

Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 1. С. 167-182.  
Animal Husbandry and Fodder Production. 2023. Vol. 106, no 1. P. 167-182.

Обзорная статья  
УДК 636.5:636.086  
doi:10.33284/2658-3135-106-1-167

### **Использование фитобиотиков в кормлении цыплят-бройлеров**

**Галимжан Калиханович Дускаев<sup>1</sup>, Ольга Вилориевна Кван<sup>2</sup>, Ярослав Алексеевич Сизенцов<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

<sup>1</sup>gduskaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

<sup>2</sup>kwan111@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0561-7002>

<sup>3</sup>yasizen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1871-0225>

**Аннотация.** В условиях интенсивно развивающейся отрасли животноводства и птицеводства ключевым критерием является поиск новых источников не только питательных веществ, но и соединений с выраженными ингибирующими характеристиками в отношении патогенных и условно-патогенных штаммов микроорганизмов и вирусов. Основным направлением в данной области научных изысканий в последние десятилетия является альтернативное использование фитобиотических препаратов, обладающих выраженным действием на показатели антиоксидантной, иммунологической активности, что в свою очередь позитивно влияет на динамические характеристики роста. Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что использование растительных компонентов, таких как экстракты растений или их порошковые формы, обеспечивают более высокие показатели поедаемости корма. Наряду с этим многие из них обладают положительным влиянием на пищеварительную систему, стимулируя интенсификацию роста ворсинок, что в свою очередь обеспечивает поддержание резидентной микрофлоры и более высокие характеристики пристеночного пищеварения с опосредованной положительной динамикой на рост. Стоит отметить, что в многочисленных исследованиях представлены данные о существенном снижении коэффициента конверсии корма на фоне применения препаратов на основе растительного сырья в структуре рациона. Представленный в данном литературном обзоре материал свидетельствует о высоком дозозависимом уровне биологического действия различных фитобиотиков на организм цыплят-бройлеров. Положительная степень влияния, согласно мнению многих авторов, обусловлена комплексным действием фитохимических веществ на органы и системы, обеспечивающие метаболические процессы и устойчивость в различных стресс факторам.

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, кормление, фитобиотические препараты, коэффициент конверсии корма

**Благодарности:** работа выполнена в соответствии с планом НИР за 2019-2023 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0005).

**Для цитирования:** Дускаев Г.К., Кван О.В., Сизенцов Я.А. Использование фитобиотиков в кормлении цыплят бройлеров (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 1. С. 167-182. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-1-167>

Review article

### **The use of phytobiotics in feeding broilers**

**Galimzhan K Duskaev<sup>1</sup>, Olga V Kvan<sup>2</sup>, Yaroslav A Sizentsov<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

<sup>1</sup>gduskaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

<sup>2</sup>kwan111@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0561-7002>

<sup>3</sup>yasizen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1871-0225>

**Abstract.** In the conditions of an intensively developing livestock and poultry industry, the search for new sources of not only nutrients, but also compounds with pronounced inhibitory characteristics

against pathogenic and opportunistic strains of microorganisms and viruses is the key criterion. The main direction in this area of scientific research in recent decades has been the alternative use of phytobiotic preparations that have a pronounced effect on antioxidant and immunological activity, which in turn has a positive effect on the dynamic characteristics of growth. Numerous studies indicate that the use of herbal ingredients, such as plant extracts or their powder forms, provides higher rates of feed intake. Along with this, many of them have a positive effect on the digestive system, stimulating the intensification of the growth of villi, which in turn ensures the maintenance of resident microflora and higher characteristics of parietal digestion with indirect positive growth dynamics. It should be noted that numerous studies provide data on a significant decrease in the feed conversion rate against the background of the use of preparations based on plant materials in the diet structure. The material presented in this literature review indicates a high dose-dependent level of biological action of various phytobiotics on the body of broiler chickens. The positive degree of influence, according to many authors, is due to the complex action of phytochemicals on organs and systems that provide metabolic processes and resistance to various stress factors.

**Keywords:** broiler chickens, feeding, phytobiotic preparations, feed conversion rate

**Acknowledgments:** the work was performed in accordance to the plan of research works for 2019-2023 FSBRI FRC BST RAS (No. 0761-2019-0005).

**For citation:** Duskaev GK, Kvan OV, Sizensov YaA. The use of phytobiotics in feeding broilers (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(1):167-182. (In Russ.) <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-1-167>

### **Введение.**

Птицеводство – интенсивно развивающаяся отрасль сельского хозяйства, сосредоточенная преимущественно на производстве яиц и мяса, которые в свою очередь способны в полной мере обеспечить организм человека физиологически значимыми элементами и питательными веществами, поддерживающими метаболические процессы на уровне референтных значений. Почти за полвека производители птицы, особенно цыплят-бройлеров, сократили количество времени, необходимое для достижения желаемой конечной живой массы, и увеличили её с 1,5 кг до 2,5 кг за 42 дня (Tan Z et al., 2022).

Исследования свидетельствуют, что рационы, дополненные фитобиотическими препаратами, могут влиять на развитие и функцию пищеварительного тракта, что приводит к улучшению здоровья и продуктивности цыплят (Röhe I et al., 2020). Растительные компоненты корма весьма богаты различными фитохимическими веществами, обладающими выраженным бактерицидным действием и подразделяются на алкалоиды, полифенолы, терпеноиды, каротиноиды, сероорганические соединения, фитостеролы, лимонноиды, глюкозинолаты и волокна, которые в свою очередь делятся на множество подтипов в соответствии с их химической структурой и характеристиками (Tan Z et al., 2022).

