



ФАРМАКОЛОГИЯ, ТОКСИКОЛОГИЯ, ФАРМАЦИЯ

УДК: 619:615.281:636.5

DOI:10.52419/issn2072-2419.2025.2.96

ПРИМЕНЕНИЕ ФИТОБИОТИКА НА ОСНОВЕ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИММУННОГО СТАТУСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Лыско С.Б.* – д-р ветеринар. наук, гл. науч. сотр. (ORCID ID 0009-0007-0086-6487); **Гофман А.А.** – канд. ветеринар. наук, вед. науч. сотр. (ORCID 0009-0006-3645-9923); **Задорожная М.В.** – канд. ветеринар. наук, вед. науч. сотр. (ORCID 0009-0005-8607-1794); **Сунцова О.А.** – канд. ветеринар. наук, вед. науч. сотр. (ORCID 0009-0001-8729-0850); **Власенко В.С.** – д-р биол. наук, гл. науч. сотр. (ORCID 0000-0001-8351-2818)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Омский аграрный научный центр»

* vet@subniip.ru

Ключевые слова: фитобиотик, эфирные масла, иммунитет, лимфоциты, цыплята-бройлеры, вакцинация.

Keywords: phytobiotic, essential oils, immunity, lymphocytes, broiler chickens, vaccination.

Финансирование: Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект FNUN-2022-0036)

Поступила: 20.03.2025

Принята к публикации: 06.06.2025

Опубликована онлайн: 20.06.2025



РЕФЕРАТ

В условиях промышленного птицеводства на организм сельскохозяйственной птицы негативное влияние оказывают многочисленные стресс-факторы, что ведёт к развитию иммунодефицитных состояний, повышает восприимчивость к инфекционным заболеваниям, снижает сохранность и продуктивность поголовья. В связи с чем, для птицеводства весьма актуальным является применение иммунокорректирующих препаратов. Целью исследования являлось изучение эффективности применения фитобиотика на основе комплекса эфирных масел корицы, гвоздики, розмарина лекарственного, тимьяна и кунжута индийского для повышения клеточного и гуморального иммунитета птицы. Исследования проводили на цыплятах-бройлерах кросса «Смена 9» из которых в суточном возрасте комплектовали контрольную и опытную группы по 70 голов в каждой. Цыплята опытной группы получали фитопрепарат в дозе 0,2 мл/л воды с 1-го по 7-й день выращивания и 0,3 мл/л воды – с 8-го по 38-й день. В возрасте 9 дней проведена вакцинация птицы против вируса Ньюкаслской болезни. На основании результатов исследований установлено, что использование препарат на основе эфирных масел повышает адаптационные способности

цыплят-бройлеров после вакцинации, снижает негативные последствия стресс-факторов (биологический, технологический) на организм, активизирует клеточный и гуморальный иммунитет. Большее влияние фитобиотик оказал на показатели клеточного иммунитета, о чём свидетельствовало повышение содержания лимфоцитов в 1,8 раза, Т-лимфоцитов – в 2,9 раза, В-лимфоцитов – в 1,7 раза, катионных белков – на 40,3-85,6%, уровня спонтанной и стимулированной НСТ-активности нейтрофилов – на 37,3-49,0%. Применение препарата способствовало повышению среднего титра поствакцинальных антител к вирусу Ньюкаслской болезни на 0,5-0,8 log₂.

