Пролонгирование процесса пищеварения способствует более полному расщеплению и усвоению питательных веществ. Было установлено, что добавление эфирных масел в рацион свиней сопровождалось достоверным улучшением показателей среднесуточного привеса, переваримости сухого вещества и сырого протеина. Авторы связывают наблюдаемый эффект с улучшением морфологической структуры кишечника, что, в конечном итоге, приводит к повышению продуктивности животных [24, 37].

Эти результаты подтверждают перспективность использования фитогенных добавок в качестве эффективного средства для оптимизации процессов пищеварения и повышения продуктивности в свиноводстве [31].

В течение последних нескольких десятилетий

были изучены некоторые ростостимулирующие препараты растительного происхождения, а результатом данных исследований стали высокие показатели продуктивности свиней и домашней птицы. Li с соавтор. (2012) провели сравнительный анализ прироста массы тела свиней, в рационы которым вводились эфирные масла, и пришли к заключению, что продуктивность животных увеличилась на 10,3 %. Данный эффект авторы объяснили оптимизацией морфологии кишечника, за счет чего наблюдалась улучшенная переваримость кормов, а, следовательно, и улучшенная всасываемость питательных веществ [26, 37, 39, 40].

Эффекты, оказываемые фитобиотиками на желудочно-кишечный тракт и микробиоту. Важным физиологическим эффектом фитобиотиков выступают позитивные морфогистологические преобразования в желудочно-кишечном тракте. Исследования демонстрируют увеличение длины кишечных ворсинок и глубины крипт, что значительно расширяет всасывающую поверхность. Одновременно наблюдается активация toll-подобных рецепторов, усиление захвата антигенов дендритными клетками, стимуляция эпителиоцитов и высвобождение провоспалительных цитокинов в слизистой оболочке [27, 41].

На молекулярном уровне наиболее выраженной биологической активностью обладают терпеновые и фенольные соединения. Их антимикробный механизм заключается в деструкции гликолипидных компонентов клеточных стенок микроорганизмов, что вызывает потерю цитоплазматического содержимого и последующую гибель клетки. Данное свойство объясняет выраженную антибактериальную активность лекарственных растений в отношении широкого спектра грамположительных и грамотрицательных бактерий [27, 42–44].

Кишечное здоровье сельскохозяйственных животных является фундаментальным фактором, определяющим их общее физиологическое состояние и продуктивность. Ключевыми элементами, обеспечивающими нормальное функционирование желудочно-кишечного тракта, выступают микробиом и слизистый барьер. Дисбаланс в этих компонентах может приводить к существенным нарушениям здоровья. Многочисленные исследования демонстрируют, что фитобиотики способны оптимизировать работу кишечника через модуляцию этих структур.

Согласно Трухачеву В. И. с соавтор. (2023) в последнее время микрофлору желудочно-кишечного тракта стали определять как отдельный орган, выполняющий важные функции в организме животных (млекопитающих и птицы). Микробиота пищеварительной системы принимает активное участие в обмене веществ и синтезе

различного рода биологически активных веществ, кроме того, микроорганизмы способны одной из главных функций данной системы — участвовать в переваривании корма [45].

Симбиотическая связь организма и нормофлоры желудочно-кишечного тракта неразрывна, а в современных условиях животноводческих комплексов регуляция их взаимоотношений осуществляется посредством кормовых антибиотиков, за счет которых нарушается соотношение нормальных, патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, последние в свою очередь становятся невосприимчивыми к антибактериальным препаратам. Для стабилизации микрофлоры в рационы животных вводятся фитобиотики, в частности, на основе коры лиственницы. Период отъема поросят сопровождается значительным стрессом, связанным с переходом на новые корма и условия содержания, что нарушает формирование стабильной кишечной экосистемы. Применение фитобиотиков в этот критический период способствует восстановлению микробного баланса, улучшая показатели здоровья и эффективность использования корма. Таким образом, растительные добавки представляют собой эффективный инструмент для модуляции микробиоты в момент ее ключевого формирования [45].

Так, в работе Никановой Л. А. и Артемьевой О. А. (2024) введенный в корм молодняку свиней экстракт коры лиственницы, выступающий в роли источника танинов, подтвердил свое бактерицидное действие. Как показало микробиологическое исследование кала, численность гемолитических микроорганизмов снизилась, а сумма лактобактерий и бифидобактерий у поросят опытной группы была выше на 3,1 % [46].

Фитобиотики оказывают благотворное действие на желудочно-кишечный тракт. Отечественные авторы убеждают, что экстракт коры лиственницы обладает антидиарейным действием. В исследовании на поросятах-отъемышах в опытной группе, где применялись вещества растительного происхождения, животные не проявляли симптомов диареи, а в контрольной группе, напротив, у поросят наблюдался жидкий стул, им потребовалось медикаментозное лечение, в том числе антибиотикотерапия [21, 40, 41, 46].

Liю с соавтор. (2014) отмечают, что растительные соединения, в том числе и их экстракты, снижают численность патогенных микроорганизмов и количество производимых ими метаболитов, но увеличивают число нормальной и полезной микрофлоры, что может достигаться путем снижения рН кишечника [47–49].

В исследованиях Charu Agarwal с соавтор. (2021) приведены данные о подавляющей актив-

ности экстракта древесины лиственницы в условиях *in vitro* по отношению к *S. aureus*, значение MIC которого составил 0,24 мг/мл [50].

По мнению Chrubasik с соавтор. (2005), травяные сборы и экстракты могут оказывать слабительный и спазмолитический эффект, кроме того, они способны предотвращать такое явление в организме как метеоризм. Проводимые исследования учеными из Индии позволили сделать вывод, что повышение активности ферментов пищеварительной системы является основным механизмом питательного действия фитобиотиков, которые способствуют секреции слюны и желчи. А Rao с соавтор. (2003) сообщили, что в ходе опыта, проведенного в условиях *in vitro* у крыс, активность ферментов поджелудочной железы (липазы и амилазы) значительно увеличилась при контакте с фитогенными добавками [51–53].

Существуют данные, что фитогенные кормовые добавки благотворно влияют на вкус, а, следовательно, и поедаемость кормов, в связи с чем повышается продуктивность сельскохозяйственных животных, что подтверждается исследованиями на свиньях Kyriakis с соавтор. (1998) и Kroismayr с соавтор. (2008) [54, 55].

Иммуномодулирующее и иммуностимулирующее действие фитобиотиков. Зарубежные и отечественные авторы утверждают, что применение фитобиотиков на птицеводческих комплексах приводят к снижению уровня инфицирования во время проведения профилактических мероприятий (вакцинации) за счет стимулирования иммунной системы [56–58].

Иммуностимулирующий эффект некоторых эфирных масел и экстрактов фитобиотиков объясняется присутствием определенных соединений, которые обладают способностью связываться с рецепторами IgG, что и приводит к стимуляции иммунного ответа [59].

Растительные добавки, содержащие значительные концентрации витамина С, каротиноидов и флавоноидов, демонстрируют выраженное иммуномодулирующее действие. Особый интерес представляют эхинацея (*Echinacea Moench*), солодка (*Glycyrrhiza L.*) и чеснок (*Allium sativum L.*), содержащие биологически активные молекулы со свойствами иммуностимуляторов. Эти растения усиливают функциональную активность лимфоцитов, макрофагов и NK-клеток, интенсифицируют процессы фагоцитоза и стимулируют синтез интерферона [27, 60].

Чеснок, как один из наиболее изученных фитобиотиков, нашел широкое применение в животноводстве, особенно в птицеводстве. Его терапевтическая ценность обусловлена комплексным действием: выраженной противо-

вирусной, бактерицидной, фунгицидной и противопаразитарной активностью. Растение эффективно против грибковых поражений кожи и слизистых оболочек респираторного и желудочно-кишечного трактов, одновременно активируя иммунную защиту птиц [61–64].

