

ПРИМЕНЕНИЕ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ КАК АЛЬТЕРНАТИВА КОРМОВЫМ АНТИБИОТИКАМ

П. Н. Мирошников, аспирант

К. В. Жучаев, доктор биологических наук, профессор

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: zhuchaev-kv@mail.ru

Ключевые слова: эфирные масла, кормовые антибиотики, животноводство, душица обыкновенная, воробейник краснокорневой.

Реферат. Применение антибиотиков в животноводстве приводит к распространению устойчивых к противомикробным препаратам патогенов у сельскохозяйственных животных, которые в дальнейшем через пищевую цепь передаются человеку. Представлен анализ данных литературы о результатах изучения фитохимических веществ растительного происхождения в форме эфирных масел лекарственных и ароматических растений в качестве одной из возможных альтернатив кормовым антибиотикам. Такие добавки должны снижать заболеваемость животных путем ингибирования патогенной микрофлоры, обеспечивать животное большим количеством энергии и питательных веществ за счет снижения бактериальной нагрузки в кишечнике, уменьшать внутренние воспалительные процессы за счет укрепления иммунной системы, быть экономически выгодными. Обзор научных работ показал, что эфирные масла действительно обладают бактерицидными свойствами, однако их влияние на продуктивные показатели животных все еще требует дальнейшего исследования. Различия в продуктивности животных при использовании эфирных масел могут быть связаны с использованием исследователями разных доз, различными условиями испытания (особенно с климатическими условиями) и возможными синергетическими и антагонистическими взаимодействиями эфирных масел с другими веществами корма.

THE APPLICATION OF ESSENTIAL OILS IN LIVESTOCK AS AN ALTERNATIVE TO FEED ANTIBIOTICS

P. N. Miroshnikov, Graduate Student

K. V. Zhuchaev, Doctor of Biological Sciences, Professor

Novosibirsk State Agrarian University

Key words: essential oils, feed antibiotics, animal husbandry, *Origanum vulgare*, *Lithospermum erythrorhizon*.

Abstract. The applying of antibiotics in animal husbandry leads to the spread of antimicrobial resistant pathogens among domestic animals, which are subsequently transmitted to humans through the food chain. The analysis of literature data on the results of the study of phytochemicals of plant origin in the form of essential oils of medicinal and aromatic plants as one of the possible alternatives to feed antibiotics is presented. Such additives should reduce the incidence of animals by inhibiting pathogenic microflora, provide the animal with a larger amount of energy and nutrients by reducing the bacterial load in the intestine, reduce internal inflammatory processes by improving the immune system, and should be economically beneficial. A review of scientific studies showed that essential oils do have bactericidal properties, but their effect on the productive performance of animals still requires further research. Differences in animal productivity when using essential oils may be due to researchers using different doses, different test conditions (especially climatic conditions), and possible synergistic and antagonistic properties of essential oils with other feed substances.

Сельскохозяйственные животные с момента рождения и до окончательного формирования иммунной системы имеют высокую восприимчивость к влиянию микрофлоры окружающей среды, осложняющемуся технологическими стрессами. Эти факторы приводят к замедлению роста, высокой заболеваемости и смертности. Поэтому в животноводстве, особенно при промышленном содержании, активно используются антибиотические стимуляторы роста. Например, ежегодное потребление противомикробных препаратов в свиноводстве достигает 148 мг на 1 кг живой массы [1].

Такая практика, несмотря на то, что значительно повышает продуктивность животных, может привести к долговременным негативным последствиям. Это, в первую очередь, связано с образованием патогенных агентов, устойчивых к противомикробным препаратам. В дальнейшем эти патогены могут быть переданы человеку через мясо и другую продукцию [2]. Во избежание таких последствий Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США ввело ограничения на использование антибиотиков у животных в декабре 2016 г., а Министерство здравоохранения Канады запретило использование антибиотиков в рационах животных в декабре 2017 г. [3].

