

ФИТОБИОТИКИ В КОРМЛЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ*

(обзор)

О.А. БАГНО¹, О.Н. ПРОХОРОВ¹, С.А. ШЕВЧЕНКО², А.И. ШЕВЧЕНКО^{2, 3}, Т.В. ДЯДИЧКИНА¹

Полная реализация генетического потенциала продуктивности сельскохозяйственных животных в условиях промышленных технологий невозможна без введения в состав рационов различных биологически активных добавок, обеспечивающих повышение продуктивности и нормализацию показателей гомеостаза (Р.Р. Ахмедханова с соавт., 2010). Первыми такими добавками стали кормовые антибиотики, применявшиеся во второй половине XX века практически повсеместно и во всех отраслях животноводства (R.I. Castillo-Lopez с соавт., 2017). Однако оказалось, что чрезмерное и неконтролируемое использование антибиотических средств неблагоприятно воздействует на организм животных и птицы. Микроорганизмы, мутируя, приобретают устойчивость к антибиотикам, тем самым исключая положительный эффект препарата. Кроме того, имеют место кумулятивные и токсические эффекты (С.М. Алиева с соавт., 2017). В связи с этим в мире возникла и во многих странах последовательно реализуется тенденция к полному или частичному отказу от таких препаратов. В последние годы многие ученые и практики, работающие в области кормления животных, обратили внимание на фитобиотики — биологически активные вещества, образующиеся в растениях (W. Windisch и соавт., 2006). Эмпирические знания о том, что в отсутствие свободного выгула животные, включая плотоядных, должны получать с кормом зеленые или хотя бы высушенные растения, человечество приобрело одновременно с началом domestikации представителей дикой фауны. Целенаправленное изучение биологически активных компонентов растений как составных частей кормовых рационов, их влияния на организм, а также работы по получению стандартизированных фитобиотических препаратов для животноводства, в том числе комплексных, проводятся лишь в последние два-три десятилетия (Н.М. Казачкова, 2017). При оценке воздействия на экстерьерные и интерьерные показатели животных используют свежие и высушенные растения, их смеси, хвойную и травяную муку различного состава, выделенные из растений биологически активные вещества, в частности эфирные масла, комплексы фитобиотиков, в основном с микроэлементами и пробиотиками (Н.А. Табаков с соавт., 2008). Основные причины, по которым фитогенные кормовые добавки используются в животноводстве, — улучшение переваримости кормов, антимикробная эффективность, использование в соответствии со стратегией по замене кормовых антибиотиков, стимуляция роста. Отмечено также их противовоспалительное действие, высокий коэффициент конверсии корма и большее потребление корма животными (Л.С. Игнатович, 2017). Установлено, что растительные иммуномодулирующие кормовые добавки улучшают функции иммунной системы, оказывают существенное влияние на состояние здоровья животных и птицы и улучшают производственные показатели (В. Kiczorowska с соавт., 2017). К факторам, определяющим актуальность разработки высокоэффективных фитобиотиков и их применения в животноводстве и птицеводстве, следует также отнести высокую рентабельность производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции и задачу повышения качества жизни населения.

Ключевые слова: фитобиотики, пробиотики, кормовые антибиотики, кормление животных, крупный рогатый скот, свиньи, птица, продуктивность, гомеостаз.

Применение кормовых добавок в современном животноводстве и птицеводстве необходимо для предотвращения негативного действия некоторых факторов кормления и содержания (1). Последние, в частности, вызывают угнетение функции иммунитета, вследствие чего животные и птица становятся более подверженными различным заболеваниям. Кроме того, искажается действие многих физиологических систем организма, что неизбежно ухудшает качество продукции (2).

В последние годы внимание уделяется технологиям, базирующимся

* Статья подготовлена в рамках соглашения с Минобрнауки России от 3.10.2017 года № 14.610.21.0016 «Разработка и внедрение новой серии высокоэффективных фитобиотических кормовых добавок на основе экстрактов лекарственных растений для перехода к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству». Уникальный идентификатор проекта RFMEF161017X0016.

на комплексном учете важнейших биотехнологических факторов и заимствованиях из живой природы. Так, альтернативой синтетическим кормовым антибиотикам могут стать фитобиотики — биологически активные вещества, обладающие антибиотическими свойствами (3). В современной литературе фитобиотики (фитогенные кормовые добавки или растительные препараты) определяются как натуральные добавки растительного происхождения, обладающие разнообразным действием на организм (антимикробным, противовирусным, иммуномодулирующим, противогрибковым, противовоспалительным) и используемые в кормлении животных с целью повышения их продуктивности и улучшения качества пищевых продуктов животного происхождения (4, 5).

Целью настоящего обзора стало изучение современного состояния вопроса о применении фитобиотиков в кормлении сельскохозяйственных животных на основе анализа научных публикаций в ведущих российских и зарубежных журналах, базах данных диссертаций, монографий, патентов.

История масштабного применения фитобиотиков в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы неразрывно связана с запретом в странах Европейского союза на применение всех видов кормовых антибиотиков. Чрезмерное и неконтролируемое использование антибиотических средств неблагоприятно воздействует на организм животных и птицы. Микроорганизмы, мутируя, приобретают устойчивость к антибиотикам, тем самым исключая положительный эффект препарата (6). Антибиотики также способны накапливаться в организме, что приводит к повышению их токсического влияния (7).