Фитобиотики имеют четыре основных механизма стимуляции: улучшение состава корма и его вкусовых качеств, наличие антимикробной активности и повышение анаболической активности (Valenzuela-Grijalva NV et al., 2017).

### **Цель исследования.**

Провести анализ зарубежных литературных источников экспериментального использования различных растений в качестве фитобиотического стимулятора роста цыплят-бройлеров.

### **Результаты исследования.**

#### **Использование фитобиотиков в кормлении цыплят-бройлеров.**

В современной научной литературе представлен значительный массив данных по использованию различных фитохимических веществ в качестве кормовых добавок к основному рациону цыплят-бройлеров. Выбор растения и способ его подготовки к скармливанию (порошок, жмых,

шрот и эфирное масло) зависит от концентрации биологически активных фитохимических соединений, выступающих в качестве стимуляторов роста. Разнообразие используемых растений весьма обширно: лаванда (*Lavandula angustifolia*) (Amer SA et al., 2022a), мята колосистая (*Mentha spicata*) (Torki M et al., 2021), горный арахис (сача инчи, сача арахис) (*Plukenetia volubilis* L.) (Cong ON et al., 2022), звёздчатый анис (*Illicium verum* Hook. f) (Ding X et al., 2020), розелла (*Hibiscus sabdariffa* L.) (Amer SA et al., 2022b), лук (*Allium cepa* L.) (Omar AE et al., 2020), девясил (*Inula helenium* L.) (Abolfathi ME et al., 2019), софора японская (*Styphnolobium japonicum*) (Dang X et al., 2022), ахирантес японский (*Achyranthes japonica* Nakai) (Park JH and Kim IH, 2020; Sun HY et al., 2020), кизил (*Cornus sanguinea*) (Erinle TJ et al., 2022), кукуруза (*Zea mays*) (Luo Q et al., 2022; Ranjitkar S and Engberg RM, 2016), орегано (*Origanum vulgare*) (Amer SA et al., 2021; Zhang C et al., 2022), имбирь (*Zingiber officinale*), маниока (*Manihot esculenta*) (Sugiharto S et al., 2016), раффлезия (*Indigofera zollingeriana*) (Palupi R et al., 2022), хмель (*Humulus lupulus*), тмин черный (*Nigella sativa*) (Kumar P et al., 2018), лен (*Linum usitatissimum*) (Tamasgen N et al., 2021), пальма (*Cocos nucifera*) (Azizi MN et al., 2021), перец (*Capsicum annum*, *Piper nigrum*), базилик (*Ocimum basilicum*), тимьян (*Thymus vulgaris*), шалфей (*Salvia officinalis*) (Vlaicu PA et al., 2022), расторопша (*Silybum marianum*) (Shanmugam S et al., 2022), рыжик посевной (Juodka R et al., 2022), хмель (*Humulus lupulus*) (Michalczyk M et al., 2021) и др. В большинстве проведённых исследований установлено, что тестируемые фитобиотические препараты и их комплексы обладают выраженными антиоксидантными (Gazwi HSS et al., 2022) и иммуностимулирующими (Yuan P et al., 2023) характеристиками, что в свою очередь обуславливает более высокие показатели резистентности организма к действию патогенных и условно-патогенных микроорганизмов (Ahmed N et al., 2023; Lacombe A et al., 2012), опосредованно действуя на динамику роста птицы. Регистрируется наличие положительного влияния исследуемых кормовых добавок на морфологические характеристики кишечника (увеличение ворсинок) (Oso AO et al., 2019; Zhang Y et al., 2022), регуляцию численности резидентной микрофлоры (Park JH et al., 2018), что обеспечивает более высокие показатели всасывания и, как следствие, снижение коэффициента конверсии корма. Рассмотрим лишь некоторые из представленных в литературе данных результатов экспериментальной оценки эффективности применения различных фитобиотических компонентов корма в рационе цыплят бройлеров (табл. 1).

Таблица 1. Использование различных фитобиотиков в качестве кормовых добавок в рационе цыплят-бройлеров

Table 1. The use of various phytobiotics as feed additives in the diet of broiler chickens

Используемое растение, ссылка / <i>Plant used, link</i>	Тестируемая доза / <i>Dose tested</i>	Результаты применения / <i>Application results</i>
1	2	3
Экстракт цветков лаванды ( <i>Lavandula angustifolia</i> ) / <i>Lavender flower extract (Lavandula angustifolia)</i> (Adaszynska-Skwirzynska M and Szczerbinska D, 2018, 2019; Adaszynska-Skwirzynska M et al., 2021)	0,2, 0,4 мл/л питьевой воды / <i>0.2, 0.4 ml/l drinking water</i>	Увеличение живой массы в среднем на 6,35 % ( $p<0,01$ ). Положительное влияние на микробиом кишечника (уменьшение численности патогенных микроорганизмов и увеличение численности резидентной флоры ( $p<0,01$ )). <i>In vitro</i> установлено ингибирующее действие экстракта на патогенные микроорганизмы / <i>An increase in live weight by an average of 6.35% (p&lt;0.01). Positive effect on the intestinal microbiome (decrease in the number of pathogenic microorganisms and increase in the number of resident flora (p&lt;0.01)). The inhibitory effect of the extract on pathogenic microorganisms was established in vitro.</i>