Многочисленные исследования подтверждают, что включение 0,5–3 % чеснока в кормовые рационы улучшает состояние кишечника, повышает эффективность утилизации энергии и питательных веществ, а также стимулирует рост бройлеров. Экспериментальные данные Hanieh с соавтор. (2010) демонстрируют способность чесночных и луковых добавок усиливать иммунный статус цыплят-бройлеров [27, 65–67].

Аналогичные результаты получены в свиноводстве. Grela с соавтор. (2013) отметили не только улучшение общего состояния здоровья животных, но и повышение качества свинины при использовании чесночных добавок в рационах откорма. Анализ крови свиноматок, получавших чеснок, подтвердил перспективность его применения в качестве альтернативы антибиотическим стимуляторам роста. Исследования Lee с соавтор. (2013) показали, что экстракты стручкового перца, чеснока и куркумы в рационах поросят-отъемышей усиливают экспрессию иммунорегуляторных генов и снижают проявления диареи и воспаления при инфицировании *E. Coli* [27, 68–70].

Иммунная система выполняет критически важную функцию защиты организма от инфекций и заболеваний. В современных условиях ведения животноводства и птицеводства особую значимость приобретает проблема иммунодепрессивных состояний, которые существенно влияют на здоровье и продуктивность животных, нанося существенный экономический ущерб производителям.

Развитие иммунодепрессивных заболеваний обусловлено комплексом факторов, включая вирусные, бактериальные и паразитарные инфекции, а также воздействие факторов окружающей среды, таких как несбалансированное кормление или скученное содержание. Эти патологические состояния угнетают иммунную функцию, повышая восприимчивость животных к вторичным инфекциям и снижая их резистентность к патогенам [71, 72].

Современные исследования демонстрируют значительный потенциал фитобиотиков в регуляции иммунных процессов посредством активации или супрессии специфических иммунных реакций. Ряд фитогенных соединений способен стимулировать продукцию цитокинов – ключевых сигнальных молекул, усиливающих иммунный ответ. Другие фитобиотики проявляют способность ингибировать активность воспалительных клеток (макрофагов и нейтрофилов), что способ-

ствует снижению воспаления и минимизации тканевых повреждений [72–75].

Дополнительным преимуществом фитобиотиков являются их антиоксидантные свойства, обеспечивающие защиту иммунной системы от повреждения активными формами кислорода. Важным аспектом является также способность некоторых фитогенных соединений стимулировать рост полезной кишечной микробиоты, что опосредованно усиливает иммунологический ответ.

Перспективное направление современных исследований связано с изучением иммуномодулирующих свойств растительных соединений и их потенциального терапевтического применения при иммунных нарушениях у сельскохозяйственных животных [72].

Антиоксидантные и противовоспалительные свойства фитобиотиков. В некоторых исследованиях содержатся сведения об антиоксидантной активности фитобиотиков, механизм действия которых основан на способности поглощать свободные радикалы. Эфирные масла, получаемые из растений семейства *Labiatae*, продемонстрировали свой положительный эффект в качестве антиоксидантов в продуктах питания для людей и домашних животных. Было изучено потенциальное влияние фенольных соединений из семейства *Labiatae* на повышение окислительной стабильности свинины и мяса птицы [75–77].

Несколько исследований сообщали о том, что фитотерапевтические соединения, полученные из растений, обладают противовоспалительными свойствами, которые могут помочь регулировать про-воспалительные медиаторы организма. Эти соединения могут действовать на различные пути, участвующие в воспалении, включая ингибирование про-воспалительных цитокинов, таких как фактор некроза опухоли-альфа (TNF-альфа), интерлейкин-1 бета (IL-1бета) и интерлейкин-6 (IL-6) (12) [71, 78].

Натуральные биологически активные соединения, включая ресвератрол, куркумин, кверцетин и гингерол, проявляют выраженную антиоксидантную активность. Эти вещества способствуют снижению окислительного стресса, предотвращают развитие воспалительных процессов и оказывают модулирующее действие на клеточные сигнальные пути, связанные с воспалительным ответом (13, 14) [71, 79, 80].

Ряд исследований содержит данные о противовоспалительном действии фитобиотиков. Например, эфирное масло ромашки на протяжении долгого времени традиционно использовалось в роли противовоспалительного средства для облегчения симптомов, связанных с экземой, дерматитом и др [81].

Кроме того, согласно некоторым исследованиям природные производные лупана служат перспективными веществами, которые в дальнейшем могут быть использованы в качестве гепатопротекторов. Так, в работах отечественных и зарубежных авторов, отражены результаты действия производных бетулиновой кислоты в опытах с крысами. Производные бетулиновой кислоты снизили выраженность повреждений в печени, подвергнутой действию цитостатических лекарственных препаратов [82, 83].

Заключение. Таким образом, использование фитобиотиков в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы является научно обоснованным

и стратегически важным направлением для обеспечения устойчивого развития животноводства. Они не только способны смягчить негативные последствия отказа от антибиотических стимуляторов роста, но и внести значительный вклад в получение безопасной и высококачественной продукции, отвечающей современным требованиям потребителей и стандартам продовольственной безопасности. Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на оптимизации дозировок, изучении синергизма между различными фитогенными соединениями и разработке эффективных коммерческих препаратов для широкого внедрения в практику животноводства и птицеводства.

Исследования проведены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по государственному заданию № 0445-2021-0002

Литература

1. Hashemi S. R. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition / S. R. Hashemi, H. Davoodi // Veterinary Research Communications. — 2011. — Vol. 35. — № 3. — P. 169–180. doi: 10.1007/s11259-010-9458-2.
2. Kim S. W. Understanding intestinal health in nursery pigs and the relevant nutritional strategies / S. W. Kim, M. E. Duarte // Animal bioscience. — 2021. — Vol. 34. — № 3. — P. 338–344. doi: 10.5713/ab.21.0010.
3. Farr M. M. Sulfamerazine therapy in experimental cecal coccidiosis of chickens / M. M. Farr, E. E. Wehr // The Journal of Parasitology. — 1945. — Vol. 31. — № 6. — P. 353–358. doi: 10.2307/3273032.
4. Moore P. R. Use of sulfasuxidine, streptothricin, and streptomycin in nutritional studies with the chick / P. R. Moore et al. // Journal of Biological Chemistry. — 1946. — Vol. 165. — № 2. — P. 437–441. doi: 10.1016/S0021-9258(17)41154-9.
5. Whitehill A. R. Stimulatory effect of aureomycin on the growth of chicks / A. R. Whitehill, J. J. Oleson, B. L. Hutchings // Experimental Biology and Medicine. — 1950. — Vol. 74. — № 1. — P. 11–13. doi: 10.3181/00379727-74-17793.
6. Carpenter L. E. The effect of antibiotics and vitamin B12 on the growth of swine / L. E. Carpenter // Archives of Biochemistry and Biophysics. — 1951. — Vol. 32. — № 2. — P. 187–191. doi: 10.1016/0003-9861(51)90252-4.
7. Cunha T. J. A comparison of aureomycin, streptomycin, penicillin and an aureomycin-B12 feed supplement for the pig / T. J. Cunha, G. B. Meadows, H. M. Edwards et al. // Archives of Biochemistry. — 1951. — Vol. 30. — № 2. — P. 269–271.
8. Luecke R. W. The growth promoting effects of various antibiotics on pigs / R. W. Luecke, F. Thorp, H. W. Newland et al. // Journal of Animal Science. — 1951. — Vol. 10. — № 2. — P. 538–542. doi: 10.2527/jas1951.102538x.
9. Becker D. E. Supplementary protein and the response of the pig to antibiotics / D. E. Becker, S. W. Terrill, R. A. Noetzold // Journal of Animal Science. — 1955. — Vol. 14. — № 2. — P. 492–498. doi: 10.2527/jas1955.142492x.
10. Cromwell G. L. Why and how antibiotics are used in swine production / G. L. Cromwell // Animal Biotechnology. — 2002. — Vol. 13. — № 1. — P. 7–27. doi: 10.1081/ABIO-120005767.
11. Kim S. W. Nonruminant nutrition symposium on natural phytobiotics for health of young animals and poultry: mechanisms and application / S. W. Kim, M. Z. Fan, T. J. Applegate // Journal of Animal Science. — 2008. — Vol. 86. — № 14, suppl. — P. 138–139. doi: 10.2527/jas.2007-0769.
12. Casewell M. The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for human and animal health / M. Casewell et al. // Journal of Antimicrobial Chemotherapy. — 2003. — Vol. 52. — P. 159–161. doi: 10.1093/jac/dkg313.
13. Sneeringer S. The U.S. and EU animal pharmaceutical industries in the age of antibiotic resistance / S. Sneeringer, M. Bowman, M. Clancy. — Washington, DC, USA : USDA, 2019. — 50 p.
14. Schoenmakers K. How China is getting its farmers to kick their antibiotics habit / K. Schoenmakers // Nature. — 2020. — Vol. 586. — P. S60–S62. doi: 10.1038/d41586-020-02889-y.
15. Liu R.H. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action / R.H. Liu // The Journal of Nutrition. — 2004. — Vol. 134. — № 12. — P. 3479–3485. doi: 10.1093/jn/134.12.3479S.
16. Kikusato M. Phytobiotics to improve health and production of broiler chickens: functions beyond the antioxidant activity / M. Kikusato // Animal Bio-