В 2004-2005 годах в Европейском союзе была разработана новая концепция кормления, исключающая использование кормовых антибиотиков и предусматривающая применение фитобиотиков. По биологическому происхождению, химическому составу и другим признакам выделяют следующие группы фитобиотиков: травы (цветковые, недревесные и недолговечные растения), специи (травы с интенсивным запахом или вкусом, обычно добавляемые в пищу), эфирные масла (летучие липофильные соединения, которые получают холодным отжимом, паровой или спиртовой дистилляцией) и смолы (живицы, экстракты, получаемые с помощью неводных растворителей). Эти вещества могут применяться в качестве антимикробных средств и должны стать доступными для использования в кормлении животных (8, 9). В ряде работ авторы указывают на существенные различия в количестве биологически активных веществ в зависимости от географического региона или времени сбора растений (10, 11). Так, эфирные масла, полученные после летнего сбора, сразу после цветения проявляют наибольшую антимикробную активность (12-14). В настоящее время производство фитобиотиков в странах Европейского союза достигло значительных объемов. К крупнейшим производителям фитобиотиков в мире относится компания «Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH», основанная в Германии в 2000 году. Основной продукт компании — Sangrovit®, натуральная растительная кормовая добавка для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных (15).

Значительное внимание уделяется антимикробным (10, 13, 16-18) и иммуностимулирующим свойствам (19-22) растительных эфирных масел. Исследованы антимикробные эффекты 96 различных эфирных масел, а также 23 их действующих веществ. Показано, что коричный альдегид, тимол, карвакрол и эвгенол проявляют сильнейшую антибактериальную активность против штаммов *Escherichia coli*, *Salmonella enterica* и *Listeria monocytogenes* (23). Установлено положительное влияние эфирного масла

Origanum syriacum, добавляемого в рацион бройлеров при тепловом стрессе, на продуктивность и гистологию кишечника птицы (24).

Антимикробная активность эфирных масел не определяется единственным механизмом действия и направлена на несколько различных целей в микробной клетке (25, 26). Эфирные масла способны дестабилизировать и изменять проницаемость бактериальных мембран (27-30). Эти изменения приводят к высвобождению ионов из клетки в окружающую среду (31), а также изменению протонного градиента и истощению внутриклеточных запасов АТФ (32, 33).

В отличие от пробиотиков, общее воздействие фитобиотиков на организм сельскохозяйственных животных и птицы связано не только с антимикробным эффектом, но и с их положительным влиянием на процессы пищеварения. Фитобиотики стимулируют выработку эндогенных ферментов, улучшая переваримость и усвоение питательных веществ кормов. Многие из них служат природными ароматизаторами, стимулирующими потребление корма, что положительно сказывается на продуктивности животных (34).

Особое влияние фитобиотические препараты оказывают на микробиологический состав кишечника, поддерживая микрофлору в оптимальном состоянии (35). Их использование стимулирует секрецию пищеварительных соков, оказывает позитивное влияние на морфофункциональные характеристики слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта. Более полное и продуктивное всасывание в тонком кишечнике приводит к уменьшению потерь ценных питательных веществ. В толстом кишечнике снижается риск развития нежелательной микрофлоры (36). Сообщается о положительном влиянии гелевой фитогенной добавки на показатели роста, усвояемость питательных веществ и морфологию кишечника у поросят-отъемышей (37).

М. Mohiti-Asli с соавт. (38) сравнили действие двух фитогенных смесей на рост и иммунный ответ у бройлеров. Добавление в рацион эфирного масла орегано положительно влияло на продуктивность и иммунитет цыплят-бройлеров. Рассматривается возможность применения растительных полифенолов для борьбы с окислительным стрессом и воспалительными процессами у сельскохозяйственных животных (39).

Фитобиотики относятся к природным стимуляторам роста (ПСР) и могут стать многообещающей заменой антибиотических стимуляторов роста в современном животноводстве (40). Различные ПСР, объединенные в сбалансированную смесь, эффективно противостоят вторжению патогенных организмов и последствиям неблагоприятных условий содержания (41).

Наиболее простой способ применения фитобиотиков — скормливание животным растений в нативном или сухом виде. Так, при использовании в кормлении птицы свежей крапивы и муки, приготовленной из нее, можно обеспечить восполнение потребности в протеине до 20 %, в витаминах — на 60-70 %, микроэлементах — на 100 % и сэкономить до 30 % комбикормов. Вкусовые качества яиц и мяса птицы, а также их биологическая ценность существенно повышаются (42). Травяная мука из серпухи венценосной обусловила увеличение яйценоскости у гусынь белой венгерской породы, массы яиц, оплодотворенности, выводимости и вывода (43). Включение в рацион цыплят-бройлеров коры дуба повышало поедаемость кормов и не оказывало отрицательного влияния на организм птицы, а применение экстракта коры дуба совместно с ферментным препаратом стимулировало процессы переваривания (44). Пихтовая хвойная мука рекомендуется для кормления всех сельскохозяйственных животных и птицы

в зимний и весенний периоды как альтернатива синтетическим добавкам. Скармливание хвойной муки лактирующим коровам способствовало повышению молочной продуктивности, улучшению витаминного состава молока и воспроизводительной функции, нормализации обмена веществ (45). В производственных испытаниях на птице мясного кросса препарата Пихтовит (ООО «Солагифт», Россия), разработанного на основе экстракта пихтовой хвои, у бройлеров опытной группы в сравнении с контролем улучшились гематологические показатели, а масса тела увеличилась на 4 % (46).

Представлены данные по использованию топинамбура в качестве ценной кормовой и лекарственной культуры. Топинамбур — это природный иммуномодулятор, который служит концентратом полисахарида инулина в комплексе с пектиновыми веществами, витаминами, незаменимыми аминокислотами, макро- и микроэлементами (47). Изучено действие водных экстрактов душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) и розмарина (*Rosmarinus officinalis* L.) на иммунитет, микробную популяцию кишечника и продуктивность цыплят-бройлеров. Экстракты этих трав повышали иммунитет бройлеров, балансировали микрофлору кишечника, необходимо для процессов пищеварения и защиты от энтеропатогенных микроорганизмов, а также улучшали продуктивные качества птицы (48).

Введение в рацион кур-несушек многокомпонентных кормовых добавок, состоящих из муки из крапивы двудомной (0,3-1,0 %), хвои стланика кедрового (0,2-1,0 %), ламинарии (0,5 %), пижмы обыкновенной (0,5-1,0 %) и тысячелистника обыкновенного (0,5-1,5 %), эффективно для обогащения рационов питательными и биологически активными веществами (49).