Продолжение таблицы 1		
1	2	3
Имбирь ( <i>Zingiber officinale</i> ) / <i>Ginger (Zingiber officinale)</i> (Habibi R et al., 2014)	7,5 г/кг или 15 г/кг порошка корня имбиря и диеты, содержащие 75 или 150 мг/кг эфирного масла имбиря. / <i>7.5 or 15 g/kg of ginger root powder and diets containing 75 or 150 mg/kg of ginger essential oil.</i>	7,5 г порошка имбиря/кг корма значительно увеличивает массу тела, общую антиоксидантную способность (ОАК) на фоне снижения концентрации малонового диальдегида (МДА) в печени птицы. Включение порошка и эфирного масла имбиря в рационы бройлеров не повлияло на характеристики тушки и показатели крови / <i>7.5 g of ginger powder/kg of feed significantly increases body weight, total antioxidant capacity (TOA) against the background of a decrease in the concentration of malondialdehyde (MDA) in the bird's liver. Inclusion of ginger powder and essential oil in broiler diets did not affect carcass performance and blood counts.</i>
Стручковый перец ( <i>Capsicum annuum</i> ) (препарат SPICY), имбирь ( <i>Zingiber officinale</i> ), перец чёрный ( <i>Piper nigrum</i> ) / <i>Capsicum annuum (SPICY), ginger (Zingiber officinale), black pepper (Piper nigrum)</i> (Herrero-Encinas J et al., 2023)	250 частей на миллион инкапсулированного продукта на основе экстрактов стручкового перца и других специй (чёрного перца и имбиря) / <i>250 ppm encapsulated product based on capsicum extracts and other spices (black pepper and ginger)</i>	Достоверное увеличение массы тела, среднесуточного прироста и коэффициента конверсии корма ( $p < 0,05$ ) по отношению к контролю. Активность САТ была значительно ( $p < 0,05$ ) ниже в плазме птиц, получавших экспериментальную добавку к основному рациону по сравнению с контрольными значениями / <i>Significant increase in body weight, average daily weight gain and feed conversion rate (<math>p &lt; 0.05</math>) in relation to the control. CAT activity was significantly (<math>p &lt; 0.05</math>) lower in the plasma of birds fed the experimental basal diet supplement compared to control values.</i>
Маклея сердцевидная ( <i>Macleaya cordata</i> ) / <i>Macleaya heart-shaped (Macleaya cordata)</i> (Liu Y et al., 2022)	0,6 мг/кг корма (основного рациона) / <i>0.6 mg/kg feed (basic diet)</i>	Значительное увеличение конечной массы тела, концентрации общего белка сыворотки, холестерина липопротеинов высокой плотности, холестерина липопротеинов низкой плотности, общего холестерина, глюкозы, иммуноглобулина А, иммуноглобулина М и комплемента (С3, С4) по отношению к контролю ( $p < 0,05$ ) / <i>Significant increase in final body weight, total serum protein concentration, high density lipoprotein cholesterol, low density lipoprotein cholesterol, total cholesterol, glucose, immunoglobulin A, immunoglobulin M and complement (C3, C4) relative to control (<math>p &lt; 0.05</math>).</i>
Перец красный ( <i>Capsicum annuum</i> ) перец чёрный ( <i>Piper nigrum</i> ) / <i>Red pepper (Capsicum annuum) black pepper (Piper nigrum)</i> (Ogbuewu IP et al., 2020)	до 6 г/кг корма в течение 35, 42 и 56 дней / <i>up to 6 g/kg feed for 35, 42 and 56 days</i>	Как чёрный, так и красный перец увеличивают показатели среднесуточного привеса ( $p < 0,001$ ). Чёрный перец улучшает показатели коэффициента конверсии корма ( $p = 0,002$ ). Максимальные показатели среднесуточного привеса установлены при использовании перца в течение 42 суток (62,2 г/гол./день) ( $p < 0,001$ ) / <i>Both black and red peppers increase average daily weight gain (<math>p &lt; 0.001</math>). Black pepper improves feed conversion ratio (<math>p = 0.002</math>). The maximum indicators of the average daily gain were established when using pepper for 42 days (62.2 g/head/day) (<math>p &lt; 0.001</math>).</i>