ВВЕДЕНИЕ/ INTRODUCTION

Здоровье и продуктивность сельскохозяйственной птицы во многом зависит от состояния её иммунной системы. Защитные механизмы цыплёнка начинают формироваться ещё в эмбриогенезе, но окончательное становление органов иммунитета и иммунной системы у птиц происходит в первые две недели постэмбрионального периода [1]. В условиях промышленного выращивания негативное влияние на организм птиц, и в первую очередь на работу иммунной системы, оказывают многочисленные стресс-факторы: биологические (вакцинации, патогенная и условно-патогенная микрофлора); кормовые (микротоксины, недостаток питательных веществ и др.); физические (температура и др.), технологические, химические, травматические, транспортные. Это ведёт к развитию иммунодефицитных состояний, повышает восприимчивость птицы к инфекционным заболеваниям, снижает эффективность вакцинаций, сохранность и продуктивность поголовья [2]. В связи с чем, для птицеводства весьма актуальным является применение иммунокорректирующих препаратов. Примером таких средств могут быть препараты, изготовленные на основе растительного сырья. Преимуществом фитобиотиков является их натуральность и экологичность, а также многофункциональное действие на организм, за счёт содержания в них большого количества природных биологически активных веществ [3, 4]. Так флавоноиды, гликозиды, полисахариды, терпеноиды, эфирные масла, горечи и алколоиды, входящие в их состав, оказывают иммуномодулирующее действие на организм [5]. В научной литературе имеются сведения о положительном влиянии эфирных масел на иммунную систему птиц за

счёт активизации клеточного иммунитета, повышения уровней иммуноглобулинов, увеличения экспрессии генов интерлейкинов [6, 7, 8]. Показано, что использование некоторых эфирных масел в сочетании с программами вакцинации против вирусов гриппа птиц, Ньюкаслской болезни, инфекционного бурсальной болезни повышает выработку антител [9, 10].

Цель нашего исследования являлось изучение эффективности применения отечественного фитобиотика на основе комплекса эфирных масел для повышения клеточного и гуморального иммунитета цыплят-бройлеров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Исследования проводили в 2024 году в отделе ветеринарии сельскохозяйственной птицы ФГБНУ «Омский АНЦ» и на базе птицеводческого хозяйства Омской области на цыплятах-бройлерах отечественного кросса «Смена 9». По принципу аналогов в суточном возрасте были скомплектованы контрольная и опытная группы по 70 голов в каждой. Продолжительность исследования составила 38 дней. Цыплята опытной группы весь период выращивания получали отечественный фитопрепарат, состоящий из комплекса эфирных масел корицы, гвоздики, розмарина лекарственного, тимьяна и кунжута индийского. Фитобиотик применяли с водой в дозе 0,2 мл/л воды с 1-го по 7-й день выращивания и 0,3 мл/л воды – с 8-го по 38-й день. В возрасте 9 дней проведена вакцинация всей птицы против вируса Ньюкаслской болезни (НБ) живой вакциной из штамма «Ла-Сота» (НПП «Авивак») интраназальным методом. Для изучения показателей клеточного и гуморального иммунитета проводили отбор проб крови у птиц до вакцинации, а также

через 4, 18 и 29 дней после неё, что соответствовало периоду начала и окончания иммунологической перестройки в организме после введения антигена.

Общее количество лимфоцитов определяли в мазках крови, окрашенных по Паппенгейму. Содержание Т-лимфоцитов определяли с помощью теста спонтанного розеткообразования с эритроцитами барана, В-лимфоцитов – в реакции комплементарного розеткообразования с эритроцитами быка. Кислородзависимую метаболическую активность нейтрофилов оценивали в реакции восстановления нитросинего тетразолия (НСТ-тест) в спонтанном и стимулированном вариантах. Кислороднезависимую активность нейтрофилов оценивали определением лизосамальных катионных белков (КБ) в реакции с бромфеноловым синим по методу М.Г. Шубича. Бактерицидную активность сыворотки крови (БАСК) изучали по методу О.В. Смирнова и Т.А. Кузьмина. Титр поствакцинальных антител и количество иммунной птицы к вирусу НВ устанавливали в реакции торможения гемагглютинации с использованием наборов ФГБУ «ВНИИЗЖ». Статистическую обработку данных исследований проводили с применением программы Microsoft Excel, IBM SPSS Statistics.v23.1. Статистически значимой считалась разница при $p < 0,05-0,001$.