Однако избежать проблем, связанных с выводом антибиотиков из кормовой базы, непросто, поэтому исследователи сосредоточены на разработке экономически эффективной замены кормовым антибиотикам. В качестве потенциально перспективных добавок изучаются пробиотики, органические кислоты, ферменты, а также эфирные масла лекарственных растений. Одним из важных преимуществ этих добавок является экологическая чистота, обусловленная их природным происхождением. Они не наносят ущерба как окружающей среде, так и конечному потребителю [4, 5].

Согласно «Энциклопедическому словарю полимеров», эфирные масла являются «летучими маслами или эссенциями, полученными из растений и характеризующимися специфическими запахами и значительной устойчивостью к гидролизу» [6]. Эфирные масла синтезируются растениями для защиты от вредителей и микроорганизмов, для привлечения насекомых-опылителей и для сигнальных процессов, но недавние исследования показали, что масла могут оказывать благотворное влияние на здоровье человека и животных [7].

Фитобиотическое действие эфирных масел, в частности эфирного масла душицы обыкновенной, построено на работе двух терпенов: карвакрола и тимола. Основным противомикробным механизмом их действия является инициация биосинтетического распада стенок бактериальных клеток. Во-первых, карвакрол и тимол могут повышать чувствительность клеточных стенок, что приводит к нарушению целостности бактериальной цитоплазматической мембраны, утечке жизненно важного внутриклеточного содержимого и в конечном итоге к гибели бактериальных клеток. Во-вторых, благодаря своей липофильной структуре карвакрол и тимол могут легко проникать в бактериальные мембраны между цепями жирных кислот и вызывать расширение мембран и повышение их текучести. Благодаря этим свойствам растительные масла, содержащие карвакрол и тимол, считаются многообещающей альтернативой антибиотикам в животноводстве [8].

Потенциально интересным, но малоизученным направлением является применение в животноводстве масла из воробейника краснокорневого (*Lithospermum erythrorhizon*). Исследования показали, что действующее вещество воробейника – шиконин – оказывает противомикробное действие на патогенные грамположительные бактерии, такие как *Staphylococcus aureus* и *Enterococcus faecium* [9]. Согласно некоторым исследованиям, активные вещества воробейника краснокорневого также обладают антиоксидантными свойствами. Так, исследования А. N. Assimorou и соавторов показали, что нафтохиноны (в том числе и шиконин) обладают высокой антирадикальной активностью [10]. Также учеными было изучено влияние шиконина на грибковые культуры. К. Sasaki и соавторы в рамках исследования сравни-

вали противогрибковые свойства шиконина и флуконазола. опыты показали, что фунгицидные свойства шиконина были сильнее в отношении *Saccharomyces cerevisiae* и *Candida krusei*, а также относительно одинаковы в отношении *Candida glabrata* [11].

Изучение противомикробных, антиоксидантных и противогрибковых свойств шиконина является актуальным направлением для всего животноводства и свиноводства в частности.

При рождении детеныша его кишечник начинает заселяться микробами из окружающей среды. Колонии микроорганизмов формируют внутреннюю микробиоту, как патогенную, так и благоприятную. Исследования *in vivo* показали, что эфирные масла увеличивают количество бактерий группы *Lactobacillus* и уменьшают общее количество кишечной палочки у поросят [12]. Однако необходимо провести комплексные исследования по влиянию эфирных масел на микробиоту поросят.

C. Franz и соавторы проанализировали результаты экспериментов по влиянию эфирных масел на продуктивность поросят [13]. В опытах применялись масла растений семейства яснотковые (душица обыкновенная, розмарин, шалфей), а также эфирные масла корицы и имбиря. Результаты показали, что среднее повышение прироста живой массы, потребления корма и переваримости корма после применения эфирных масел составило 2,0; 0,9 и 3,0% соответственно.

Подобные опыты проводились другими учеными на птице. Результаты были не настолько успешными, среднее изменение прироста живой массы, потребления корма и переваримости корма после применения эфирных масел составило 0,5; -1,6 и -2,6%, т.е. наблюдались отрицательные результаты в сравнении с контрольной группой [14]. Однако в работе Е. А. Кишняйкиной после применения экстракта чабреца в рационе цыплят-бройлеров повышение приростов живой массы в двух опытных группах наблюдались уже с 7-го дня выращивания. В сравнении с контрольной группой разница достигала 5,7%. Абсолютный прирост живой массы за период опыта был выше контрольной группы у 4 из 5 опытных групп и составил 2,3; 2,5; 3,1 и 4,7%. Группа с наибольшим приростом получала 10 мг экстракта чабреца на 1 кг живой массы [15].