Продолжение таблицы 1		
1	2	3
Лакрица или солодка голая ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> ) / <i>Licorice or Licorice (Glycyrrhiza glabra)</i> (Abo-Samaha MI et al., 2022)	0,4 и 0,8 г экстракта на литр питьевой воды / <i>0.4 and 0.8 g of extract per liter of drinking water</i>	Добавление 0,4 г/л оказывает стимулирующее действие на показатели массы тела, привесы, потребление и коэффициент конверсии корма. Установлено гиполипидемическое, гипогликемическое, гепатопротекторное, иммуностимулирующее и антиоксидантное действие солодки. Морфометрический анализ различных параметров кишечника выявил значительное увеличение длины и ширины кишечных ворсинок, а также длины/глубины ворсинок у птицы данной группы / <i>The addition of 0.4 g/l has a stimulating effect on body weight, weight gain, intake and feed conversion rate. The hypolipidemic, hypoglycemic, hepatoprotective, immunostimulating and antioxidant effects of licorice have been established. Morphometric analysis of various parameters of the intestine revealed a significant increase in the length and width of the intestinal villi, as well as the length/depth of the villi in the birds of this group..</i>
Лакрица или солодка голая ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> ) / <i>Licorice (Glycyrrhiza glabra)</i> (Toson E et al., 2023)	1, 2 и 3 г экстракта солодки/кг рациона / <i>1, 2 and 3 g licorice extract/kg diet</i>	2 и 3 г экстракта солодки/кг корма улучшают показатели роста и физиологическое состояние цыплят-бройлеров. У опытной птицы увеличивается уровень эритроцитов, гемоглобина, общего белка плазмы, альбумина и концентрации антиоксидантов на фоне снижения холестерина плазмы, триглицеридов, мочевой кислоты, мочевины и общего холестерина / <i>2 and 3 g of licorice extract/kg of feed improve the growth and physiological condition of broiler chickens. In the experimental bird, the levels of erythrocytes, hemoglobin, total plasma protein, albumin, and antioxidant concentrations increase against the background of a decrease in plasma cholesterol, triglycerides, uric acid, urea, and total cholesterol.</i>
Горянка (Эпимедиум) <i>barrenwort (Epimedium grandiflorum)</i> / <i>Goryanka (Epimedium) (Epimedium grandiflorum)</i> (Zhang J et al., 2023)	основной рацион с добавлением 100, 200, 400 или 800 мг/кг экстракта / <i>basic ration supplemented with 100, 200, 400 or 800 mg/kg extract</i>	200 мг/кг экстракта улучшило состав кишечной микробиоты, регулируя основной бактериальный род <i>Lactobacillus</i> , и увеличило концентрацию полезных метаболитов молочной кислоты и короткоцепочечных жирных кислот во флоре, повысило антиоксидантную активность и проницаемость кишечника. Улучшило динамические показатели роста / <i>200 mg/kg of the extract improved the composition of the intestinal microbiota by regulating the main bacterial genus Lactobacillus, and increased the concentration of beneficial lactic acid metabolites and short-chain fatty acids in the flora, increased antioxidant activity and intestinal permeability. Improved dynamic growth performance.</i>

Продолжение таблицы 1		
1	2	3
Одуванчик ( <i>Taraxacum mongolicum</i> ) / <i>Dandelion</i> ( <i>Taraxacum mongolicum</i> ) (Mao J et al., 2022)	500 мг/кг, 1000 мг/кг корма / 500 mg/kg, 1000 mg/kg feed	500 мг/кг основного рациона повышает динамические показатели роста бройлеров за счёт улучшения барьерной функции кишечника / 500 mg/kg basal diet improves broiler growth dynamics by improving gut barrier function.
Фитогенная смесь: Эрва шерстистая ( <i>Aerva lanata</i> ), Бетель ( <i>Piper betle</i> ), свиной палец (пальчатый) ( <i>Cynodon dactylon</i> ), перец черный ( <i>Piper nigrum</i> ) / <i>Phytogetic Blend: Woolly Erva</i> ( <i>Aerva lanata</i> ), <i>Betel</i> ( <i>Piper betle</i> ), <i>Pig Finger</i> ( <i>Cynodon dactylon</i> ), <i>Black Pepper</i> ( <i>Piper nigrum</i> ) (Oso AO et al., 2019)	1 %, 2 % от основного рациона / 1%, 2% of the main diet	Улучшение показателей роста, коэффициента конверсии корма, морфологии кишечника и усвояемости органических веществ и триптофана в подвздошной кишке, увеличение численности <i>Bifidobacterium</i> при включении в рацион 1 % фитосмеси / <i>Improvement in growth rates, feed conversion rate, intestinal morphology and digestibility of organic substances and tryptophan in the ileum, an increase in the number of Bifidobacterium when 1% of the phytomixture is included in the diet.</i>

Многочисленные научные исследования по данной тематике свидетельствуют о высоком уровне перспективности использования фитобиотиков в качестве кормовых добавок. Экспериментально установлено, что введение в рацион добавок льняной муки и порошка корневища куркумы оказывает положительную динамику на липидный обмен и профиль тканей, окислительную стабильность, органолептические и физико-химические свойства мяса цыплят-бройлеров (Kumar F et al., 2020). Введение в рацион птице 10 % льняной муки может быть использовано для повышения содержания омега-3 жирных кислот, что способствует удалению свободных радикалов в грудке в диапазоне от 20,70 % до 39,09 %, а в мясе окорочков – от 23,53 % до 43,09 % соответственно (Anjum FM et al., 2013).

Экспериментальное исследование по влиянию комбинированной добавки на основе льняного семени, селена и витамина Е на пищевую и функциональную ценность грудного мяса (Albergamo A et al., 2022) позволило установить прямую зависимость между увеличением массы грудки и высоким содержанием минералов, микроэлементов и витамина Е, что в свою очередь свидетельствует о более высоких показателях пищевой ценности.

В исследованиях, направленных на оценку влияния 15 % дозы облучённых инфракрасным излучением семян рыжика, льна и подсолнечника в рационы цыплят-бройлеров, указали на существенное увеличение ( $p < 0,05$ ) массы грудной мышцы, бедра, голени и снижение ( $p < 0,05$ ) брюшного жира (Zajac M et al., 2022). Также установлено, что семена льна способствовали увеличению содержания Са (грудная мышца и печень), Си (грудная мышца и зоб), Fe (мышцы голени и сердце). Полученные результаты позволили сделать авторам вывод, что данный фитохимический комплекс может быть использован в качестве кормовой добавки с выраженным положительным влиянием на пищевую ценность мяса и органов птицы, используемых в диетологии (Zajac M et al., 2022).