- science. — 2021. — Vol. 34. — № 3. — P. 345–353. doi: 10.5713/ab.20.0842.
17. Тимофеев Н. П. Фитобиотики в мировой практике: виды растений и действующие вещества, эффективность и ограничения, перспективы (обзор) / Н. П. Тимофеев // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. — 2021. — Т. 22. — № 6. — С. 804–825.
 18. Багно О. А. Фитобиотики в кормлении сельскохозяйственных животных / О. А. Багно, О. Н. Прохоров и др. // *Сельскохозяйственная биология*. — Москва. — 2018. — Т. 53. — №4. — С. 687–697. doi: 10.15389/agrobiology.2018.4.687rus.
 19. Подобед Л. И. Фитобиотики в кормлении животных / Л. И. Подобед // *Животноводство России*. — Москва, 2019. — № S2. — С. 34–35. doi: 10.25701/ZZR.2019.51.47.020.
 20. Попова Г. М. О возможностях использования фитобиотических добавок в рационах сельскохозяйственных животных / Г. М. Попова, Б. С. Нуржанов, Г. К. Дускаев // *Животноводство и кормопроизводство*. — 2023. — Т. 106. — №2. — С. 127–135. doi: 10.33284/2658-3135-106-2-127.
 21. Сизенцов А. Н. Повышение пищевых характеристик рыбы с использованием фитобиотиков и пробиотиков в кормлении (обзор) / А. Н. Сизенцов, Е. П. Мирошникова и др. // *Аграрный вестник Урала*. — 2023. — № 3. — С. 52–63. doi: 10.32417/1997-4868-2023-232-03-52-63.
 22. Черкашина Н. В. Анализ современного состояния проблемы использования антибиотиков в качестве кормовой добавки / Н. В. Черкашина, Л. И. Дроздова и др. // *Аграрный вестник Урала*. — 2011. — №3(82). — С. 39–42.
 23. Timofeev N. P. Phytobiotics in world practice: plant species and active substances, efficiency and limitations, perspectives (review) / N. P. Timofeev // *Agricultural Science Euro-North-East*. — 2021. — Vol. 22. — P. 804–825. doi: 10.30766/2072-9081.2021.22.6.804-825
 24. Никанова Л. А. Роль биологически активных веществ — фитоэкстрактов коры лиственницы в продуктивности свиней / Л. А. Никанова, В. И. Максимов, К. А. Березова // *Вестник ОрелГАУ*. — Орел. — 2024. — №1(106). — С. 47–50. doi: 10.17238/issn2587-666X.2024.1.47
 25. Windisch W. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry / W. Windisch, K. Schedle, C. Plitzner et al. // *Journal of Animal Science*. — 2008. — Vol. 86. — P. 140–148.
 26. Mohammadi Gheisar M. Phytobiotics in poultry and swine nutrition — a review / M. Mohammadi Gheisar, I.H. Kim // *Italian Journal of Animal Science*. — 2017. — Vol. 17. — № 1. — P. 92–99. doi: 10.1080/1828051X.2017.1350120.
 27. Kiczorowska B. The natural feed additives as immunostimulants in monogastric animal nutrition — a review / B. Kiczorowska, W. Samolińska, A. R. M. Al-Yasiry et al. // *Annals of Animal Science*. — 2017. — Vol. 17. — № 3. — P. 605–625. doi: 10.1515/aoas-2016-0076.
 28. Huyghebaert G. An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers / G. Huyghebaert, R. Ducatelle, F. Van Immerseel // *Veterinary Journal*. — 2011. — Vol. 187. — № 2. — P. 182–188.
 29. Bakkali F. Biological effects of essential oils — a review / F. Bakkali, S. Averbeck, D. Averbeck et al. // *Food and Chemical Toxicology*. — 2008. — Vol. 46. — № 2. — P. 446–475.
 30. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods — a review / S. Burt // *International Journal of Food Microbiology*. — 2004. — Vol. 94. — № 3. — P. 223–253.
 31. Pandey S. Cutting-edge knowledge on the roles of phytobiotics and their proposed modes of action in swine / S. Pandey, E.S. Kim, J.H. Cho et al. // *Frontiers in Veterinary Science*. — 2023. — Vol. 10. — Article 1265689. doi: 10.3389/fvets.2023.1265689.
 32. Krauze M. Phytobiotics, a natural growth promoter for poultry / M. Krauze // *Advanced studies in the 21st century animal nutrition* / ed. by L. Babinszky, J. Oliveira, E. Mauro Santos. — London : IntechOpen Limited, 2021.
 33. Lillehoj H. Phytochemicals as antibiotic alternatives to promote growth and enhance host health / H. Lillehoj, Y. Liu, S. Calsamiglia et al. // *Veterinary Research*. — 2018. — Vol. 49. — № 1. — Article 76. doi: 10.1186/s13567-018-0562-6.
 34. Manzanilla E. Effect of plant extracts and formic acid on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs / E. Manzanilla, J. Perez, M. Martin et al. // *Journal of Animal Science*. — 2004. — Vol. 82. — № 11. — P. 3210–3218. doi: 10.2527/2004.82113210x.
 35. Jang I. Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens / I. Jang, Y. Ko, S. Kang et al. // *Animal Feed Science and Technology*. — 2007. — Vol. 134. — № 3-4. — P. 304–315. doi: 10.1016/j.anifeeds.2006.06.009.
 36. Diaz-Sanchez S. Botanical alternatives to antibiotics for use in organic poultry production / S. Diaz-Sanchez et al. // *Poultry Science*. — 2015. — Vol. 94. — № 6. — P. 1419–1430. doi: 10.3382/ps/pev014.
 37. Costa L. Herbal extracts and organic acids as natural feed additives in pig diets / L. Costa, F. Luciano et al. // *South African Journal of Animal Science*. — 2013. — Vol. 43. — № 2. — P. 181–193.
 38. Kim J. D. Effects of feed additive as an alternative for antibiotics on growth performance and feed cost in growing-finishing pigs / J. D. Kim, J. A. Sherwin, K. S. Shim // *Korean Journal of Organic Agriculture*. — 2010. — Vol. 18. — № 2. — P. 233–244. doi: 10.3390/ani13020200.