При выращивании бройлеров в качестве фитобиотической альтернативы антибиотикам может использоваться добавка порошка корицы (*Cinnamomum cassia* L.) в количестве 0,5 % от массы рациона (50). Добавка из граната обыкновенного (*Punica granatum* L.) улучшала иммунитет и микробную экосистему кишечника бройлеров наряду с уменьшением выброса газов с пометом (51). Смола босвеллии пильчатой (*Boswellia serrata* Roxb. ex Colebr.) также рассматривается как безопасная и эффективная биологически активная добавка для бройлеров, положительно влияющая на продуктивность птицы (52).

Применение чабреца (тимьяна) (*Thymus serpyllum* L.) в качестве фитогенной кормовой добавки в свиноводстве способствует снижению степени интоксикации организма, стрессогенного воздействия на иммунную систему, стабилизирует эндоэкологическую ситуацию и баланс гастроинтестинальной микрофлоры в кишечнике, повышает привлекательность и поедаемость корма, эффективность абсорбции эссенциальных нутриентов и в целом благоприятствует улучшению пищевого статуса животных, их оптимальному развитию и реализации генетического потенциала (53).

Эхинацея пурпурная *Echinacea purpurea* (L.) Moench характеризуется высокой биологической пластичностью, адаптивностью, экологической устойчивостью, продуктивным долголетием, кормовыми и лекарственными достоинствами, устойчивым плодоношением (54). В опытах на цыплятах-бройлерах при использовании эхинацеи пурпурной выявлено повышение интенсивности роста на 19,4 % по сравнению с контролем. Наибольший эффект получили при комбинировании эхинацеи с лактобифадолом. Использование этих средств в комплексе увеличивало прирост живой массы за весь период выращивания цыплят на 20,9 %, уменьшало затраты корма на 17,3 % и обеспечивало 100 % сохранность поголовья (55). При добавлении водно-спиртовых экстрактов из наземной части, корней или цельного растения эхинацеи пурпурной к питье-

вой воде среднесуточный прирост живой массы цыплят-бройлеров увеличивался на 3,3-12,5 %, а затраты корма на прирост снижались на 5,2-9,2 % по сравнению с контролем (56). Указывается на возможность использования цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) как кормовой добавки для увеличения продуктивности птицы (57). Сообщалось о положительное влияние фитобиотика Флорабис («ООО ИПК Абис», Россия), основу которого составляет комплекс тритерпеновых кислот пихты сибирской с ионами кобальта, в дозе 0,002 мл · гол.⁻¹ · сут⁻¹ на биохимические и иммунологические показатели крови у цыплят-бройлеров кросса ISA F 15, переваримость и усвояемость питательных веществ комбикорма (58).

Как правило, комплексные препараты оказывает более выраженное действие, чем каждый компонент в отдельности. В этом отношении интересны данные об исследованиях комплексных растительных концентратов с пробиотиком на основе бактерии *Bacillus subtilis* (59). В качестве фитобиотика используются ферментированные пробиотиком листья облепихи, а также смесь травы эхинацеи пурпурной с плодами расторопши пятнистой. Препарат в виде биологически активной добавки (БАД) ПроСтор («СВ-АгроТрейд», Россия) дополнительно содержит ассоциацию бактерий *Bacillus licheniformis*, лактобациллы, пребиотики — маннанолигосахариды клеточных стенок дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и пектины свекловичного жома. Скармливание лактирующим высокопродуктивным коровам комплексного растительного концентрата (листья облепихи) с пробиотиком на основе *Bacillus subtilis* положительно влияло на молочную продуктивность животных при снижении затрат кормов на единицу продукции (59). У быков, получавших БАД ПроСтор в возрасте 15-17 мес, живая масса к концу откорма была на 13,5 кг (3,1 %) выше по сравнению с контрольными аналогами. Затраты энергетических кормовых единиц оказались меньше в опытной группе: на 7 % по сравнению с контролем (59).

Добавка L-аргинин Про (Россия) содержит биоактивный хвойный экстракт древесной зелени сосны обыкновенной, обогащенный L-аргинином. Скармливание рациона, содержащего эту добавку в количестве 1 г/100 г комбикорма, обеспечивает стабильный и интенсивный рост ремонтного молодняка птицы, способствует увеличению яйценоскости кур-несушек на 46,8 %, массы яиц — на 4,7 г, улучшению морфологических показателей и качества яиц (60).

Использование биоактивных добавок Лактофит («Волгоградский НИТИ мясо-молочного скотоводства и переработки продукции животноводства РАСХН», Россия) (композиция биологически активных веществ — БАВ, топинамбура, свеклы, моркови, тыквы, расторопши, нута с концентратом лактулозы и яблочной кислотой) и Лактофлэкс того же производителя (композиция БАВ одуванчика, мяты, солодки, календулы, семян тыквы, расторопши, нута с концентратом лактулозы и янтарной кислотой) позволяет повысить живую массу кур-несушек, улучшить морфологический и биохимический состав крови, увеличить массовые и линейные показатели репродуктивных органов подопытной птицы и выход здорового ремонтного молодняка (61).

Натуральный заменитель кормовых антибиотиков Интебио (ранее выпускался под названием Микс-Ойл, ООО «Биотроф», Россия) — это смесь натуральных эфирных масел, обладающая антимикробной активностью, антиоксидантным действием и противовоспалительным эффектом. Введение фитобиотика Микс-Ойл в рацион супоросных свиноматок оказало положительное влияние на их подготовку к опоросу. В подсосный период добавка ускорила рост поросят и повысила их сохранность. В

опытной группе среднесуточный прирост живой массы поросят был выше на 16,5 %, а затраты кормов на 1 кг прироста — на 0,72 корм. ед. ниже по сравнению с контролем (62).