Добавление в рацион цыплят-бройлеров 2,5 % смолы дерева босвеллии липчатой (*Boswellia serrata*) способствовало снижению калорийности мышц голени. Тестируемый фитобиотик повышает уровень Са и Mg в грудных мышцах с 28,02 до 31,14 г/100 г, мышцах голени – с 8,07 до 8,76 г/100 г и печени – с 23,45 до 25,89 г/100 г. Пищевая добавка снижала концентрацию Си в анализируемых тканях и обеспечивала задержку Zn в мышцах голени от 1,520 до 1,434 г/100 г. Смола *B. serrata* можно считать хорошей кормовой добавкой, положительно влияющей на диетическую

ценность мяса птицы (Al-Yasiry ARM et al., 2017a), биохимические характеристики мяса (Kiczorowska B et al., 2020), а также гематологические и иммунологические показатели цыплят-бройлеров (Al-Yasiry ARM et al., 2017b).

В исследованиях по оценке дозировки и степени влияния фитобиотического препарата на основе масла корицы (*Cinnamomum verum*) и лимонной кислоты на показатели роста, гистоструктуру и микробиоту кишечника, иммунный и метаболический статус цыплят-бройлеров установлено значительное влияние на структурные характеристики ворсинок (происходило удлинение ворсинок  $p=0,002$  и углубление крипт  $p=0,003$ ), а также повышение показателей неспецифической резистентности и рост цыплят. Среди трёх протестированных дозировок (0,05, 0,1 и 0,25 мл/л воды) препарата, содержащего коричное масло, наиболее благоприятной оказалась доза 0,25 мл/л воды, вводимая в течение 42 дней. Цыплята, получавшие фитобиотик в данной дозировке, имели лучшие показатели роста, что было связано с благотворным влиянием препарата на микробиом тонкого кишечника, метаболизм (снижение уровня общего холестерина (ОХ) ( $p=0,018$ ) и неэтерифицированных жирных кислот (НЭЖК)  $p=0,007$ , а также триацилглицеролов (ТАГ) ( $p=0,014$ ), и показатели естественной резистентности (уровень лизоцима  $p=0,041$ , а также процент фагоцитирующих клеток  $p=0,034$ , индекс фагоцитоза  $p=0,038$ , уровень Ig-A  $p=0,031$ ) (Krauze M et al., 2021).

В исследованиях по влиянию добавки к рациону порошка гвоздики (*Syzygium aromaticum* L.) дозой 10 г/кг в течение 42 сут в комбинации либо с экстрактом Melissa лекарственной (*Mellisa officinalis* L.) либо экстрактом репейника (*Agrimonia eupatoria* L.), разведённой питьевой водой (2:1000), не оказывала существенного влияния на показатели роста, активность супероксиддисмутазы и глутатионпероксидазы, концентрацию витамина А и отдельные показатели липидного обмена. Однако исследователями установлено положительное влияние на отдельные показатели антиоксидантного статуса (повышение концентрации -SH-групп: цистеин, глутатион, альбумин, аскорбиновая кислота, токоферолы, каротиноиды, флаваноиды и др.) и витамина Е, снижение концентрации малинового диальдегида (МДА) в крови бройлеров опытных групп наблюдали по сравнению с контрольной группой цыплят ( $p<0,05$ ). Экспериментально установлено, что комбинация порошка гвоздики с экстрактом Melissa обеспечивает более высокие антиоксидантные показатели крови по сравнению с гвоздикой и репейником (витамин Е,  $11,26\pm 0,73$  против  $9,73\pm 0,64$  мкмоль/л,  $p<0,05$  соответственно) (Petrovic V et al., 2012).

Оценка синергетического действия протексина и экстракта гунделия Турнефора (*Gundelia tournefortii* L.) на рост, биохимический, гематологический и антиоксидантный статусы цыплят-бройлеров (Gholami-Ahangaran M et al., 2021) свидетельствует о снижении коэффициента конверсии корма, значительном концентрации триглицеридов (ТГ) и холестерина (ЛПВП) на фоне увеличения уровня гемоглобина и общего белка плазмы (ГР). Концентрация аспартаттрансферазы (АсАТ), аланинаминотрансферазы (АлАТ), щелочной фосфатазы (ЩФ) и СОД не показали существенной разницы у всех цыплят. Вышеизложенное позволило сделать авторам вывод о том, что постоянное использование протексина и экстракта гунделия Турнефора (*Gundelia tournefortii* L.) в рационах бройлеров может оказывать синергетический эффект на активность пищеварения и антиоксидантный статус, снижая липидный профиль без влияния на функцию печени у цыплят.

Фитобиотические препараты обладают рядом существенных преимуществ, таких как лёгкий доступ и экономичность, относительно низкий уровень побочных эффектов и экологичность (Reverter M et al., 2014). Также следует отметить, что рядом исследователей было установлено наличие положительного эффекта применения комбинирования растительного сырья на основе облепихи (Saracila M et al., 2022), щавеля (Saracila M et al., 2022), рыжика посевного (Untea AE et al., 2019) и льна (Mir NA et al., 2017) с пищевыми добавками хрома проявляется не только интенсивностью роста, но и повышением пищевых характеристик мяса.