39. Li P. Effects of Adding Essential Oil to the Diet of Weaned Pigs on Performance, Nutrient Utilization, Immune Response and Intestinal Health / P. Li, X. Piao, Y. Ru et al. // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. — 2012. — Vol. 25. — № 11. — P. 1617–1626. doi: 10.5713/ajas.2012.12292.
40. Mohammadi Gheisar M. Inclusion of phytogenic blends in different nutrient density diets of meat-type ducks / M. Mohammadi Gheisar, Y. M. Im, H. H. Lee et al. // Poultry Science. — 2015. — Vol. 94. — № 12. — P. 2952–2958. doi: 10.3382/ps/pev301.
41. Kumar M. Application of herbal feed additives in animal nutrition – a review / M. Kumar, V. Kumar, D. Roy et al. // International Journal of Livestock Research. — 2014. — Vol. 4. — № 1. — P. 1–8.
42. Iranparast F. The effect of oral consumption of guggul (*Commiphora mukul*) resin on performance and humoral immunity response of broilers / F. Iranparast, S. Parsaei et al. // International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research. — 2014. — Vol. 2. — № 3. — P. 802–810.
43. Bakht J. Antimicrobial potentials of fresh *Allium cepa* against gram positive and gram negative bacteria and fungi / J. Bakht et al. // Pakistan Journal of Botany. — 2013. — Vol. 45. — № S1. — P. 1–6.
44. Al-Mariri A. In vitro antibacterial activity of several plant extracts and oils against some gram-negative bacteria / A. Al-Mariri, M. Safi // Iranian Journal of Medical Sciences. — 2014. — Vol. 39. — № 1. — P. 36–43.
45. Трухачев В. И. Использование фитобиотиков в кормлении моногастричных животных (обзор) / В. И. Трухачев, М. И. Селиванова, А. Ю. Загарин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. — Москва. — 2023. — №1(4). — С. 126–143. doi: 10.26897/0021-342X-2023-4-126-143.
46. Никанова Л. А. Влияние экстракта коры ливенницы на метаболический статус и продуктивность поросят / Л. А. Никанова, О. А. Артемьева // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. — 2024. — №2(50). — С.285–291. doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202402017.
47. Liu H. N. Effects of dietary supplementation of quercetin on performance, egg quality, cecal microflora populations, and antioxidant status in laying hens / H. N. Liu, Y. Liu, L. L. Hu et al. // Poultry Science. — 2014. — Vol. 93. — № 2. — P. 347–353. doi: 10.3382/ps.2013-03225.
48. Manafi M. Comparison study of a natural non-antibiotic growth promoter and a commercial probiotic on growth performance, immune response and biochemical parameters of broiler chicks / M. Manafi // Journal of Poultry Science. — 2015. — Vol. 52. — № 4. — P. 274–281. doi: 10.2141/jpsa.0150027.
49. Soyadi Y. Phytobiotics in Poultry Industry as Growth Promoters, Antimicrobials and Immunomodulators – A Review / Y. Soyadi, W. Abd El-Ghany // Journal of World's Poultry Research. — 2020. — Vol. 10. — № 4. — P. 571–579. doi: 10.36380/jwpr.2020.65.
50. Agarwal C. In vitro antioxidant and antibacterial activities with polyphenolic profiling of wild cherry, the European larch and sweet chestnut tree bark / C. Agarwal, T. Hofmann, M. Vršanský et al. // European Food Research and Technology. — 2021. — Vol. 247. — № 9. — P. 2355–2370. doi: 10.1007/s00217-021-03796-w.
51. Chrubasik S. Zingiberis rhizoma: a comprehensive review on the ginger effect and efficacy profiles / S. Chrubasik, M. H. Pittler, B. D. Roufogalis // Phytomedicine. — 2005. — Vol. 12. — № 9. — P. 684–701. doi: 10.1016/j.phymed.2004.07.009.
52. Platel K. Stimulatory influence of select spices on bile secretion in rats / K. Platel, K. Srinivasan // Nutrition Research. — 2000. — Vol. 20. — № 10. — P. 1447–1456. doi: 10.1016/S0271-5317(00)00233-5.
53. Rao R. R. In vitro influence of spices and spice-active principles on digestive enzymes of rat pancreas and small intestine / R. R. Rao et al. // Nahrung. — 2003. — Vol. 47. — № 6. — P. 408–412.
54. Kroismayr A. Effects of essential oils or Avilamycin on gut microbiology and blood parameters of weaned piglets / A. Kroismayr, J. Sehm, M. Pfaffl et al. // Czech Journal of Animal Science. — 2008. — Vol. 53. — № 9. — P. 377–387.
55. Kyriakis S. C. Control of post weaning diarrhea syndrome of piglets by in-feed application of *Origanum* essential oils / S. C. Kyriakis, K. Sarris et al. // Proceedings of the 15th IPVS Congress. — Birmingham, UK, 5-9 July, 1998. — Vol. 3. — P. 218.
56. Задорожная М. В. Применение бетулина в птицеводческих хозяйствах для повышения поствакцинального противовирусного иммунитета у птиц / М. В. Задорожная, С. Б. Лыско и др. // Вестник ОмГАУ. — 2012. — №4(8). — С. 97–91.
57. Лыско С. Б. Иммуномоделирующая эффективность фитопрепаратов на основе хвои при вакцинации цыплят-бройлеров против Ньюкаслской болезни / С. Б. Лыско, М. В. Задорожная и др. // Птицеводство. — Сергиев Посад. — 2023. — № 5. — С. 70–74. doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-5-70-74.
58. Zaki M. M. Effect of certain phytobiotics on the immune response of Newcastle disease vaccinated broiler chickens / M. M. Zaki et al. // Asian Journal of Poultry Science. — 2016. — Vol. 10. — № 3–4. — P. 134–140. doi: 10.3923/ajpsaj.2016.134.140.
59. Ahmed S. T. Effects of resveratrol and essential oils on growth performance immunity, digestibility and fecal microbial shedding in challenged piglets / S. T. Ahmed et al. // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. — 2013. — Vol. 26. — № 5. — P. 683–690. doi: 10.5713/ajas.2012.12683.