Применение в рационе новотельных коров фитопробиотика Провитол (ООО «Биотроф», Россия), который включает живые бактерии и композиции выделенных из растений эфирных масел с антиоксидантными свойствами, способствовало повышению поедаемости грубых кормов, а также значительно росту молочной продуктивности во время раздоя (63). При определении эффективности фитопробиотика Провитол в комбикормах для кур-несушек, содержащих зерно нового урожая, в контрольной группе установлено возрастное снижение продуктивности на 2,9 %, которому способствовал перевод птицы на зерно нового урожая. В то же время на этом фоне добавка Провитола в комбикорма для кур опытной группы повысила яйценоскость на 2,8 % по сравнению с предыдущим месяцем, а по сравнению с контролем во вторую фазу продуктивности — на 7,6 % (64).

Лабораторные исследования и производственные опыты доказали синергетический эффект эфирных масел и органических кислот, входящих в состав препарата Липтоза Премикс Эксперт (Liptosa Premix Expert, «Lipidos Toledo, S.A.», Испания), при использовании для ингибирования клостридий, сальмонеллы и кишечной палочки. Эфирные масла тимола, карвакрола, эвгенола применяются как сильные противовирусные, противомикробные, бактерицидные и иммуностимулирующие средства. Доказана чувствительность клостридий, сальмонеллы и *Escherichia coli* в анаэробных условиях к тимолу, карвакролу и маслу орегано (17, 32, 33, 65).

Производственная апробация фитобиотика Метс Плюс (Meth Plus, ООО «Левет-Агро» Республика Беларусь), разработанного в качестве альтернативы синтетическому метионину, была проведена на цыплятах кросса Ну-Line на стадии выращивания. Птица, получавшая в составе рациона Метс Плюс, по приросту живой массы превосходила стандарты, а однородность стада была более 80 % (66). При испытании на свиньях породы пьетрен 1 кг DL-метионина заменяли аналогичным количеством фитобиотика Метс Плюс, в результате чего у животных из опытной группы по сравнению с контрольными аналогами отмечали наибольшие среднесуточные приросты живой массы и наилучшую конверсию корма, повышались убойные показатели (66).

Активность фитобиотического препарата Биостронг® 510 (Biostrong® 510, «Delacon Biotechnik GmbH», Австрия) обуславливают ароматические вещества, анисовая и глюкуроновая кислоты, сапонины, тимол, борнеол, карвакрол, которые стимулируют биокаталитические и ферментные процессы в пищеварительном тракте птицы. Установлено, что Биостронг® 510 позволяет заменить кормовые антибиотики, обеспечивая высокую переваримость и использование основных питательных веществ комбикормов, а также сохранность птицы (67).

Фитобиотическая добавка Дигестаром® 1317 (Digestaron® 1317, «Micro-Plus Konzentrate GmbH», Германия) представляет собой комбинацию специй, растительных экстрактов и их эфирных масел, комплексно влияющих на аппетит животных и птицы. Установлено, что использование этой добавки в составе комбикорма для гусят, выращиваемых на мясо, способствует повышению сохранности, живой массы птицы, улучшению мясных качеств на фоне лучшего усвоения компонентов корма и снижения затрат корма на единицу продукции. Определена оптимальная доза скармливания добавки — 20 г/100 кг комбикорма (68, 69).

Фитобиотик Сангровит® WS (Sangrovit® WS, «Phytobiotics Futtermittelzusatzstoffe GmbH», Германия) стимулирует потребление корма, способствует лучшему функционированию пищеварительной системы птицы. Основное действующее вещество фитобиотика содержится в экстракте растения маклейя сердцевидная *Macleaya cordata* (Willd.) — 2,0-4,0 % в сушеных листьях и стеблях. Живая масса бройлеров, получавших Сангровит® WS с 17-х по 21-е сут выращивания из расчета 100 г/т воды, увеличилась на 1,5 %, а получавших этот препарат с 17-х по 21-е и с 27-х по 30-е сут — на 2,0 % по сравнению с контролем. Сохранность цыплят из опытных групп за 35 сут выращивания была выше на 1-4 % по сравнению с таковой в контроле (70).

Фитобиотик Лив 52 Вет (Liv 52 Vet, «The Himalaya Drug Company», Индия) содержит порошки различных лекарственных трав (каперс колючий, цикорий обыкновенный, паслен черный, терминалия аржуна, кассия западная, тысячелистник обыкновенный, тамариск галльский) и экстракты из смеси растительного сырья (эклипта белая, филантус нирури, берхавия раскидистая, тиноспора сердцелистная, редька посевная, эмблика лекарственная, свинчатка цейлонская, эмбелия смородиновая, терминалия хебула, дымянка лекарственная). В исследованиях при скармливании этого фитобиотика отмечали активизацию иммунной системы у гусей родительского стада: фагоцитарная активность была больше на 3,34-7,34 %, фагоцитарное число и индекс — соответственно на 22,51-37,13 и 14,23-18,37 % по сравнению с контролем (71). Использование добавки Лив 52 Вет в дозировке 200 и 250 г/т комбикорма оказывало иммуностимулирующее действие на организм гусят-бройлеров, способствовало стимуляции функций фагоцитов и росту устойчивости организма к заболеваниям, что привело к повышению сохранности птицы (72).

Рассматривается возможность использования растительных препаратов для производства функциональных яиц. Так, натуральные каротиноидные пигменты для птицы получают из люцерны, моркови, тыквы, лепестков календулы. Препарат Оро-Гло® 20 (Oro Glo® 20, «Kemin Europa N.V.», Бельгия), содержащий экстракт лепестков календулы, применяется в дозе 200-1000 г/т комбикорма с целью усиления интенсивности окраски желтка куриных яиц и накопления в них каротиноидов (73). Для повышения пищевых качеств перепелиных яиц на фоне недостаточного количества каротиноидов в комбикорме рекомендованы каротиносодержащие препараты (производитель «Биокол Агро», Россия) Биофон желтый (природный пигмент, полученный из экстракта лепестков бархатцев) и Биофон красный (из экстракта плодов красного перца) в дозах соответственно 600 и 500 г/т, а для наиболее яркого окрашивания желтка рекомендуются дозы 300 и 600 г/т корма (74).