РЕЗУЛЬТАТЫ/ RESULTS

По содержанию иммунокомпетентных клеток в крови цыплят до проведения вакцинации достоверной разницы между контрольной (к) и опытной (о) группой не выявлено, показатели были сопоставимы (рисунок 1). Через 4 дня после введения антигена в крови цыплят опытной группы регистрировали повышение содержания общего количества лимфоцитов в 1,8 раза ($p < 0,001$), Т-лимфоцитов – в 2,9 раза ($p < 0,001$) и В-лимфоцитов – в 1,7 раза ($p < 0,01$) по сравнению с контролем. Необходимо отметить, что в контрольной группе отмечали достоверное снижение содержания лимфоцитов в 1,3 раза ($p < 0,05$), Т-лимфоцитов – в 1,8 раза ($p < 0,05$) и тенденцию к уменьшению В-

лимфоцитов по сравнению с показателями до вакцинации, что можно связать с отрицательным воздействием на иммунную систему стресс-факторов (биологический – вакцинация и технологический – отлов птицы для вакцинации). При этом в крови птицы опытной группы наблюдали повышение всех изучаемых иммунокомпетентных клеток в 1,3-1,4 раза. Через 18 дней после вакцинации отмечали тенденцию повышения иммунокомпетентных клеток в крови птицы опытной группы со статистически значимым увеличением Т-лимфоцитов (в 1,6 раза, $p < 0,01$), отвечающих за клеточный иммунитет.

Таким образом, применение исследуемого фитобиотика повышало адаптационные способности птицы после введения вакцины и снижало негативные последствия вакцинального стресса на иммунную систему.

Установлено усиление кислородзависимой метаболической активности нейтрофилов крови цыплят опытной группы по сравнению с контрольной на протяжении всего периода исследования: повышение спонтанной и стимулированной НСТ-активности до вакцинации на 48,2 ($p < 0,01$) и 37,3% ($p < 0,05$), через 4 дня после вакцинации – на 44,4 и 49,0% ($p < 0,001$) и через 18 дней – на 15,1% ($p < 0,01$) и 13,3% ($p < 0,01$) соответственно (рисунок 2).

На стимуляцию антимикробных систем при применении фитобиотика указывала и активизация кислороднезависимой фагоцитарной активности нейтрофилов крови цыплят опытной группы – повышение содержания КБ в на протяжении всего опыта, при наибольшей разнице с контрольной группой через 4 и 18 дней после вакцинации – на 85,6 и 40,3% ($p < 0,001$).

Полученные нами данные о стимулирующем влиянии эфирных масел на клеточный иммунитет птицы, согласуются с данными других исследователей. Использование цыплятам-бройлерам наноэссенции эфирного масла розмарина в дозе 200 мг/кг корма повышает уровень

лимфоцитов и нейтрофилов в крови [11], а смеси эфирных масел цитронеллола, тимола и транс-коричного альдегида значительно повышает уровень фагоцитарной активности лейкоцитов [12].

О положительном влиянии изучаемого комплекса эфирных масел на гумо-

ральный иммунитет свидетельствовало повышение бактерицидной активности сыворотки крови (БАСК) у цыплят-бройлеров опытной группы по сравнению с контролем на 11,3-24,1%, при статистически значимой разнице через 4 и 29 дней после вакцинации (таблица 1).