60. Frankic T. Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition / T. Frankic, M. Voljg, J. Salobir et al. // *Acta Agriculturae Slovenica*. — 2009. — Vol. 92. — № 2. — P. 95–102.
61. Daka D. Antibacterial effect of garlic (*Allium sativum*) on *Staphylococcus aureus*: An in vitro study / D. Daka // *African Journal of Biotechnology*. — 2013. — Vol. 10. — № 4. — P. 666–669.
62. Gautam R. K. Drug resistance and antifungal activity of garlic and neem extracts on *Candida* spp. isolates from HIV-infected patients / R. K. Gautam, A. P. Garg // *International Journal of Advanced Pharmaceutical Research*. — 2013. — Vol. 4. — № 4. — P. 1426–1433.
63. Pourali M. Effects of garlic powder on productive performance and immune response of broiler chickens challenged with Newcastle Disease virus / M. Pourali, S. A. Mirghelenj, H. Kermanshahi // *Global Veterinaria*. — 2010. — Vol. 4. — № 6. — P. 616–621.
64. Toghyani M. Evaluation of cinnamon and garlic as antibiotic growth promoter substitutions on performance, immune responses, serum biochemical and haematological parameters in broiler chicks / M. Toghyani, M. Toghyani et al. // *Livestock Science*. — 2011. — Vol. 138. — № 1-3. — P. 167–173.
65. Mahmood S. Comparative efficacy of *Nigella sativa* and *Allium sativum* as growth promoters in broilers / S. Mahmood, M. Mushtaq-Ul-Hassan, M. Alam et al. // *International Journal of Agriculture and Biology*. — 2009. — Vol. 11. — № 6. — P. 775–778.
66. Elagib H. A. A. Effect of dietary garlic (*Allium sativum*) supplementation as feed additive on broiler performance and blood profile / H. A. A. Elagib, W. I. A. El-Amin et al. // *Journal of Animal Science Advances*. — 2013. — Vol. 3. — № 2. — P. 58–64.
67. Hanieh H. Modulatory effects of two levels of dietary Alliums on immune response and certain immunological variables, following immunization, in White Leghorn chickens / H. Hanieh, K. Narabara, M. Piao et al. // *Animal Science Journal*. — 2010. — Vol. 81. — № 6. — P. 673–680.
68. Grela E. R. Effect of inulin and garlic supplementation in pig diets / E. R. Grela, K. Pietrzak, S. Sobolewska et al. // *Annals of Animal Science*. — 2013. — Vol. 13. — № 1. — P. 63–71.
69. Czech A. The effect of a herbal extract used in pig fattening on the animals' performance and blood components / A. Czech, E. Kowalczyk, E. Grela // *Annales UMCS, Zootechnica*. — 2009. — Vol. 27. — № 3. — P. 25–32.
70. Lee S. D. The effect of ginger extracts on the antioxidant capacity and IgG concentrations in the colostrum and plasma of neo-born piglets and sows / S. D. Lee, J. H. Kim et al. // *Livestock Science*. — 2013. — Vol. 154. — № 1–3. — P. 117–122.
71. Nabi F. Editorial: Treatment of animal diseases with veterinary phytotherapy / F. Nabi, D. Shi, Q. Wu et al. // *Frontiers in Veterinary Science*. — 2023. — Vol. 10. — Article 1171987. doi: 10.3389/fvets.2023.1171987.
72. Nabi F. An updated review on efficiency of *Penthorum chinense* pursh in traditional uses, toxicology, and clinical trials / F. Nabi, J. Ahmed, W. Tao et al. // *BioMed Research International*. — 2023. — Vol. 2023. — Article 4254051. doi: 10.1155/2023/4254051.
73. Nabi F. Effect of in ovo trace element supplementation on immune-related cells of the small intestine of post-hatched broiler chicken / F. Nabi, M. A. Arain, S. A. Fazlani et al. // *Biological Trace Element Research*. — 2022. — Vol. 201. — № 5. — P. 1–10. doi: 10.1007/s12011-022-03492-0.
74. Wu S. Challenges of fluoride pollution in environment: mechanisms and pathological significance of toxicity—a review / S. Wu, Y. Wang et al. // *Environmental Pollution*. — 2022. — Vol. 304. — Article 119241. doi: 10.1016/j.envpol.2022.119241.
75. Botsoglou N. A. The effects of dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage / N. A. Botsoglou, S. H. Grigoropoulou et al. // *Meat Science*. — 2003. — Vol. 65. — № 3. — P. 1193–1200. doi: 10.1016/S0309-1740(03)00029-9.
76. Cuppett S. L. Antioxidant activity of the Labiatae / S. L. Cuppett, C. A. Hall // *Advances in Food and Nutrition Research*. — 1998. — Vol. 42. — P. 245–271. doi: 10.1016/s1043-4526(08)60097-2.
77. Janz J. A. M. Preliminary investigation of the effects of low-level dietary inclusion of fragrant essential oils and oleoresins on pig performance and pork quality / J. A. M. Janz, P. C. H. Morel, B. H. P. Wilkinson et al. // *Meat Science*. — 2007. — Vol. 75. — № 2. — P. 350–355. doi: 10.1016/j.meatsci.2006.06.027.
78. Saeed M. In ovo delivery of various biological supplements, vaccines and drugs in poultry: current knowledge / M. Saeed, M. A. Arain, D. Babazadeh et al. // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. — 2019. — Vol. 99. — № 8. — P. 3727–3739. doi: 10.1002/jsfa.9593.
79. Wang Q. Monomeric compounds from traditional Chinese medicine: new hopes for drug discovery in pulmonary fibrosis / Q. Wang, W. Li, H. Hu et al. // *Biomedicine & Pharmacotherapy*. — 2023. — Vol. 159. — Article 114226. doi: 10.1016/j.biopha.2023.114226.
80. Saeed M. A comprehensive review on the health benefits and nutritional significance of fucoidan polysaccharide derived from brown seaweeds in human, animals and aquatic organisms / M. Saeed et al. // *Aquaculture Nutrition*. — 2021. — Vol. 27. — № 3. — P. 633–654. doi: 10.1111/anu.13233.
81. Kamatou G.P.P. A review of the application and

pharmacological properties of α -bisabolol and α -bisabolol-rich oils / G. P. P. Kamatou, A. M. Viljoen // Journal of the American Oil Chemists' Society. — 2010. — Vol. 87. — № 1. — P. 1–7. doi: 10.1007/s11746-009-1483-3.

82. Ким Т. В. Гепатопротекторная активность бетулоновой кислоты и ее производных при эксперимен-

тальной полихимиотерапии / Т. В. Ким, О. Р. Грек и др. // Вестник медицинской академической науки. — 2010. — № 1. — С. 28–29.

83. Adepoju F. O. Pharmacological Potential of Betulin as a Multitarget Compound / F. O. Adepoju et al. // Biomolecules. — 2023. — Vol. 13. — № 7. — Article 1105. doi: 10.3390/biom13071105.

Nikanova L.¹, Maksimov V.², Berezova K.¹

The influence of phytobiotics on the body of animals (mammals and birds) (review)

¹ Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst

² Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin

Abstract.

Objective: to summarize and analyze the effects of phytobiotics on the physiological state of animals (mammals and poultry).

Materials and Methods. To achieve this objective, a scientific literature search was conducted using elibrary.ru, PubMed, Web of Science, and Scopus, with an emphasis on studies from the past five years focused primarily on growth-promoting properties.

Results. This review article provides a summary of the effects of phytobiotics on the physiological state of animals (mammals and poultry). The intensification of livestock farming is increasingly leading to the need for synthetic drugs produced by pharmaceutical companies. Antibiotics, including feed antibiotics, have a significant impact on the growth-promoting properties of the body. Their irrational use leads to microbial resistance to the active ingredients of drugs, meaning their subsequent use will no longer have a therapeutic effect. All these factors are leading scientists to search for alternative treatments that are equally effective as these medications. Phytobiotics could be such substances. Phytobiotics have a positive effect on the gastrointestinal tract and help stabilize the balance between normal flora, pathogenic, and opportunistic microorganisms. Equally important is research into phytobiotics as antioxidants. Further research should focus on optimizing dosages, studying synergism between various phytochemical compounds, and developing effective commercial formulations for widespread adoption in livestock and poultry farming.

Key words: phytobiotics; animals; poultry; antibiotics; anti-inflammatory action; hepatoprotectors; antioxidants; growth stimulants.