Применение фитобиотиков в полной мере соответствует идеологии экологически чистого сельскохозяйственного производства и задачам улучшения качества жизни населения. Незначительные масштабы использования фитобиотиков в российском животноводстве обусловлены неразвитостью рынка отечественных препаратов этой группы, дороговизной импортных фитобиотических кормовых добавок, отсутствием запрета на кормовые антибиотики в России.

Таким образом, всестороннее изучение свойств растений, содержащих фитобиотические компоненты, использование современных технологий для получения и стандартизации этих компонентов, их экспериментальная и производственная апробация позволяют широко применять растительные экстракты в кормлении животных в качестве биологически ак-

тивных добавок последнего поколения на основе сырья естественного происхождения. В условиях интенсивных технологий животноводства фитобиотики нивелируют такие явления, как снижение иммунного и антиоксидантного статуса животных, обеспечивают повышение всех видов продуктивности за счет улучшения потребления, переваримости, усвояемости кормов, нормализации кишечной микрофлоры и гомеостаза в целом.

¹ФГБОУ ВО Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт,

650056 Россия, г. Кемерово, ул. Марковцева, 5,
e-mail: oaglazunova@mail.ru, oldao@mail.ru, dvadi-tanva@vandex.ru;

²ФГБОУ ВО Горно-Алтайский государственный университет,

649000 Россия, г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, 1,
e-mail: se-gal@list.ru ✉;

³ФГБНУ Горно-Алтайский НИИ сельского хозяйства,

649100 Россия, Республика Алтай, с. Майма, ул. Катунская, 2,
e-mail: shaisol60@mail.ru

Поступила в редакцию
2 апреля 2018 года

Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2018, V. 53, № 4, pp. 687-697

USE OF PHYTOBIOTICS IN FARM ANIMAL FEEDING (review)

O.A. Bagno¹, O.N. Prokhorov¹, S.A. Shevchenko^{2, 3}, A.I. Shevchenko^{2, 3}, T.V. Dyadichkina¹

¹Kemerovo State Agricultural Institute, 5, ul. Markovtseva, Kemerovo, 650056 Russia, e-mail oaglazunova@mail.ru, oldao@mail.ru, dyadi-tanya@yandex.ru;)

²Gorno-Altai State University, 1, ul. Lenkina, Gorno-Altai, 649000 Russia, e-mail se-gal@list.ru (✉ corresponding author);

³Gorno-Altai Research Institute of Agriculture, Federal Agency for Scientific Organizations. 2, ul. Katunskaya, s. Maiama, Altai Republic, Russia, e-mail shaisol60@mail.ru

ORCID:

Bagno O.A. orcid.org/0000-0003-4047-2355

Prokhorov O.N. orcid.org/0000-0003-1916-661X

Shevchenko S.A. orcid.org/0000-0003-4361-3168

Shevchenko A.I. orcid.org/0000-0002-7753-1761

Dyadichkina T.V. orcid.org/0000-0003-1432-1166

The authors declare no conflict of interests

Acknowledgements:

This article is prepared under the Agreement with the Ministry of Education and Science of the Russian Federation № 14.610.21.0016 of 03.10.2017 "Development and implementation of a new series of highly effective medicinal-plant-born phytobiotics for highly productive and environmentally friendly animal farming", the unique identifier RFMEF161017X0016

Received April 2, 2018

doi: 10.15389/agrobiol.2018.4.687eng

Abstract

Realization of genetic potential of animal productivity in modern commercial livestock breeding necessitates the use of various biologically active dietary additives to ensure animal performance and homeostasis (R.R. Akhmedkhanova et al., 2010). The first such additives were feed antibiotics used since 1950s all over the world (R.I. Castillo-Lopez et al., 2017). However, it turned out that the excessive and uncontrolled use of antibiotics adversely affects the body of animals and birds. Microorganisms, when mutating, acquire resistance to antibiotics, thereby reducing the positive effect of the drugs. In addition, their cumulative and toxic effects occur. Over time, this led to a ban on the use of all types of feed antibiotics in the European Union (S.M. Alieva et al., 2017). After revealing the negative effects of feed antibiotics, a new tendency emerged in the world. That was a trend towards complete or partial replacement of these drugs with probiotics, the living microorganisms which are symbionts of the normal gut microflora. Probiotics are proven effective in growing young farm animals of different species in the early postnatal period and now probiotics are increasingly being used. In recent years, many scientists and practitioners of animal feeding have paid much attention to phytobiotics, the plant-born bioactive substances (W. Windisch et al., 2006). The fact that animals, including carnivores, when restricted in free walking, must eat green or at least dried plants was an empirical knowledge that humanity acquired simultaneously with the beginning of animal domestication. Targeted study on the impact of dietary bioactive plant-born compounds of different origin on animal and poultry performance, and the development of standardized phytobiotic preparations for livestock, including complex phytobiotics, are in the focus during last two or three decades (N.M. Kazachkova, 2017). Exterior and interior parameters are estimated in animals fed with dietary green and dried plants, their mixtures, coniferous and herbal flour of various composition, plant extracts, in particular essential oils, and phytobiotic complexes enriched with microelements and

probiotics (N.A. Tabakov et al., 2008). The main benefit of phytogetic additives in livestock breeding is due to an improved feed digestibility, antimicrobial efficacy, the replacement of feed antibiotics, and growth stimulation. Their anti-inflammatory effect, better feed conversion and higher feed intake by animals are also noted (L.S. Ignatovich, 2017). Immune modulating plant-born fodder supplements have a significant effect on animal and poultry health and performance characteristics (B. Kiczorowska et al., 2017). High profitability of organic food production and animal and people wellness as a world trend are also the factors determining the relevance of the development of highly effective phytobiotics and their use in livestock and poultry farming.