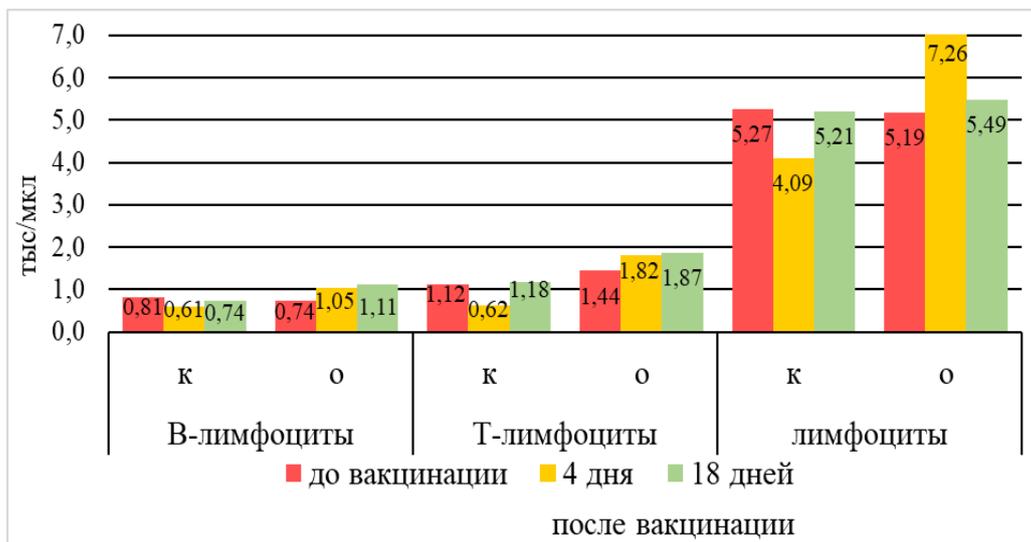


Рисунок 1 – Содержание иммунокомпетентных клеток в крови цыплят-бройлеров при применении фитобиотика.

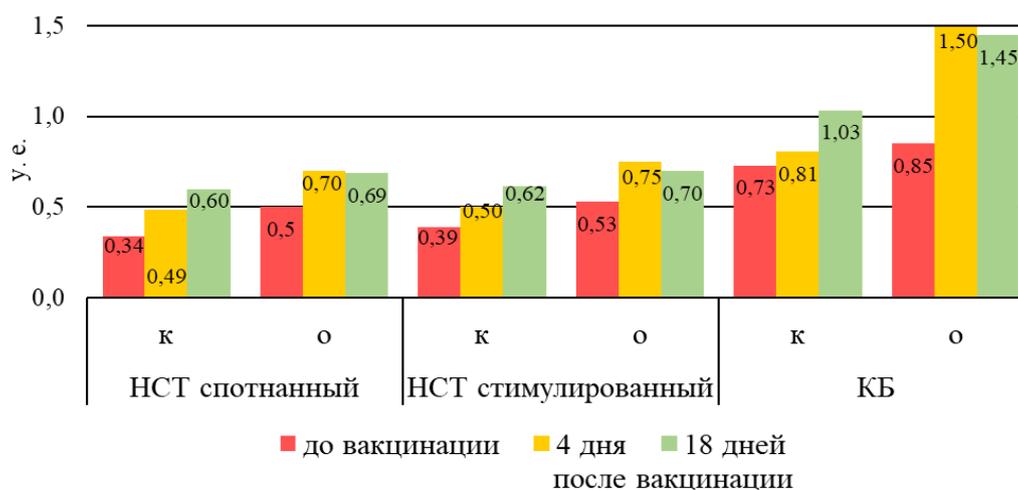


Рисунок 2 – Фагоцитарно-метаболическая активность нейтрофилов крови цыплят-бройлеров при применении фитобиотика.

Таблица 1 – Бактерицидная активность сыворотки крови цыплят-бройлеров при применении фитобиотика

Группа	Период после вакцинации, дней		
	4	8	29
Контрольная	24,9±3,3	61,7±5,5	44,7±3,2
Опытна	43,9±5,1*	73,0±4,0	68,8±4,7**

Различия с контролем достоверны при: *p<0,05; ** p<0,01.

Таблица 2 – Показатели адаптивного иммунитета цыплят-бройлеров после вакцинации против НБ при применении фитобиотика

Период после вакцинации, дней	Средний титр поствакцинальных антител, log ₂		Количество иммунной птицы, %	
	контрольная	опытная	контрольная	опытная
18	3,9±0,56	4,4±0,81	56,3	62,5
29	4,0±0,63	4,8±0,45	62,5	81,2