D. G. Bruno и соавторы получили положительные результаты при использовании тилозина и смеси растительных экстрактов свиньям на откорме [16]. Фитохимические кормовые добавки, которые экспериментально использовались на свиньях, были предложены в качестве альтернативы стимуляторам роста антибиотического происхождения.

P. Bartoš и соавторы обнаружили, что использование в кормлении свиней смеси эфирных масел снижает выбросы аммиака и метана на одно животное в день [17]. Исследователи предположили, что такой эффект может быть связан с подавлением ферментов микробной уреазы биологически активными веществами масел.

Определенные эфирные масла проявляют синергические свойства. В исследованиях I. H. N. Bassolé и соавторов наибольшую синергию проявила комбинация эвгенола с линалолом, что дало основание предполагать эффективность комбинирования монотерпеноидного фенола с монотерпеноидным спиртом [18].

В исследовании F. Hossain и соавторов эфирные масла эвкалипта, чайного дерева, базилика, душицы, корицы, мандарина, мяты перечной и тимьяна были оценены на их способность ингибировать рост *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, *Aspergillus flavus* и *Aspergillus parasiticus* [19]. Было показано, что комбинирование масла душицы с эфирным маслом тимьяна приводит к синергическому эффекту, демонстрируя таким образом повышение эффективности в отношении подавления *A. flavus*, *A. parasiticus* и *P. chrysogenum*. Синергический эффект также продемонстрировали смеси мяты и эфирного масла чайного дерева против *A. niger*, а тимьяна и корицы – против *A. flavus*. Кроме того, сходный эффект наблюдался в отношении *P. chrysogenum* при сочетании эфирного масла душицы с эфирными маслами корицы, чайного дерева, тимьяна и мяты, а также отдельной смеси мяты с тимьяном.

Исследование, проведенное O. R. Sads и G. Bilkei, показало, что поросята-отъемыши, которым скармливали 1000 ppm добавки на основе душицы, имели больший прирост живой массы и меньшую заболеваемость по сравнению с животными из контрольной группы [20]. Возможно, это связано с тем, что эфирные масла оказывают благоприятное воздействие на состав микробиоты в желудочно-кишечном тракте поросят. Исследования показали, что использование в кормлении поросят-отъемышей растительных экстрактов с тимолом, карвакролом и коричным альдегидом приводит к увеличению содержания бактерий группы *Lactobacillus* и снижению содержания кишечной палочки [21–23].

Однако не все исследования показали такие же успешные результаты. В работе F. Dunshea и соавторов не было обнаружено каких-либо изменений приростов живой массы у поросят с душицей в рационе в сравнении с контрольной группой [24]. Аналогичный результат получили R. H. King с соавторами [25].

Таким образом, результаты исследований показывают, что эфирные масла, безусловно, обладают противомикробными свойствами. Однако их влияние на продуктивные показатели животных все еще требует дальнейшего исследования.

Различия в продуктивности животных при использовании эфирных масел могут быть связаны с использованием исследователями разных доз, различными условиями испытания (особенно с климатическими условиями) и возможными синергическими и антагонистическими взаимодействиями эфирных масел.