References

1. Hashemi S. R. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition / S. R. Hashemi, H. Davoodi // Veterinary Research Communications. — 2011. — Vol. 35. — № 3. — P. 169–180. doi: 10.1007/s11259-010-9458-2.
2. Kim S. W. Understanding intestinal health in nursery pigs and the relevant nutritional strategies / S. W. Kim, M. E. Duarte // Animal bioscience. — 2021. — Vol. 34. — № 3. — P. 338–344. doi: 10.5713/ab.21.0010.
3. Farr M. M. Sulfamerazine therapy in experimental cecal coccidiosis of chickens / M. M. Farr, E. E. Wehr // The Journal of Parasitology. — 1945. — Vol. 31. — № 6. — P. 353–358. doi: 10.2307/3273032.
4. Moore P. R. Use of sulfasuxidine, streptothricin, and streptomycin in nutritional studies with the chick / P. R. Moore et al. // Journal of Biological Chemistry. — 1946. — Vol. 165. — № 2. — P. 437–441. doi: 10.1016/S0021-9258(17)41154-9.
5. Whitehill A. R. Stimulatory effect of aureomycin on the growth of chicks / A. R. Whitehill, J. J. Oleson, B. L. Hutchings // Experimental Biology and Medicine. — 1950. — Vol. 74. — № 1. — P. 11–13. doi: 10.3181/00379727-74-17793.
6. Carpenter L. E. The effect of antibiotics and vitamin B12 on the growth of swine / L. E. Carpenter // Archives of Biochemistry and Biophysics. — 1951. — Vol. 32. — № 2. — P. 187–191. doi: 10.1016/0003-9861(51)90252-4.
7. Cunha T. J. A comparison of aureomycin, streptomycin, penicillin and an aureomycin-B12 feed supplement for the pig / T. J. Cunha, G. B. Meadows,

- H. M. Edwards et al. // Archives of Biochemistry. — 1951. — Vol. 30. — № 2. — P. 269–271.
8. Luecke R. W. The growth promoting effects of various antibiotics on pigs / R. W. Luecke, F. Thorp, H. W. Newland et al. // Journal of Animal Science. — 1951. — Vol. 10. — № 2. — P. 538–542. doi: 10.2527/jas1951.102538x.
9. Becker D. E. Supplementary protein and the response of the pig to antibiotics / D. E. Becker, S. W. Terrill, R. A. Noetzold // Journal of Animal Science. — 1955. — Vol. 14. — № 2. — P. 492–498. doi: 10.2527/jas1955.142492x.
10. Cromwell G. L. Why and how antibiotics are used in swine production / G. L. Cromwell // Animal Biotechnology. — 2002. — Vol. 13. — № 1. — P. 7–27. doi: 10.1081/ABIO-120005767.
11. Kim S. W. Nonruminant nutrition symposium on natural phytobiotics for health of young animals and poultry: mechanisms and application / S. W. Kim, M. Z. Fan, T. J. Applegate // Journal of Animal Science. — 2008. — Vol. 86. — № 14, suppl. — P. 138–139. doi: 10.2527/jas.2007-0769.
12. Casewell M. The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for human and animal health / M. Casewell et al. // Journal of Antimicrobial Chemotherapy. — 2003. — Vol. 52. — P. 159–161. doi: 10.1093/jac/dkg313.
13. Sneeringer S. The U.S. and EU animal pharmaceutical industries in the age of antibiotic resistance / S. Sneeringer, M. Bowman, M. Clancy. — Washington, DC, USA : USDA, 2019. — 50 p.
14. Schoenmakers K. How China is getting its farmers to kick their antibiotics habit / K. Schoenmakers // Nature. — 2020. — Vol. 586. — P. S60–S62. doi: 10.1038/d41586-020-02889-y.
15. Liu R. H. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action / R. H. Liu // The Journal of Nutrition. — 2004. — Vol. 134. — № 12. — P. 3479–3485. doi: 10.1093/jn/134.12.3479S.
16. Kikusato M. Phytobiotics to improve health and production of broiler chickens: functions beyond the antioxidant activity / M. Kikusato // Animal Bioscience. — 2021. — Vol. 34. — № 3. — P. 345–353. doi: 10.5713/ab.20.0842.
17. Timofeev N. P. Phytobiotics in World Practice: Plant Species and Active Ingredients, Efficiency and Limitations, Prospects (Review) / N. P. Timofeev // Agrarian Science of the Euro-North-East. — 2021. — Vol. 22. — № 6. — P. 804–825.
18. Bagno O. A. Phytobiotics in Farm Animal Feeding / O. A. Bagno, O. N. Prokhorov, et al. // Agricultural Biology. — 2018. — Vol. 53. — № 4. — P. 687–697. doi: 10.15389/agrobiol.2018.4.687rus.
19. Podobed L. I. Phytobiotics in animal feeding / L. I. Podobed // Animal Husbandry of Russia. — 2019. — № S2. — P. 34–35.
20. Popova G. M. On the possibilities of using phytobiotic additives in the diets of farm animals / G. M. Popova, B. S. Nurzhanov, G. K. Duskaev // Animal Husbandry and Forage Production. — 2023. — Vol. 106. — № 2. — P. 127–135. doi: 10.33284/2658-3135-106-2-127.
21. Sizentsov A. N. Improving the nutritional characteristics of fish using phytobiotics and probiotics in feeding (review) / A. N. Sizentsov, E. P. Miroshnikova, et al. // Agrarian Bulletin of the Urals. — 2023. — № 3. — P. 52–63. doi: 10.32417/1997-4868-2023-232-03-52-63.
22. Cherkashina N. V. Analysis of the current state of the problem of using antibiotics as a feed additive / N. V. Cherkashina et al. // Agrarian Bulletin of the Urals. — 2011. — № 3 (82). — P. 39–42.
23. Timofeev N. P. Phytobiotics in world practice: plant species and active substances, efficiency and limitations, perspectives (review) / N. P. Timofeev // Agricultural Science Euro-North-East. — 2021. — Vol. 22. — P. 804–825. doi: 10.30766/2072-9081.2021.22.6.804-825.
24. Nikanova L. A. The role of biologically active substances — phytoextracts of larch bark in pig productivity / L. A. Nikanova, V. I. Maksimov, K. A. Berezova // Bulletin of OrelSAU. — Orel. — 2024. — № 1 (106). — P. 47–50. doi: 10.17238/issn2587-666X.2024.1.47.
25. Windisch W. Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry / W. Windisch, K. Schedle, C. Plitzner et al. // Journal of Animal Science. — 2008. — Vol. 86. — P. 140–148.
26. Mohammadi Gheisar M. Phytobiotics in poultry and swine nutrition — a review / M. Mohammadi Gheisar, I. H. Kim // Italian Journal of Animal Science. — 2017. — Vol. 17. — № 1. — P. 92–99. doi: 10.1080/1828051X.2017.1350120.
27. Kiczorowska B. The natural feed additives as immunostimulants in monogastric animal nutrition — a review / B. Kiczorowska, W. Samolińska, A. R. M. Al-Yasiry et al. // Annals of Animal Science. — 2017. — Vol. 17. — № 3. — P. 605–625. doi: 10.1515/aoas-2016-0076.
28. Huyghebaert G. An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers / G. Huyghebaert, R. Ducatelle, F. Van Immerseel // Veterinary Journal. — 2011. — Vol. 187. — № 2. — P. 182–188.
29. Bakkali F. Biological effects of essential oils — a review / F. Bakkali, S. Averbeck, D. Averbeck et al. // Food and Chemical Toxicology. — 2008. — Vol. 46. — № 2. — P. 446–475.
30. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods — a review / S. Burt // International Journal of Food Microbiology. — 2004. — Vol. 94. — № 3. — P. 223–253.
31. Pandey S. Cutting-edge knowledge on the roles of