Keywords: phytobiotics, probiotic, feed antibiotics, animal feeding, cattle, pigs, poultry, productivity, homeostasis.

REFERENCES

1. Akhmedkhanova R.R., Gamidov N.R. *Problemy razvitiya APK regiona*, 2010, 1(1): 73-77 (in Russ.).
2. Bushov A., Kurmanaeva V. *Ptitsevodstvo*, 2012, 1: 31-33 (in Russ.).
3. Gheisar M.M., Kim I.H. Phytobiotics in poultry and swine nutrition — a review. *Ital. J. Anim. Sci.*, 2018, 17(1): 92-99 (doi: 10.1080/1828051X.2017.1350120).
4. Świątkiewicz S., Arczewska-Włosek A., Józefiak D. Application of microalgae biomass in poultry nutrition. *World's Poult. Sci. J.*, 2015, 71: 663-672 (doi: 10.1017/S0043933915002457).
5. Windisch W., Schedle K., Plitzner C., Kroismayr A. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *J. Anim. Sci.*, 2008, 86(Suppl. 14): 140-148 (doi: 10.2527/jas.2007-0459).
6. Wegener H.C. Antibiotics in animal feed and their role in resistance development. *Curr. Opin. Microbiol.*, 2003, 6(5): 439-445 (doi: 10.1016/j.mib.2003.09.009).
7. Hao H., Cheng G., Iqbal Z., Ai X., Hussain H.I., Huang L., Dai M., Wang Y., Liu Z., Yuan Z. Benefits and risks of antimicrobial use in food-producing animals. *Front. Microbiol.*, 2014, 5: 288 (doi: 10.3389/fmicb.2014.00288).
8. Windisch W., Kroismayr A. The effect of phytobiotics on performance and gut function in monogastrics. *Biomim World Nutrition Forum. 2007*. Rezhim dostupa: <https://en.engormix.com/feed-machinery/articles/phytobiotics-on-performance-gut-function-in-monogastrics-t33528.htm>. Data obrashcheniya: 07.08.2018.
9. Castillo-Lypez R.I., Gutiérrezz-Grijalva E.P., Leyva-López N., López-Martínez L.X., Heredia J.B. Natural alternatives to growth-promoting antibiotics (GPA) in animal production. *J. Anim. Plant Sci.*, 2017, 27(2): 349-359.
10. Juliano C., Mattana A., Usai M. Composition and in vitro antimicrobial activity of the essential oil of *Thymus herba-barona* Loisel growing wild in Sardinia. *J. Essent. Oil Res.*, 2000, 12(4): 516-522 (doi: 10.1080/10412905.2000.9699578).
11. Faleiro M.L., Miguel M.G., Ladeiro F., Venancio F., Tavares R., Brito J.C., Figueiredo A.C., Barroso J.G., Pedro L.G. Antimicrobial activity of essential oils isolated from Portuguese endemic species of *Thymus*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 2002, 36(1): 35-40 (doi: 10.1046/j.1472-765X.2003.01259.x).
12. McGimpsey J.A., Douglas M.H., Van Klink J.L., Beaugard D.A., Perry N.B. Seasonal variation in essential oil yield and composition from naturalized *Thymus vulgaris* L. in New Zealand. *Flavour Frag. J.*, 1994, 9(6): 347-352 (doi: 10.1002/ffj.2730090613).
13. Marino M., Bersani C., Comi G. Antimicrobial activity of the essential oils of *Thymus vulgaris* L. measured using a bioimpedometric method. *J. Food Protect.*, 1999, 62(9): 1017-1023 (doi: 10.4315/0362-028X-62.9.1017).
14. Delaquis P.J., Stanich K., Girard B., Mazza G. Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *Int. J. Food Microbiol.*, 2002, 74(1-2): 101-109 (doi: 10.1016/S0168-1605(01)00734-6).
15. Jeroch H., Kozłowski K., Jeroch J., Lipinski K., Zdunczyk Z., Jankowski J. Efficacy of the phytogetic (*Papaveraceae*) additive Sangrovit® in growing monogastric animals. *Züchtungskunde*, 2009, 81(4): 279-293.
16. Si W., Gong J., Tsao R., Zhou T., Yu H., Poppe C., Johnson R., Du Z. Antimicrobial activity of essential oils and structurally related synthetic food additives towards selected pathogenic and beneficial gut bacteria. *J. Appl. Microbiol.*, 2006, 100: 296-305 (doi: 10.1111/j.1365-2672.2005.02789.x).
17. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods — a review. *Int. J. Food Microbiol.*, 2004, 94(3): 223-253 (doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022).
18. Dorman H.J.D., Deans S.G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.*, 2000, 88(2): 308-316 (doi: 10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x).
19. Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M. Biological effects of essential oils — a review. *Food Chem. Toxicol.*, 2008, 46(2): 446-475 (doi: 10.1016/j.fct.2007.09.106).
20. Ait-Ouazzou A., Cherrat L., Espina L., Lorán S., Rota C., Pagán R. The antimicrobial activity