Наличие успешных результатов исследований влияния эфирных масел как *in vitro*, так и *in vivo* свидетельствует, что добавки на основе эфирных масел могут стать перспективной заменой антибиотикам в органических системах производства продукции животноводства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Van Boeckel T.P., Brower C., Gilbert M.* Global trends in antimicrobial use in food animals // *Proc Natl Acad Sci.* – 2015. – Vol.; 112 (18). – P. 5649–5654.
2. *Growth performance and intestinal morphology responses in early weaned pigs to supplementation of antibiotic-free diets with an organic copper complex and spray-dried plasma protein in sanitary and nonsanitary environments / J. Zhao, A. Harper, M. Estienne, K. Webb // J Anim Sci.* – 2007. – Vol. 85 (5). – P. 1302–1310.
3. *Мирошников П. Н., Шарипова В. И.* Проблематика получения органического мяса в современном свиноводстве // *Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов Новосиб. гос. аграр. ун-та.* – Новосибирск, 2018. – С. 110–115.
4. *Valenzuela-Grijalva N.V., Pinelli-Saavedra A., Muhlia-Almazan A.* Dietary inclusion effects of phytochemicals as growth promoters in animal production // *J Anim Sci Technol.* – 2017. – Vol. 59 (1). – P. 8.
5. *Кушняяйкина Е. А., Жучаев К. В.* Влияние пробиотика Зооветина на продуктивные и гематологические показатели бройлеров // *Вестник НГАУ.* – 2012. – № 1 (22). – С. 58–60.
6. *Gooch J. W.* Essential oils // *Gooch J. W., editor. Encyclopedic Dictionary of Polymers.* – Springer; New York, NY, USA, 2011. – P. 274.
7. *Lenardão E.J., Savegnago L., Jacob R. G.* Antinociceptive effect of essential oils and their constituents: An update review // *J. Braz. Chem. Soc.* – 2016. – Vol. 27. – P. 435–474. – DOI: 10.5935/0103–5053.20150332.
8. *Kim J., Marshall M.R., Wei C.* Antibacterial activity of some essential oil components against five foodborne pathogens // *J Agric Food Chem.* – 1995. – Vol. 43 (11). – P. 2839–2845.
9. *Pharmacological properties of shikonin – a review of literature since 2002 / I. Andújar, J.L. Ríos, R.M. Giner, M.C. Recio // Planta Medica.* – 2013. – Vol. 79. – P. 1685–1697.
10. *Assimopoulou A.N., Papageorgiou V.P.* Radical scavenging activity of *Alkanna tinctoria* root extracts and their main constituents, hydroxynaphthoquinones // *Phytotherapy Research.* – 2005. – Vol. 19. – P. 141–147.
11. *Sasaki K., Abe H., Yoshizaki F.* *In vitro* antifungal activity of naphthoquinone derivatives // *Biological and Pharmaceutical Bulletin.* – 2002. – Vol. 25. – P. 669–670.