- phytobiotics and their proposed modes of action in swine / S. Pandey, E.S. Kim, J.H. Cho et al. // *Frontiers in Veterinary Science*. — 2023. — Vol. 10. — Article 1265689. doi: 10.3389/fvets.2023.1265689.
32. Krauze M. Phytobiotics, a natural growth promoter for poultry / M. Krauze // *Advanced studies in the 21st century animal nutrition* / ed. by L. Babinszky, J. Oliveira, E. Mauro Santos. — London : IntechOpen Limited, 2021.
 33. Lillehoj H. Phytochemicals as antibiotic alternatives to promote growth and enhance host health / H. Lillehoj, Y. Liu, S. Calsamiglia et al. // *Veterinary Research*. — 2018. — Vol. 49. — № 1. — Article 76. doi: 10.1186/s13567-018-0562-6.
 34. Manzanilla E. Effect of plant extracts and formic acid on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs / E. Manzanilla, J. Perez, M. Martin et al. // *Journal of Animal Science*. — 2004. — Vol. 82. — № 11. — P. 3210–3218. doi: 10.2527/2004.82113210x.
 35. Jang I. Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens / I. Jang, Y. Ko, S. Kang et al. // *Animal Feed Science and Technology*. — 2007. — Vol. 134. — № 3-4. — P. 304–315. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2006.06.009.
 36. Diaz-Sanchez S. Botanical alternatives to antibiotics for use in organic poultry production / S. Diaz-Sanchez et al. // *Poultry Science*. — 2015. — Vol. 94. — № 6. — P. 1419–1430. doi: 10.3382/ps/pev014.
 37. Costa L. Herbal extracts and organic acids as natural feed additives in pig diets / L. Costa, F. Luciano et al. // *South African Journal of Animal Science*. — 2013. — Vol. 43. — № 2. — P. 181–193.
 38. Kim J. D. Effects of feed additive as an alternative for antibiotics on growth performance and feed cost in growing-finishing pigs / J. D. Kim, J. A. Sherwin, K. S. Shim // *Korean Journal of Organic Agriculture*. — 2010. — Vol. 18. — № 2. — P. 233–244. doi: 10.3390/ani13020200.
 39. Li P. Effects of Adding Essential Oil to the Diet of Weaned Pigs on Performance, Nutrient Utilization, Immune Response and Intestinal Health / P. Li, X. Piao, Y. Ru et al. // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. — 2012. — Vol. 25. — № 11. — P. 1617–1626. doi: 10.5713/ajas.2012.12292.
 40. Mohammadi Gheisar M. Inclusion of phytogetic blends in different nutrient density diets of meat-type ducks / M. Mohammadi Gheisar, Y. M. Im, H. H. Lee et al. // *Poultry Science*. — 2015. — Vol. 94. — № 12. — P. 2952–2958. doi: 10.3382/ps/pev301.
 41. Kumar M. Application of herbal feed additives in animal nutrition — a review / M. Kumar, V. Kumar, D. Roy et al. // *International Journal of Livestock Research*. — 2014. — Vol. 4. — № 1. — P. 1–8.
 42. Iranparast F. The effect of oral consumption of guggul (*Commiphora mukul*) resin on performance and humoral immunity response of broilers / F. Iranparast, S. Parsaei et al. // *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*. — 2014. — Vol. 2. — № 3. — P. 802–810.
 43. Bakht J. Antimicrobial potentials of fresh *Allium cepa* against gram positive and gram negative bacteria and fungi / J. Bakht et al. // *Pakistan Journal of Botany*. — 2013. — Vol. 45. — № S1. — P. 1–6.
 44. Al-Mariri A. In vitro antibacterial activity of several plant extracts and oils against some gram-negative bacteria / A. Al-Mariri, M. Safi // *Iranian Journal of Medical Sciences*. — 2014. — Vol. 39. — № 1. — P. 36–43.
 45. Trukhachev V. I. Use of phytobiotics in feeding monogastric animals (review) / V. I. Trukhachev, M. I. Selivanova, A. Yu. Zagarin // *Bulletin of the Timiryazev Agricultural Academy*. — 2023. — № 1 (4). — P. 126–143. doi: 10.26897/0021-342X-2023-4-126-143.
 46. Nikanova L. A. Effect of larch bark extract on the metabolic status and productivity of piglets / L. A. Nikanova, O. A. Artemyeva // *Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology*. — 2024. — № 2 (50). — P. 285–291.
 47. Liu H. N. Effects of dietary supplementation of quercetin on performance, egg quality, cecal microflora populations, and antioxidant status in laying hens / H. N. Liu, Y. Liu, L. L. Hu et al. // *Poultry Science*. — 2014. — Vol. 93. — № 2. — P. 347–353. doi: 10.3382/ps.2013-03225.
 48. Manafi M. Comparison study of a natural non-antibiotic growth promoter and a commercial probiotic on growth performance, immune response and biochemical parameters of broiler chicks / M. Manafi // *Journal of Poultry Science*. — 2015. — Vol. 52. — № 4. — P. 274–281. doi: 10.2141/jpsa.0150027.
 49. Soyadi Y. Phytobiotics in Poultry Industry as Growth Promoters, Antimicrobials and Immunomodulators — A Review / Y. Soyadi, W. Abd El-Ghany // *Journal of World's Poultry Research*. — 2020. — Vol. 10. — № 4. — P. 571–579. doi: 10.36380/jwpr.2020.65.
 50. Agarwal C. In vitro antioxidant and antibacterial activities with polyphenolic profiling of wild cherry, the European larch and sweet chestnut tree bark / C. Agarwal, T. Hofmann, M. Vršanský et al. // *European Food Research and Technology*. — 2021. — Vol. 247. — № 9. — P. 2355–2370. doi: 10.1007/s00217-021-03796-w.
 51. Chrubasik S. Zingiberis rhizoma: a comprehensive review on the ginger effect and efficacy profiles / S. Chrubasik, M. H. Pittler, B. D. Roufogalis // *Phytomedicine*. — 2005. — Vol. 12. — № 9. — P. 684–701. doi: 10.1016/j.phymed.2004.07.009.
 52. Platel K. Stimulatory influence of select spices on bile secretion in rats / K. Platel, K. Srinivasan // *Nutri-*