#### **Химический состав фитобиотиков и их действие на организм.**

Использование различных видов кормовых добавок в первую очередь направлено на регуляцию микробного сообщества. Основными компонентами современных кормовых добавок являются: пробиотики (живые микроорганизмы, обеспечивающие физиологически значимые процессы

в организме), пребиотики (ингредиенты, стимулирующие устойчивость резидентной микрофлоры кишечника и, как следствие, улучшают здоровье хозяина), фитобиотики (первичные или вторичные компоненты растений, содержащие биологически активные соединения, которые наряду с выраженной антибактериальной активностью (Seidavi A et al., 2021; Rogas G et al., 2021) оказывают положительное влияние на динамические показатели роста и здоровье животных), а также бактериофаги и производные от них ферменты (вещества, лизирующие пептидогликан) (Clavijo V and Flórez MJV, 2018; Low CX et al., 2021).

Интенсивность роста сельскохозяйственной птицы и животных в первую очередь обусловлена состоянием желудочно-кишечного тракта (Abdelli N et al., 2021), содержащего уникальную, сложную полимикробную экосистему, представленную триллионами клеток, на состав которых влияют различные факторы, такие как питание, стрессовые состояния и др. (Lippolis T et al., 2023). Стоит отметить, что работа и здоровье кишечника зависят от целостности ряда барьеров (физического, химического, иммунологического и микробиологического), состояние которых обеспечивает устойчивость к различным патогенным агентам (Mao J et al., 2022). Повреждение кишечного барьера тесно связано с кишечными заболеваниями и, как следствие, с задержкой роста бройлеров. Следовательно, сохранение целостности кишечного барьера имеет решающее значение для здоровья и продуктивности бройлеров (Oso AO et al., 2019).

Фитобиотики (фитохимические или фитогенные препараты) обладают широким спектром биологической активности в отношении патогенных и условно-патогенных штаммов микроорганизмов, таких как *Parahemolyticus*, *Staphylococcus epidermis*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* и другие (Abd El-Hack ME et al., 2020; Silva S et al., 2023; Silva S et al., 2022), что в свою очередь обеспечивает возможность их активного исследования как альтернативы синтетическим антибиотикам, используемым в качестве стимуляторов роста (Abd El-Hack ME et al., 2022). Фитобиотики традиционно известны своей антиоксидантной активностью, но наряду с этим установлено, что эти соединения также обладают противовоспалительным, антимикробным и транскрипционно-модулирующим действиями (Kikusato M., 2021). Следует отметить, что данные вещества не являются питательными компонентами, и их биодоступность относительно низка, но тем не менее, они благотворно влияют на организм. Часть фитохимических веществ, потребляемых перорально, проходя через просвет кишечника, модулируют состав автохтонной микрофлоры (влияет на метаболическую активность и увеличивает производство органических кислот пробиотическими штаммами) и поддерживают целостность кишечника. Фитохимические вещества и метаболиты, синтезируемые микробиомом, поглощаются организмом и индуцируют механизмы устойчивости к стрессу, включая аутофагию, экспрессию детоксицирующих и антиоксидантных ферментов (Martel J et al., 2020).

Один из возможных механизмов стимулирующего благотворного действия фитобиотиков на здоровье организма может быть обусловлен тем, что ферментация пищевых волокон в толстой кишке стимулирует фракцию индигенной микрофлоры, которая в свою очередь увеличивает выработку короткоцепочечных жирных кислот (пропионата и бутирата), а также улучшает целостность кишечного эпителия. Положительное влияние на резидентную микрофлору связано с наличием в фитобиотиках различных химических веществ, таких как полифенолы (могут действовать как пребиотики, воздействовать на чувство влороума), каротиноиды (изменяют экспрессию Ig A), фитостеролы, лигнаны, алкалоиды, глюкозинолаты, терпены и антоцианины. Некоторые фитохимические вещества могут метаболизироваться в кишечнике в биологически активные компоненты, например, эквол – из даидзеина и энтеролактон – из секоизоларицирезинола, в то время как бактерии могут использовать гликозиды для получения энергии (Dingeo G et al., 2020; Kumar Singh A et al., 2019).

Биологическая активность многих фитобиотиков обусловлена присутствием в них различных флавоноидов, на уровень биодоступности которых существенное влияние оказывает резидентная микрофлора желудочно-кишечного тракта (Williamson G et al., 2018; Ivey KL et al., 2019). Флавоноиды проявляют разнообразную физиологическую активность и метаболизируются или

биотрансформируются кишечной микробиотой, тем самым производя новые метаболиты, которые способствуют укреплению здоровья, модулируя состав и структуру кишечной флоры (Xiong NH et al., 2023). Большинство флавоноидов существует в природе в виде связанных форм флавоноидных гликозидов, в которых одна или несколько молекул сахара связаны с фенольной или гидроксильной группами. Наличие гликозидных связей значительно влияет на всасывание флавоноидов, и большинство из них достигает кишечника в качестве прототипов, где они проявляют свои физиологические эффекты (Zhang J et al., 2023). Гликозидные формы ферментативно гидролизуются и всасываются в кишечнике, а также конъюгируются с их глюкуроноидными/сульфатными формами ферментов фазы II в эпителиальных клетках и печени (Murota K et al., 2018). Неабсорбированные флавоноиды метаболизируются микробиотой кишечника до более мелких метаболитов, которые в свою очередь обладают более высоким уровнем биодоступности, по отношению к их предшественники. Активность этих метаболитов может быть частично ответственна за связи между флавоноидами и здоровьем (Bitner BF et al., 2018).