12. Jensen B. B. The impact of feed additives on the microbial ecology of the gut in young pigs // J Anim Feed Sci. – 1998. – Vol. 7 (Suppl. 1). – P. 45–64.
13. Franz C., Baser K., Windisch W. Essential oils and aromatic plants in animal feeding—a European perspective // A review. Flavour Frag J. – 2010. – Vol. 25. – P. 327–40. – DOI : 10.1002/ffj.1967.
14. Windisch W., Schedle K., Plitzner C. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry // J Anim Sci. – 2008, Apr. – Vol. 86 (14 Suppl). – E 140–8.
15. Кушняяйкина Е. А., Жучаев К. В. Влияние экстракта чабреца на продуктивные качества и сохранность цыплят-бройлеров кросса ISA F-15 // Вестник НГАУ. – 2018. – № 4 (49). – С. 74–80.
16. Bruno D. G., Parazzi L. J., Afonso E. R. Phytogetic feed additives in piglets challenged with *Salmonella typhimurium* // Rev Bras Zootec. – 2013. – Vol. 42. – P. 137–143. – DOI: 10.1590/S1516–35982013000200009.
17. Bartoš P., Dolan A., Smutný L. Effects of phytogetic feed additives on growth performance and on ammonia and greenhouse gases emissions in growing-finishing pigs // Anim Feed Sci Technol. – 2016. – Vol. 213. – P. 143–148. – DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2015.11.003.
18. Bassolé I.H.N., Lamien-Meda A., Bayala B. Composition and antimicrobial activities of *Lippia multiflora* Moldenke, *Mentha piperita* L. and *Ocimum basilicum* L. essential oils and their major monoterpene alcohols alone and in combination // Molecules. – 2010. – Vol. 15. – P. 7825–7839. – DOI: 10.3390/molecules15117825.
19. Hossain F., Follett P., Dang V.K. Evidence for synergistic activity of plant-derived essential oils against fungal pathogens of food // Food Microbiol. – 2016. – Vol. 53. – P. 24–30. – DOI: 10.1016/j.fm.2015.08.006.
20. Sads O. R., Bilkei G. The effect of oregano and vaccination against Glasser's disease and pathogenic *Escherichia coli* on postweaning performance of pigs // Irish Vet. – 2003. – Vol. 56. – P. 611–615.
21. Effects of essential oil supplementation of a low-energy diet on performance, intestinal morphology and microflora, immune properties and antioxidant activities in weaned pigs / Z. Zeng, X. Xu, Q. Zhang, P. Li, P. Zhao, Q. Li // Anim Sci J. – 2015. – Vol. 86 (3). – P. 279–285.
22. A carvacrol-thymol blend decreased intestinal oxidative stress and influenced selected microbes without changing the messenger RNA levels of tight junction proteins in jejunal mucosa of weaning piglets / H. K. Wei, H. X. Xue, Z. Zhou, J. Peng // Animal. – 2017. – Vol. 11 (2). – P. 193–201.
23. 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, X. Han, L. Xue, H. Zhang // Asian-Australas J Anim Sci. – 2012. – Vol. 25 (11). – P. 1617–1626.
24. Dunshea F., Eason P., Kerton D. Supplemental milk before and after weaning improves growth performance of pigs // Australian Journal of Agricultural Research. – 1999. – Vol. 50. – P. 1165–1170.
25. King R. H., Toner M. S., Dove H. The response of first-litter sows to dietary protein level during lactation // J Anim Sci. – 1993. – Vol. 71. – P. 2457–2463.

REFERENCES

1. Van Boeckel T. P., Brower C., Gilbert M. Global trends in antimicrobial use in food animals // Proc Natl Acad Sci. – 2015. – Vol.; 112 (18). – P. 5649–5654.
2. Growth performance and intestinal morphology responses in early weaned pigs to supplementation of antibiotic-free diets with an organic copper complex and spray-dried plasma protein in sanitary and nonsanitary environments / J. Zhao, A. Harper, M. Estienne, K. Webb // J Anim Sci. – 2007. – Vol. 85 (5). – P. 1302–1310.
3. Miroshnikov P.N., SHaripova V.I. Problematika polucheniya organicheskogo myasa v sovremennom svinovodstve // Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa: sb. tr. nauch. – prakt. konf. преподаvatelej, aspirantov, magistrantov i studentov Novosib. gos. agrar. un-ta. – Novosibirsk, 2018. – S. 110–115.
4. Valenzuela-Grijalva N.V., Pinelli-Saavedra A., Muhlia-Almazan A. Dietary inclusion effects of phytochemicals as growth promoters in animal production // J Anim Sci Technol. – 2017– Vol. 59 (1). – R. 8.
5. Kishnyajkina E. A., Zhuchaev K. V. Vliyanie probiotika Zoovestina na produktivnye i gematologicheskie pokazateli brojlerov // Vestnik NGAU. – 2012. – № 1 (22). – S. 58–60.
6. Gooch J. W. Essential oils // Gooch J. W., editor. Encyclopedic Dictionary of Polymers. – Springer; New York, NY, USA, 2011. – P. 274.