- tion Research. — 2000. — Vol. 20. — № 10. — P. 1447–1456. doi: 10.1016/S0271-5317(00)00233-5.
53. Rao R. R. In vitro influence of spices and spice-active principles on digestive enzymes of rat pancreas and small intestine / R. R. Rao et al. // *Nahrung*. — 2003. — Vol. 47. — № 6. — P. 408–412.
 54. Kroismayr A. Effects of essential oils or Avilamycin on gut microbiology and blood parameters of weaned piglets / A. Kroismayr, J. Sehm, M. Pfaffl et al. // *Czech Journal of Animal Science*. — 2008. — Vol. 53. — № 9. — P. 377–387.
 55. Kyriakis S. C. Control of post weaning diarrhea syndrome of piglets by in-feed application of *Origanum* essential oils / S. C. Kyriakis, K. Sarris et al. // *Proceedings of the 15th IPV Congress*. — Birmingham, UK, 5-9 July, 1998. — Vol. 3. — P. 218.
 56. Zadorozhnaya M. V. Use of betulin in poultry farms to enhance post-vaccination antiviral immunity in birds. / M. V. Zadorozhnaya, S. B. Lysko et al. // *Bulletin of Omsk State Agrarian University*. — 2012. — № 4 (8). — P. 97–91.
 57. Lysko S. B. Immunomodulatory efficacy of pine-based herbal preparations for vaccination of broiler chickens against Newcastle disease. / S. B. Lysko, M. V. Zadorozhnaya et al. // *Poultry farming*. — Sergiev Posad. — 2023. — № 5. — P. 70–74.
 58. Zaki M. M. Effect of certain phytobiotics on the immune response of Newcastle disease vaccinated broiler chickens / M. M. Zaki et al. // *Asian Journal of Poultry Science*. — 2016. — Vol. 10. — № 3–4. — P. 134–140. doi: 10.3923/ajpsaj.2016.134.140.
 59. Ahmed S. T. Effects of resveratrol and essential oils on growth performance immunity, digestibility and fecal microbial shedding in challenged piglets / S. T. Ahmed et al. // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. — 2013. — Vol. 26. — № 5. — P. 683–690. doi: 10.5713/ajas.2012.12683.
 60. Frankic T. Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition / T. Frankic, M. Voljg, J. Salobir et al. // *Acta Agriculturae Slovenica*. — 2009. — Vol. 92. — № 2. — P. 95–102.
 61. Daka D. Antibacterial effect of garlic (*Allium sativum*) on *Staphylococcus aureus*: An in vitro study / D. Daka // *African Journal of Biotechnology*. — 2013. — Vol. 10. — № 4. — P. 666–669.
 62. Gautam R. K. Drug resistance and antifungal activity of garlic and neem extracts on *Candida* spp. isolates from HIV-infected patients / R. K. Gautam, A. P. Garg // *International Journal of Advanced Pharmaceutical Research*. — 2013. — Vol. 4. — № 4. — P. 1426–1433.
 63. Pourali M. Effects of garlic powder on productive performance and immune response of broiler chickens challenged with Newcastle Disease virus / M. Pourali, S. A. Mirghelenj, H. Kermanshahi // *Global Veterinaria*. — 2010. — Vol. 4. — № 6. — P. 616–621.
 64. Toghyani M. Evaluation of cinnamon and garlic as antibiotic growth promoter substitutions on performance, immune responses, serum biochemical and haematological parameters in broiler chicks / M. Toghyani, M. Toghyani et al. // *Livestock Science*. — 2011. — Vol. 138. — № 1-3. — P. 167–173.
 65. Mahmood S. Comparative efficacy of *Nigella sativa* and *Allium sativum* as growth promoters in broilers / S. Mahmood, M. Mushtaq-Ul-Hassan, M. Alam et al. // *International Journal of Agriculture and Biology*. — 2009. — Vol. 11. — № 6. — P. 775–778.
 66. Elagib H. A. A. Effect of dietary garlic (*Allium sativum*) supplementation as feed additive on broiler performance and blood profile / H. A. A. Elagib, W. I. A. El-Amin et al. // *Journal of Animal Science Advances*. — 2013. — Vol. 3. — № 2. — P. 58–64.
 67. Hanieh H. Modulatory effects of two levels of dietary Alliums on immune response and certain immunological variables, following immunization, in White Leghorn chickens / H. Hanieh, K. Narabara, M. Piao et al. // *Animal Science Journal*. — 2010. — Vol. 81. — № 6. — P. 673–680.
 68. Grela E. R. Effect of inulin and garlic supplementation in pig diets / E. R. Grela, K. Pietrzak, S. Sobolewska et al. // *Annals of Animal Science*. — 2013. — Vol. 13. — № 1. — P. 63–71.
 69. Czech A. The effect of a herbal extract used in pig fattening on the animals' performance and blood components / A. Czech, E. Kowalczyk, E. Grela // *Annales UMCS, Zootechnica*. — 2009. — Vol. 27. — № 3. — P. 25–32.
 70. Lee S. D. The effect of ginger extracts on the antioxidant capacity and IgG concentrations in the colostrum and plasma of neo-born piglets and sows / S. D. Lee, J. H. Kim et al. // *Livestock Science*. — 2013. — Vol. 154. — № 1–3. — P. 117–122.
 71. Nabi F. Editorial: Treatment of animal diseases with veterinary phytotherapy / F. Nabi, D. Shi, Q. Wu et al. // *Frontiers in Veterinary Science*. — 2023. — Vol. 10. — Article 1171987. doi: 10.3389/fvets.2023.1171987.
 72. Nabi F. An updated review on efficiency of penthorum chinense pursh in traditional uses, toxicology, and clinical trials / F. Nabi, J. Ahmed, W. Tao et al. // *BioMed Research International*. — 2023. — Vol. 2023. — Article 4254051. doi: 10.1155/2023/4254051.
 73. Nabi F. Effect of in ovo trace element supplementation on immune-related cells of the small intestine of post-hatched broiler chicken / F. Nabi, M. A. Arain, S. A. Fazlani et al. // *Biological Trace Element Research*. — 2022. — Vol. 201. — № 5. — P. 1–10. doi: 10.1007/s12011-022-03492-0.
 74. Wu S. Challenges of fluoride pollution in environment: mechanisms and pathological significance of toxicity—a review / S. Wu, Y. Wang et al. // *En-*

- vironmental Pollution. — 2022. — Vol. 304. — Article 119241. doi: 10.1016/j.envpol.2022.119241.
75. Botsoglou N. A. The effects of dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage / N. A. Botsoglou, S. H. Grigoropoulou et al. // Meat Science. — 2003. — Vol. 65. — № 3. — P. 1193–1200. doi: 10.1016/S0309-1740(03)00029-9.
 76. Cuppett S. L. Antioxidant activity of the Labiatae / S. L. Cuppett, C. A. Hall // Advances in Food and Nutrition Research. — 1998. — Vol. 42. — P. 245–271. doi: 10.1016/s1043-4526(08)60097-2.
 77. Janz J. A. M. Preliminary investigation of the effects of low-level dietary inclusion of fragrant essential oils and oleoresins on pig performance and pork quality / J. A. M. Janz, P. C. H. Morel, B. H. P. Wilkinson et al. // Meat Science. — 2007. — Vol. 75. — № 2. — P. 350–355. doi: 10.1016/j.meatsci.2006.06.027.
 78. Saeed M. In ovo delivery of various biological supplements, vaccines and drugs in poultry: current knowledge / M. Saeed, M. A. Arain, D. Babazadeh et al. // Journal of the Science of Food and Agriculture. — 2019. — Vol. 99. — № 8. — P. 3727–3739.
 79. Wang Q. Monomeric compounds from traditional Chinese medicine: new hopes for drug discovery in pulmonary fibrosis / Q. Wang, W. Li, H. Hu et al. // Biomedicine & Pharmacotherapy. — 2023. — Vol. 159. — Article 114226. doi: 10.1016/j.biopha.2023.114226.
 80. Saeed M. A comprehensive review on the health benefits and nutritional significance of fucoidan polysaccharide derived from brown seaweeds in human, animals and aquatic organisms / M. Saeed et al. // Aquaculture Nutrition. — 2021. — Vol. 27. — № 3. — P. 633–654. doi: 10.1111/anu.13233.
 81. Kamatou G.P.P. A review of the application and pharmacological properties of α -bisabolol and α -bisabolol-rich oils / G. P. P. Kamatou, A. M. Viljoen // Journal of the American Oil Chemists' Society. — 2010. — Vol. 87. — № 1. — P. 1–7. doi: 10.1007/s11746-009-1483-3.
 82. Kim T. V. Hepatoprotective activity of betulonic acid and its derivatives in experimental polychemotherapy / T. V. Kim, O. R. Grek et al. // Bulletin of Medical Academic Science. — 2010. — № 1. — P. 28–29.
 83. Adepoju F. O. Pharmacological Potential of Betulin as a Multitarget Compound / F. O. Adepoju et al. // Biomolecules. — 2023. — Vol. 13. — № 7. — Article 1105. doi: 10.3390/biom13071105.

Сведения об авторах:

Никанова Людмила Анатольевна — доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»; 142132, Российская Федерация, Московская область, г.о. Подольск, пос. Дубровицы, д. 60; e-mail: nikanovala@mail.ru.

Максимов Владимир Ильич — доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры физиологии, фармакологии и токсикологии им. А. Н. Голикова и И. Е. Мозгова; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина»; 109472, Российская Федерация, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23; e-mail: dr.maximov@gmail.com.

Березова Ксения Алексеевна — аспирант; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»; 142132, Российская Федерация, Московская область, г.о. Подольск, пос. Дубровицы, д. 60; e-mail: voshaisreal@yandex.ru.

Authors:

Nikanova Lyudmila Anatolyevna — Dr Habil. (Biol. Sci.), leading scientific researcher of Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals; Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst, Dubrovitsy 60, Podolsk Municipal District, Moscow Region, 142132, Russia; e-mail: nikanovala@mail.ru.

Maksimov Vladimir Ilyich — Dr Habil. (Biol. Sci.), professor, professor of the Department of Physiology, Pharmacology and Toxicology named after A. N. Golikov and I. E. Mozgov; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA named after K. I. Skryabin», Academician Skryabin street 23, Moscow, 109472, Russia; e-mail: dr.maximov@gmail.com.

Berezova Ksenia Alekseevna — postgraduate student; Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst, Dubrovitsy 60, Podolsk Municipal District, Moscow Region, 142132, Russia; e-mail: voshaisreal@yandex.ru.