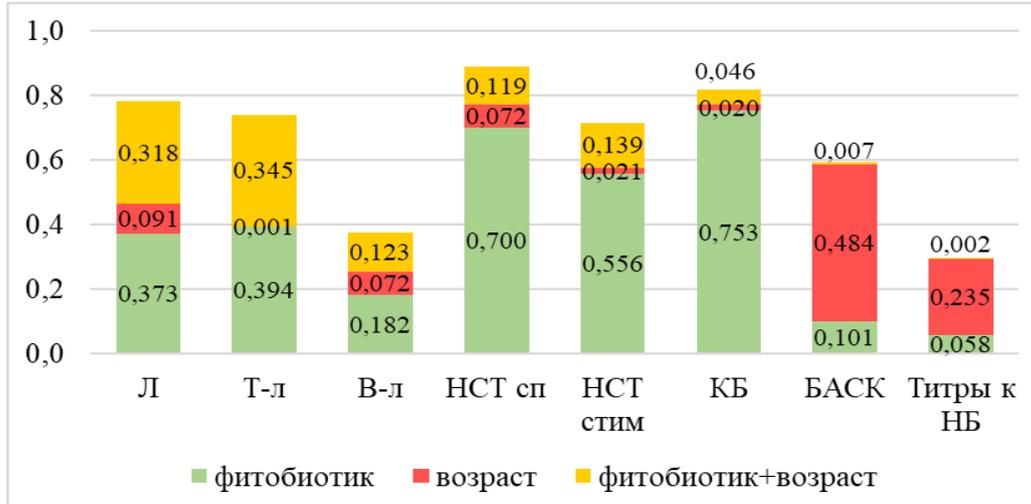


Рисунок 3 – Доли влияния фитобиотика и возраста на иммунитет цыплят-бройлеров.

На стимуляцию адаптивного гуморального иммунитета у цыплят-бройлеров опытной группы указывало повышение среднего титра поствакцинальных антител к вирусу Ньюкаслской болезни на 0,5-0,8 log₂ и количества иммунной птицы на 6,2-18,7% по сравнению с контролем (таблица 2).

Ряд исследователей также сообщают о статистически значимом повышении титров поствакцинальных антител к вирусу Ньюкаслской болезни у цыплят-бройлеров

при применении следующих эфирных масел: Шропоцветника ароматного и розмарина в дозах 100 и 200 мг/кг корма [13]; орегано в концентрации 50 мл/1000 л питьевой воды [14]; коммерческой смеси эфирных масел [15].

Дисперсионным анализом нами было выявлено, что наиболее действие организованных факторов (фитобиотик, возраст птицы, фитобиотик+возраст) наблюдалось в отношении содержания катионных белков, НСТ-тестов спонтанного и

стимулированного, лимфоцитов, Т-лимфоцитов ($\eta^2=0,716\div 0,890$; $p=0,000$), и в меньшей – на количество В-лимфоцитов, БАСК и титры поствакцинальных антител к НБ ($\eta^2=0,295\div 0,592$; $p=0,008-0,05$) (рисунок 3).

Действие фактора фитобиотик было превалирующим на содержание КБ, НСТ-тестов ($\eta^2=0,556\div 0,753$; $p=0,000$), отвечающих за метаболическую активность лейкоцитов и не зависело от вакцинации. На количество лимфоцитов и Т-лимфоцитов применение фитобиотика оказывало стимулирующее воздействие ($\eta^2=0,373\div 0,394$; $p=0,000$), но во многом сила его влияния была связана с возрастом ($\eta^2=0,318\div 0,345$; $p=0,000$). На показатели гуморального иммунитета (БАСК, титры поствакцинальных антител к НБ) большее влияние оказал возраст птицы ($p=0,000$), но применение фитонцида позволило поддерживать их на более высоком уровне у цыплят опытной группы. Таким образом, установлено более выражено действие фитобиотика на клеточный иммунитет, по сравнению с действием на гуморальный.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Применение фитобиотика на основе комплекса эфирных масел повышает адаптационные способности цыплят-бройлеров после вакцинации, снижает негативные последствия стресс-факторов (биологический, технологический) на организм, стимулирует клеточный и гуморальный иммунитет. Большее влияние фитобиотик оказал на показатели клеточного иммунитета, повышая содержание лимфоцитов в 1,8 раза, Т-лимфоцитов – в 2,9 раза, В-лимфоцитов – в 1,7 раза, катионных белков – на 40,3-85,6%, спонтанный и стимулированный НСТ-тест – на 37,3-49,0%. Использование препарата способствовало повышению среднего титра поствакцинальных антител к вирусу Ньюкаслской болезни на 0,5-0,8 \log_2 .