- of hydrophobic essential oil constituents acting alone or in combined processes of food preservation. *Innov. Food Sci. Emerg.*, 2011, 12(3): 320-329 (doi: 10.1016/j.ifset.2011.04.004).
21. Adaszynska-Skwirzynska M., Szczerbinska D. Use of essential oils in broiler chicken production — a review. *Ann. Anim. Sci.*, 2017, 17(2): 317-335 (doi: 10.1515/aoas-2016-0046).
 22. Kiczorowska B., Samolińska W., Al-Yasiry A.R.M., Kiczorowski P., Winiarska-Mieczan A. The natural feed additives as immunostimulants in monogastric animal nutrition — a review. *Ann. Anim. Sci.*, 2017, 17(3): 605-625 (doi: 10.1515/aoas-2016-0076).
 23. Friedman M., Henika P.R., Mandrell R.E. Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enteric*. *J. Food Protect.*, 2002, 65(10): 1545-1560 (doi: 10.4315/0362-028X-65.10.1545).
 24. Konca Y., Cimen B., Yalcin H., Kaliber M., Beyzi S. Effect of hempseed (*Cannabis sativa* sp.) inclusion to the diet on performance, carcass and antioxidative activity in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Korean J. Food Sci. An.*, 2014, 34(2): 141-150 (doi: 10.5851/kosfa.2014.34.2.141).
 25. Skandamis P., Koutsoumanis K., Fasseas K., Nychas G.-J.E. Inhibition of oregano essential oil and EDTA on *Escherichia coli* O157: H7. *Ital. J. Food Sci.*, 2001, 13(1): 65-75.
 26. Carson C.F., Mee B.J., Riley T.V. Mechanism of action of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy. *Antimicrob. Agents Ch.*, 2002, 46(6): 1914-1920 (doi: 10.1128/AAC.46.6.1914-1920.2002).
 27. Sikkema J., de Bont J.A., Poolman B. Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiol. Mol. Biol. R.*, 1995, 59: 201-222.
 28. Ultee A., Kets E.P.W., Alberda M., Hoekstra F.A., Smid E.J. Adaptation of the food-borne pathogen *Bacillus cereus* to carvacrol. *Arch. Microbiol.*, 2000, 174(4): 233-238 (doi: 10.1007/s002030000199).
 29. Ultee A., Bennink M.H.J., Moezelaar R. The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *Appl. Environ. Microb.*, 2002, 68(4): 1561-1568 (doi: 10.1128/AEM.68.4.1561-1568.2002).
 30. Sikkema J., De Bont J.A.M., Poolman B. Interactions of cyclic hydrocarbons with biological membranes. *J. Biol. Chem.*, 1994, 269(11): 8022-8028.
 31. Cox S.D., Mann C.M., Markham J.L., Bell H.C., Gustafson J.E., Warmington J.R., Wyllie S.G. The mode of antimicrobial action of essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *J. Appl. Microbiol.*, 2000, 88(1): 170-175 (doi: 10.1046/j.1365-2672.2000.00943.x).
 32. Ultee A., Kets W.E.P., Smid E.J. Mechanism of action of carvacrol on the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *Appl. Environ. Microb.*, 1999, 65(10): 4606-4610.
 33. Davidson P.M. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. In: *Food microbiology fundamentals and frontiers*. M.P. Doyle, L.R. Beuchat, T.J. Montville (eds.). ASM Press, NY, 1997: 520-556 (doi: 10.1128/9781555815912.ch33).
 34. Nikolaev S.I., Melikhov V.V., Frolova M.V. *Vestnik Rossijskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2009, 2: 68 (in Russ.).
 35. Sukhanova S.F., Azaubaeva G.S. *Veterinarnyi vestnik Kurganskoi GSKHA*, 2015, 1: 55-59 (in Russ.).
 36. Juliani H.R., Koroch A.R., Simon J.E. Chemical diversity of essential oils of *Ocimum* species and their associated antioxidant and Antimicrobial Activity. In: *Essential oils and aromas: green extractions and applications*. F. Chemat, V.K. Varshney, K. Allaf (eds.). Dehradun, India, 2009.
 37. Upadhya S.D., Kim S.J., Kim I.H. Effects of gel-based phytogetic feed supplement on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics and intestinal morphology in weanling pigs. *J. Appl. Anim. Res.*, 2016, 44(1): 384-389 (doi: 10.1080/09712119.2015.1091334).
 38. Mohiti-Asli M., Ghanaatparast-Rashti M. Comparison of the effect of two phytogetic compounds on growth performance and immune response of broilers. *J. Appl. Anim. Res.*, 2017, 45(1): 603-608.
 39. Shapiro S., Guggenheim B. Inhibition of oral bacteria by phenolic compounds Part 1: QSAR analysis using molecular connectivity. *Quant. Struct.-Act. Relat.*, 1998, 17(4): 327-337 (doi: 10.1002/(SICI)1521-3838(199808)17:04<327::AID-QSAR327>3.0.CO;2-O).
 40. Delaquis P.J., Stanich K., Girard B., Mazza G. Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *Int. J. Food Microbiol.*, 2002, 74(1-2): 101-109 (doi: 10.1016/S0168-1605(01)00734-6).
 41. Molchanov A.A., Zhukova I.A., Antipin S.L. *Nauchnyi vestnik L'vovskogo natsional'nogo universiteta veterinarnoi meditsiny i biotekhnologii im. S.Z. Gzhitskogo*, 2016, 18(1-3): 76-81 (in Russ.).
 42. Egorov I.A. *Ptitsevodstvo*, 2014, 6: 22-24 (in Russ.).
 43. Khusnutdinov B., Gumarova G. *Ptitsevodstvo*, 2009, 10: 26-27 (in Russ.).
 44. Kazachkova N.M. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Innovatsionnye tekhnologii v obrazovanii i nauke»* [Proc. Int. Conf. "Innovative technologies in education and science"]. Cheboksary, 2017: 14-16 (in Russ.).
 45. Terent'ev V.I., Anikienko T.I. *Vestnik KrasGAU*, 2011, 5: 163-166 (in Russ.).
 46. Tabakov N.A., Kozina E.A., Ki-yu-an N.A., Ryabinina L.A. *Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo*, 2008, 6: 50-55 (in Russ.).
 47. Yaroshevich M.I., Vecher N.E. *Trudy BGU*, 2010, 4(2): 1-12 (in Russ.).