7. Lenardão E. J., Savegnago L., Jacob R. G. Antinociceptive effect of essential oils and their constituents: An update review // *J. Braz. Chem. Soc.* – 2016. – Vol. 27. P. 435–474. – DOI: 10.5935/0103–5053.20150332.
8. Kim J., Marshall M. R., Wei C. Antibacterial activity of some essential oil components against five foodborne pathogens // *J Agric Food Chem.* – 1995. – Vol. 43 (11). – P. 2839–2845.
9. Pharmacological properties of shikonin – a review of literature since 2002 / I. Andújar, J. L. Ríos, R. M. Giner, M. C. Recio // *Planta Medica.* – 2013. – Vol. 79. – P. 1685–1697.
10. Assimopoulou A. N., Papageorgiou V. P. Radical scavenging activity of *Alkanna tinctoria* root extracts and their main constituents, hydroxynaphthoquinones // *Phytotherapy Research.* – 2005. – Vol. 19. – P. 141–147.
11. Sasaki K., Abe H., Yoshizaki F. In vitro antifungal activity of naphthoquinone derivatives // *Biological and Pharmaceutical Bulletin.* – 2002. – Vol. 25. – P. 669–670.
12. Jensen B. B. The impact of feed additives on the microbial ecology of the gut in young pigs // *J Anim Feed Sci.* – 1998. – Vol. 7 (Suppl. 1). – P. 45–64.
13. Franz C., Baser K., Windisch W. Essential oils and aromatic plants in animal feeding—a European perspective // A review. *Flavour Frag J.* – 2010. – Vol. 25. – P. 327–40. – DOI: 10.1002/ffj.1967.
14. Windisch W., Schedle K., Pletzner C. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry // *J Anim Sci.* – 2008, Apr. – Vol. 86 (14 Suppl). – E 140–8.
15. Kishnyajkina E. A., Zhuchayev K. V. Vliyanie ekstrakta chabreca na produktivnye kachestva i sohrannost» cyplyat-brojlerov krossa ISA F-15 // *Vestnik NGAU.* – 2018. – № 4 (49). – S. 74–80.
16. Bruno D. G., Parazzi L. J., Afonso E. R. Phytogetic feed additives in piglets challenged with *Salmonella Typhimurium* // *Rev Bras Zootec.* – 2013. – Vol. 42. – P. 137–143. – DOI: 10.1590/S1516–35982013000200009.
17. Bartoš P., Dolan A., Smutný L. Effects of phytogetic feed additives on growth performance and on ammonia and greenhouse gases emissions in growing-finishing pigs // *Anim Feed Sci Technol.* – 2016. – Vol. 213. – P. 143–148. – DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2015.11.003.
18. Bassolé I. H. N., Lamien-Meda A., Bayala B. Composition and antimicrobial activities of *Lippia multiflora* Moldenke, *Mentha piperita* L. and *Ocimum basilicum* L. essential oils and their major monoterpene alcohols alone and in combination // *Molecules.* – 2010. – Vol. 15. – P. 7825–7839. – DOI: 10.3390/molecules15117825.
19. Hossain F., Follett P., Dang V. K. Evidence for synergistic activity of plant-derived essential oils against fungal pathogens of food // *Food Microbiol.* – 2016. – Vol. 53. – P. 24–30. – DOI: 10.1016/j.fm.2015.08.006.
20. Sads O. R., Bilkei G. The effect of oregano and vaccination against Glasser's disease and pathogenic *Escherichia coli* on postweaning performance of pigs // *Irish Vet.* – 2003. – Vol. 56. – P. 611–615.
21. Effects of essential oil supplementation of a low-energy diet on performance, intestinal morphology and microflora, immune properties and antioxidant activities in weaned pigs // Z. Zeng, X. Xu, Q. Zhang, P. Li, P. Zhao, Q. Li / *Anim Sci J.* – 2015. – Vol. 86 (3). – P. 279–285.
22. A carvacrol-thymol blend decreased intestinal oxidative stress and influenced selected microbes without changing the messenger RNA levels of tight junction proteins in jejunal mucosa of weaning piglets // H. K. Wei, H. X. Xue, Z. Zhou, J. Peng / *Animal.* – 2017. – Vol. 11 (2). – P. 193–201.
23. 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, X. Han, L. Xue, H. Zhang / *Asian-Australas J Anim Sci.* – 2012. – Vol. 25 (11). – P. 1617–1626.
24. Dunshea F., Eason P., Kerton D. Supplemental milk before and after weaning improves growth performance of pigs. *Australian Journal of Agricultural Research.* – 1999. – Vol. 50. – P. 1165–1170.
25. King R. H., Toner M. S., Dove H. The response of first-litter sows to dietary protein level during lactation // *J Anim Sci.* – 1993. – Vol. 71. – P. 2457–2463.