THE USE OF PHYTOBIOTICS BASED ON ESSENTIAL OILS TO ENHANCE THE IMMUNE STATUS OF BROILER CHICKENS

Lysko S.B.* – Doctor of Veterinary Sciences, Chief Researcher (ORCID 0009-0007-0086-6487); **Hoffman A.A.** – Candidate of Veterinary Sciences, Leading Researcher (ORCID 0009-0006-3645-9923); **Zadorozhnaya M.V.** – Candidate of Veterinary Sciences, Leading Researcher (ORCID 0009-0005-8607-1794); **Suntsova O.A.** – Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher (ORCID 0009-0001-8729-0850); **Vlasenko V.S.** – Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher (ORCID 0000-0001-8351-2818)

Federal State Budget Scientific Institution «Omsk Agrarian Scientific Center»

* vet@subniip.ru

ABSTRACT

In the conditions of industrial poultry farming, the body of poultry is negatively affected by numerous stress factors, which leads to the development of immunodeficiency conditions, increases susceptibility to infectious diseases, reduces the safety and productivity of livestock. In this regard, the use of immunocorrecting drugs is very relevant for poultry farming. The aim of the study was to study the effectiveness of using a phytobiotic based on a complex of essential oils of cinnamon, cloves, rosemary, thyme and sesame seeds to enhance cellular and humoral immunity of poultry. The studies were carried out on broiler chickens of the «Smena 9» cross, of which control and experimental groups of 70 heads each were completed at the age of one day. The chickens of the experimental group received phytopreparation in a dose of 0,2 ml/l of water from the 1st to the 7th day of cultivation and 0,3 ml/l of water from the 8th to the 38th day. At the age of 9 days, poultry was vaccinated against the Newcastle disease virus. Based on the research results, it has been established that the use of a preparation based on essential oils increases the adaptive abilities of broiler chickens after vaccination, reduces the negative effects of stress factors (biological, technological) on the body, activates cellular and humoral immunity. The phytobiotic had a greater effect on cellular

immunity, as evidenced by an increase in the content of lymphocytes by 1,8 times, T-lymphocytes – by 2,9 times, B-lymphocytes by – 1,7 times, cationic proteins – by 40,3-85,6%, and the level of spontaneous and stimulated НСТ activity of neutrophils by 37,3-49,0%. The use of the drug contributed to an increase in the average titer of post-vaccination antibodies to the Newcastle disease virus by 0,5-0,8 log².