48. Franciosini M.P., Casagrande-Proietti P., Forte C., Beghelli D., Acuti G., Zanichelli D., dal Bosco A., Castellini C., Trabalza-Marinucci M. Effects of oregano (*Origanum vulgare* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) aqueous extracts on broiler performance, immune function and intestinal microbial population. *J. Appl. Anim. Res.*, 2016, 44(1): 474-479 (doi: 10.1080/09712119.2015.1091322).
49. Ignatovich L.S. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2017, 2(42): 75-81 (doi: 10.24411/1999-6837-2017-00012) (in Russ.).
50. Singh J., Sethi A.P.S., Sikka S.S., Chatli M.K., Kumar Pawan. Effect of cinnamon (*Cinnamomum cassia*) powder as a phytobiotic growth promoter in commercial broiler chickens. *Anim. Nutr. Feed Techn.*, 2014, 14(3): 471-479 (doi: 10.5958/0974-181X.2014.01349.3).
51. Ahmed T.S., Yang C.-J. Effects of dietary *Punica granatum* L. by-products on performance, immunity, intestinal and fecal microbiology, and odorous gas emissions from excreta in broilers. *J. Poul. Sci.*, 2017, 54: 157-166 (doi: 10.2141/jpsa.0160116).
52. Al-Yasiry A.R.M., Kiczorowska B., Samolińska W., Kowalczyk-Vasilev E., Kowalczyk-Pecka D. The effect of *Boswellia serrata* resin diet supplementation on production, hematological, biochemical and immunological parameters in broiler chickens. *Animal*, 2017, 11(11): 1890-1898 (doi: 10.1017/S1751731117000817).
53. Udintsev S.N., Zhilyakova T.P., Mel'nikov D.P. *Svinovodstvo*, 2010, 5: 18-21 (in Russ.).
54. Farnieva K.Kh. *Effektivnost' introduksii i perspektivy ispol'zovaniya ekhinatsei purpurnoi (Echinacea purpurea (L.) Moench) v usloviyakh RSO-Alaniya. Avtoreferat kandidatskoi dissertatsii* [Introduction and use of *Echinacea purpurea* (L.) Moench in Alania. PhD Thesis]. Vladikavkaz, 2015 (in Russ.).
55. Khmyrov A., Fat'yanov A., Gorshkov G. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2012, 9: 16-17 (in Russ.).
56. Kushniruk T.N. *Intensivnost' rosta, sokhrannost', gematologicheskie i immunologicheskie pokazateli u ptits, potrebyavshikh dobavki ekhinatsei k kormu. Avtoreferat kandidatskoi dissertatsii* [Growth, preservation, hematological and immunological indicators in poultry fed with dietary *Echinacea*. PhD Thesis]. Belgorod, 2008 (in Russ.).
57. Saeed M., Abd El-Hack M.E., Alagawany M., Arain M.A., Arif M., Mirza M.A., Naveed M., Chao S., Sarwar M., Sayab M., Dhama K. Chicory (*Cichorium intybus*) Herb: chemical composition, pharmacology, nutritional and health applications. *Int. J. Pharmacol.*, 2017, 13(4): 351-360 (doi: 10.3923/ijp.2017.351.360).
58. Lantseva N.N., Martyshchenko A.E., Shvydkov A.N., Ryabukha L.A., Smirnov P.N., Kotlyarova O.V., Chebakov V.P. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2015, 2: 1417-1423 (in Russ.).
59. Nekrasov R.V., Chabaev M.G., Ushakova N.A., Pravdin V.G., Kravtsova L.Z. *Izvestiya Orenburgskogo GAU*, 2012, 3: 225-228 (in Russ.).
60. Ryzhov V.A., Ryzhova E.S., Korotkii V.P., Zenkin A.S., Marisov S.S. *Nauchno-metodicheskii elektronnyi zhurnal Kontsept*, 2015, 13: 3236-3240 (in Russ.).
61. Komarova Z.B., Pilipenko D.N., Ivanov S.M. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2011, 3: 1-5 (in Russ.).
62. Laptev G.Yu., Bol'shakov V.N., Soldatova V.V. *Sel'skokhozyaistvennye vesti*, 2012, 1: 24 (in Russ.).
63. Duborezov V., Romanov V., Nekrasov R. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2013, Spetsvypusk: 38-40 (in Russ.).
64. Okolelova T., Laptev G., Bol'shakov V. *Effektivnost' Provitola v kombikormakh dlya kur. Ptitsevodstvo*, 2014, 1: 12-14.
65. Radaelli M., Parraga da Silva B., Weidlich L., Hoehne L., Flach A., da Costa L.A.M.A., Ethur E.M. Antimicrobial activities of six essential oils commonly used as condiments in Brazil against *Clostridium perfringens*. *Braz. J. Microbiol.*, 2016, 47(2): 424-430 (doi: 10.1016/j.bjm.2015.10.001).
66. Lopes I., Suika E., Lopes S., N'eto R., Rodrigues A., Uspeshnyi A. *Kombikorma*, 2016, 1: 85-87 (in Russ.).
67. Egorov I., Egorova T., Rozanov B., Marechek E. *Ptitsevodstvo*, 2012, 1: 17-20 (in Russ.).
68. Khaziev D.D. *Vestnik BGAU*, 2013, 3: 79-81 (in Russ.).
69. Khaziev D.D. *Izvestiya Orenburgskogo GAU*, 2013, 5: 150-153 (in Russ.).
70. Zhirnova O.V., Gamko L.N., Shepelev S.I. *Zootekhnika*, 2016, 5: 26-27 (in Russ.).
71. Sukhanova S.F. *Vestnik APK Stavropol'ya*, 2017, 2: 109-119 (in Russ.).
72. Sukhanova S.F., Azaubaeva G.S. *Vestnik Altaiskogo GAU*, 2014, 12: 95-99 (in Russ.).
73. Tolstopyatov M.V., Salomatin V.V., Kalinina E.A. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2013, 4: 1-4 (in Russ.).
74. Afanas'ev G.D., Popova L.A., Komarchev A.S., Trepak Zh.G. *Ptitsa i pitseprodukty*, 2014, 5: 62-64 (in Russ.).