Полифенолы представляют собой большую группу соединений, содержащихся в продуктах питания, пищевых добавках и лекарственных травах. Данные соединения являются вторичными метаболитами растений, обеспечивающие защиту от ультрафиолетового излучения, вредителей и т. д., в организме эти фитохимические вещества выполняют антиоксидантные, противомикробные и другие функции. Нетрансформированные бактериальной микрофлорой полифенолы из субстратов могут всасываться, появляясь в плазме в основном в виде метилированных, сульфатированных и глюкуроноидированных производных, а также в неизменённом виде. Многие из катаболитов хорошо всасываются из толстой кишки и появляются в плазме либо в аналогичном конъюгате, либо в виде конъюгатов с глицином, либо в некоторых случаях в неизменённом виде (Williamson G and Clifford MN, 2017; Rodríguez-Daza MC et al., 2021).

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод, что фитогенные вещества обладают высоким потенциалом практического использования в качестве стимуляторов роста бройлеров. Разнообразие химических веществ, входящих в структуру растений, таких как полифенолы, каротиноиды, алкалоиды и многие другие, характеризуется многообразием оказываемых на организм положительных эффектов (Rafiq K et al., 2022; Armanini EH et al., 2021; Rubens J et al., 2023). Столь высокий уровень разнообразия фитохимических веществ, входящих в состав экстрактов, обеспечивает устойчивость данных соединений к формированию резистентных форм патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, что позволяет рассматривать их в качестве альтернативы кормовым антибиотикам.

### **Заключение.**

Литературный обзор свидетельствует о высоком уровне интереса мировой научной общественности к поиску новых кормовых добавок на основе фитобиотических соединений для интенсификации птицеводческой отрасли. Использование фитохимических веществ даёт не только более высокие характеристики роста птицы, но и является хорошей альтернативой кормовым антибиотикам, а также обеспечивает получение экологически чистой продукции с более высокими пищевыми характеристиками мяса бройлеров.

Литературные данные позволяют с высокой долей уверенности судить о том, что фитохимические препараты выступают в качестве мультифункциональных добавок, обеспечивающих выраженное действие на антиоксидантную, иммунологическую и пищеварительную системы, что опосредованно влияет на динамические характеристики роста. На фоне применения ряда фитобиотиков регистрируется увеличение длины и ширины кишечных ворсинок, что в конечном итоге повышает площадь всасывания питательных веществ и активирует пристеночное пищеварение автотонными микроорганизмами.

Выбор фитобиотического компонента корма обусловлен, как правило, рядом ключевых позиций, таких как уровень биологической активности (антибактериальная активность), доступность и стоимость, так как совокупность этих факторов позволяет судить об эффективности фитохими-

ческих препаратов в качестве замены кормовых антибиотикам и снизить себестоимость готовой, экологически безопасной для потребителя продукции с высокими показателями пищевой ценности.

**Список источников**  
**References**

1. Abd El-Hack ME, Alagawany M, Abdel-Moneim AE, Mohammed NG, Khafaga AF, Bin-Jumah M, Othman SI, Allam AA, Elnesr SS. Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) oil as a potential alternative to antibiotics in poultry. *Antibiotics* (Basel). 2020;9(5):210. doi: 10.3390/antibiotics9050210
2. Abd El-Hack ME, El-Saadony MT, Salem HM, El-Tahan AM, Soliman MM, Youssef GBA, Taha AE, Soliman SM, Ahmed AE, El-Kott AF, Al Syaad KM, Swelum AA. Alternatives to antibiotics for organic poultry production: types, modes of action and impacts on bird's health and production. *Poult Sci*. 2022;101(4):101696. doi: 10.1016/j.psj.2022.101696
3. Abdelli N, Solà-Oriol D, Pérez JF. Phytogetic feed additives in poultry: achievements, prospective and challenges. *Animals* (Basel). 2021;11(12):3471. doi: 10.3390/ani11123471
4. Abolfathi ME, Tabeidian SA, Foroozandeh Shahraki AD, Tabatabaei SN, Habibian M. Comparative effects of n-hexane and methanol extracts of elecampane (*Inula helenium* L.) rhizome on growth performance, carcass traits, feed digestibility, intestinal antioxidant status and ileal microbiota in broiler chickens. *Arch Anim Nutr*. 2019;73(2):88-110. doi: 10.1080/1745039X.2019.1581027
5. Abo-Samaha MI, Alghamdi YS, El-Shobokshy SA, Albogami S, El-Maksoud EMA, Farag F, Soliman MM, Shukry M, El-Hack MEA. Licorice extract supplementation affects antioxidant activity, growth-related genes, lipid metabolism, and immune markers in broiler chickens. *Life* (Basel). 2022;12(6):914. doi: 10.3390/life12060914
6. Adaszyńska-Skwirzyńska M, Szczerbińska D, Zych S. The use of lavender (*Lavandula angustifolia*) essential oil as an additive to drinking water for broiler chickens and its in vitro reaction with enrofloxacin. *Animals* (Basel). 2021;11(6):1535. doi: 10.3390/ani11061535
7. Adaszyńska-Skwirzyńska M, Szczerbińska D. The antimicrobial activity of lavender essential oil (*Lavandula angustifolia*) and its influence on the production performance of broiler chickens. *J Anim Physiol Anim Nutr* (Berl). 2018;102(4):1020-1025. doi: 10.1111/jpn.12907
8. Adaszyńska-Skwirzyńska M, Szczerbińska D. The effect of lavender (*Lavandula angustifolia*) essential oil as a drinking water supplement on the production performance, blood biochemical parameters, and ileal microflora in broiler chickens. *Poult Sci*. 2019;98(1):358-365. doi: 10.3382/ps/pey385
9. Ahmed N, El-Fateh M, Amer MS, El-Shafei RA, Bilal M, Diarra MS, Zhao X. Antioxidative and cytoprotective efficacy of ethanolic extracted cranberry pomace against *Salmonella* enteritidis infection in chicken liver cells. *Antioxidants* (Basel). 2023;12(2):460. doi: 10.3390/antiox12020460
10. Albergamo A, Vadalà R, Nava V, Bartolomeo G, Rando R, Colombo N, Gualtieri R, Petracchi M, Di Bella G, Costa R, Cicero N. Effect of dietary enrichment with flaxseed, vitamin e and selenium, and of market class on the broiler breast meat-part 1: nutritional and functional traits. *Nutrients*. 2022;14(8):1666. doi: 10.3390/nu14081666
11. Al-Yasiry ARM, 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*. 2017a;11(11):1890-1898. doi: 10.1017/S1751731117000817
12. Al-Yasiry ARM, Kiczorowska B, Samolińska W. Effect of *Boswellia serrata* resin supplementation on basic chemical and mineral element composition in the muscles and liver of broiler chickens. *Biol Trace Elem Res*. 2017b;179(2):294-303. doi: 10.1007/s12011-017-0966-6
13. Amer SA, Abdel-Wareth AAA, Gouda A, Saleh GK, Nassar AH, Sherief WRJA, Albogami S, Shalaby SI, Abdelazim AM, Abomughaid MM. Impact of dietary lavender essential oil on the