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дубровин А.В., Ыылдырым Е.А., Ильина Л.А и др. Иммунный статус промышленной птицы на предприятиях: обзор. Птицеводство. 2022;5:49-54. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2022-71-5-49-54>.
2. Кавтарашвили А.Ш., Колокольникова Т.Н. Физиология и продуктивность птицы при стрессе (обзор). Сельскохозяйственная биология. 2010;4: 25-37. <https://agrobiology.ru/4-2010kavtarashvili.html>
3. Петруша Ю.К., Лебедев С.В., Гречкина В.В. Фитобиотики в кормлении сельскохозяйственной птицы. Животноводство и кормопроизводство. 2022;105(1):103-118. DOI 10.33284/2658-3135-105-1-103 <https://elibrary.ru/item.asp?id=48317084>
4. Залюбовская Е.Ю., Мансурова М.С. Эффективность использования фитогенных кормовых добавок в птицеводстве. Птица и птицепродукты. 2022; 3:44-46. DOI 10.30975/2073-4999-2022-24-3-44-46 <https://elibrary.ru/contents.asp?id=48683115>
5. Tiwari R., Latheef S.K., Ahmed I. et al. Herbal Immunomodulators - A Remedial Panacea for Designing and Developing Effective Drugs and Medicines: Current Scenario and Future Prospects. Current Drug Metabolism. 2018;19(3):264-301. <https://doi.org/10.2174/1389200219666180129125436>
6. Saleh N., Allam T., El-latif A.A., Ghazy E. The effects of dietary supplementation of different levels of thyme (*Thymus vulgaris*) and ginger (*Zingiber officinale*) essential oils on performance, hematological, biochemical and immunological parameters of broiler chickens. Global Veterinaria. 2014;12(6):736-744. <https://doi.org/10.2174/1389200219666180129125436>.
7. Krishan G., Narang A. Use of essential oils in poultry nutrition: a new approach. Journal of Advanced Veterinary and Animal Research. 2014;1(4):156-162. <http://dx.doi.org/10.5455/javar.2014.a36>
8. Laptev G.Y., Yildirim E.A., Ilina L.A. et al. Effects of essential oils-based supplement and salmonella infection on gene expression, blood parameters, cecal microbiome, and egg production in laying hens. Animals. 2021;11(2):360. <http://dx.doi.org/10.3390/ani11020360>
9. Hesabi Nameghi, A., Edalatian O., Bakhshalinejad R. Effects of a blend of thyme, peppermint and eucalyptus essential oils on growth performance, serum lipid and hepatic enzyme indices, immune response and ileal morphology and microflora in broilers. Journal of animal physiology and animal nutrition. 2019;103(5):1388-1398. <https://doi.org/10.1111/jpn.13122>
10. Awaad M.H.H., Abdel-Alim G.A., Sayed K.S. et al. Immunostimulant effects of essential oils of peppermint and eucalyptus in chickens. Pakistan Veterinary Journal. 2010;30(2):P. 61-66.
11. Adil S., Banday M.T., Wani M.A. et al. Nano-protected form of rosemary essential oil has a positive influence on blood biochemistry parameters, haematological indices, immune-antioxidant status, intestinal microbiota and histomorphology of meat-type chickens. Poultry Science. 2024;103(12):104309. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104309>.
12. El-Hamid M.I.A, El-Malt R.M.S., Al-Khalaifah H.S. et al. Exploring the interactive impacts of citronellol, thymol, and trans-cinnamaldehyde in broilers: moving toward an improved performance, immunity, gastrointestinal integrity, and *Clostridium perfringens* resistance. Journal of Applied Microbiology. 2024;135(10):lxae206. <https://doi.org/10.1093/jambio/lxae206>.
13. Hosseinzadeh S., Shariatmadari F., Karimi M.A. et al. *Plectranthus amboinicus* and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oils effects on performance, antioxidant activity, intestinal health, immune re-

sponse, and plasma biochemistry in broiler chickens. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2023;11(7): 3939-3948. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3380>.

14. Abdulkadhim A.A., Mohammed Dughaim F., Ibrahim Ahmed A. Effect of Oregano Essential Oil Combined with Live and Killed Newcastle Disease Vaccines on Immune Response in Broilers Chicks in Erbil, Iraq: A Comparative Study. *Archives of Razi Institute*. 2022;77(3):1303-1309. <https://doi.org/10.22092/ari.2022.357614.2067>.

15. El -Shall N.A., Shewita R.S., Abd El-Hack M.E. et al. Effect of essential oils on the immune response to some viral vaccines in broiler chickens, with special reference to Newcastle disease virus. *Poultry Science*. 2020;99(6):2944-2954. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.008>.

REFERENCES

1. Dubrovin A.V., Jyldyrym E.A., Il'ina L.A. i dr. Immunnyj status promyshlennoj pticy na predpriyatiyah: obzor. *Pticevodstvo*. 2022;5:49-54. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2022-71-5-49-54>.

2. Kavtarashvili A.SH., Kolokol'nikova T.N. Fiziologiya i produktivnost' pticy pri stresse (obzor). *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*. 2010;4: 25-37. <https://agrobiology.ru/4-2010kavtarashvili.html>

3. Petrusha YU.K., Lebedev S.V., Grechkina V.V. Fitobiotiki v kormlenii sel'skohozyajstvennoj pticy. *ZHivotnovodstvo i kormoprodukcija*. 2022;105(1):103-118. DOI 10.33284/2658-3135-105-1-103 <https://elibrary.ru/item.asp?id=48317084>

4. Zalyubovskaya E.YU., Mansurova M.S. Effektivnost' ispol'zovaniya fitogennyh kormovyh dobavok v pticevodstve. *Ptica i pticeprodukty*. 2022; 3:44-46. DOI 10.30975/2073-4999-2022-24-3-44-46 <https://elibrary.ru/contents.asp?id=48683115>

5. Tiwari R., Latheef S.K., Ahmed I. et al. Herbal Immunomodulators - A Remedial Panacea for Designing and Developing Effective Drugs and Medicines: Current Scenario and Future Prospects. *Current Drug Metabolism*. 2018;19(3):264-301. <https://doi.org/10.2174/1389200219666180129125>

436

6. Saleh N., Allam T., El-latif A.A., Ghazy E. The effects of dietary supplementation of different levels of thyme (*Thymus vulgaris*) and ginger (*Zingiber officinale*) essential oils on performance, hematological, biochemical and immunological parameters of broiler chickens. *Global Veterinaria*. 2014;12(6):736-744. <https://doi.org/10.2174/1389200219666180129125>

7. Krishan G., Narang A. Use of essential oils in poultry nutrition: a new approach. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*. 2014;1(4):156-162. <http://dx.doi.org/10.5455/javar.2014.a36>

8. Laptev G.Y., Yildirim E.A., Ilina L.A. et al. Effects of essential oils-based supplement and salmonella infection on gene expression, blood parameters, cecal microbiome, and egg production in laying hens. *Animals*. 2021;11(2):360. <http://dx.doi.org/10.3390/ani11020360>

9. Hesabi Nameghi, A., Edalatian O., Bakhshalinejad R. Effects of a blend of thyme, peppermint and eucalyptus essential oils on growth performance, serum lipid and hepatic enzyme indices, immune response and ileal morphology and microflora in broilers. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2019;103(5):1388-1398. <https://doi.org/10.1111/jpn.13122>

10. Awaad M.H.H., Abdel-Alim G.A., Sayed K.S. et al. Immunostimulant effects of essential oils of peppermint and eucalyptus in chickens. *Pakistan Veterinary Journal*. 2010;30(2):R. 61-66.

11. Adil S., Banday M.T., Wani M.A. et al. Nano-protected form of rosemary essential oil has a positive influence on blood biochemistry parameters, haematological indices, immune-antioxidant status, intestinal microbiota and histomorphology of meat-type chickens. *Poultry Science*. 2024;103(12):104309. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104309>.

12. El-Hamid M.I.A, El-Malt R.M.S., Al-Khalaifah H.S. et al. Exploring the interactive impacts of citronellol, thymol, and trans-cinnamaldehyde in broilers: moving toward an improved performance, immunity, gastro-

intestinal integrity, and *Clostridium perfringens* resistance. *Journal of Applied Microbiology*. 2024;135(10):lxae206. <https://doi.org/10.1093/jambio/lxae206>.

13. Hosseinzadeh S., Shariatmadari F., Karimi M.A. et al. *Plectranthus amboinicus* and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oils effects on performance, antioxidant activity, intestinal health, immune response, and plasma biochemistry in broiler chickens. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2023;11(7): 3939-3948. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3380>.

14. Abdulkadhim A.A., Mohammed Dughaim F., Ibrahim Ahmed A. Effect of

Oregano Essential Oil Combined with Live and Killed Newcastle Disease Vaccines on Immune Response in Broilers Chicks in Erbil, Iraq: A Comparative Study. *Archives of Razi Institute*. 2022;77(3):1303-1309. <https://doi.org/10.22092/ari.2022.357614.2067>.

15. El -Shall N.A., Shewita R.S., Abd El-Hack M.E. et al. Effect of essential oils on the immune response to some viral vaccines in broiler chickens, with special reference to Newcastle disease virus. *Poultry Science*. 2020;99(6):2944-2954. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.008>.