growth and fatty acid profile of breast muscles, antioxidant activity, and inflammatory responses in broiler chickens. *Antioxidants* (Basel). 2022a;11(9):1798. doi: 10.3390/antiox11091798

14. Amer SA, Al-Khalaifah HS, Gouda A, Osman A, Goda NIA, Mohammed HA, Darwish MIM, Hassan AM, Mohamed SKhA. Potential effects of anthocyanin-rich roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract on the growth, intestinal histomorphology, blood biochemical parameters, and the immune status of broiler chickens. *Antioxidants* (Basel). 2022b;11(3):544. doi: 10.3390/antiox11030544

15. Amer SA, Tolba SA, AlSadek DMM, Abdel Fattah DM, Hassan AM, Metwally AE. Effect of supplemental glycerol monolaurate and oregano essential oil blend on the growth performance, intestinal morphology, and amino acid digestibility of broiler chickens. *BMC Vet Res*. 2021;17(1):312. doi: 10.1186/s12917-021-03022-5

16. Anjum FM, Haider MF, Khan MI, Sohaib M, Arshad MS. Impact of extruded flaxseed meal supplemented diet on growth performance, oxidative stability and quality of broiler meat and meat products. *Lipids Health Dis*. 2013;12:13. doi: 10.1186/1476-511X-12-13

17. Armanini EH, Boiago MM, de Oliveira PV, Roscamp E, Strapazon JV, de Lima AG, Copetti PM, Morsch VM, de Oliveira FC, Wagner R, Santurio JM, da Rosa G, Da Silva AS. Inclusion of a phyto-genic bend in broiler diet as a performance enhancer and anti-aflatoxin agent: Impacts on health, performance, and meat quality. *Res Vet Sci*. 2021;137:186-193. doi: 10.1016/j.rvsc.2021.05.004

18. Azizi MN, Loh TC, Foo HL, Teik Chung EL. Is palm kernel cake a suitable alternative feed ingredient for poultry? *Animals* (Basel). 2021;11(2):338. doi: 10.3390/ani11020338

19. Bitner BF, Ray JD, Kener KB, Herring JA, Tueller JA, Johnson DK, Tellez Freitas CM, Fausnacht DW, Allen ME, Thomson AH, Weber KS, McMillan RP, Hulver MW, Brown DA, Tessem JS, Neilson AP. Common gut microbial metabolites of dietary flavonoids exert potent protective activities in  $\beta$ -cells and skeletal muscle cells. *J Nutr Biochem*. 2018;62:95-107. doi: 10.1016/j.jnutbio.2018.09.004

20. Clavijo V, Flórez MJV. The gastrointestinal microbiome and its association with the control of pathogens in broiler chicken production: A review. *Poult Sci*. 2018;97(3):1006-1021. doi: 10.3382/ps/pex359

21. Cong ON, Viet DN, Kim DP, Hornick JL. Effects of dietary sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil and medicinal plant powder supplementation on growth performance, carcass traits, and breast meat quality of colored broiler chickens raised in Vietnam. *Trop Anim Health Prod*. 2022;54(2):87. doi: 10.1007/s11250-021-02994-8

22. Dang X, Cho S, Wang H, Seok WJ, Ha JH, Kim IH. Quercetin extracted from *Sophora japonica* flower improves growth performance, nutrient digestibility, cecal microbiota, organ indexes, and breast quality in broiler chicks. *Anim Biosci*. 2022;35(4):577-586. doi: 10.5713/ab.21.0331

23. Ding X, Yang C, Wang P, Yang Z, Ren X. Effects of star anise (*Illicium verum* Hook. f) and its extractions on carcass traits, relative organ weight, intestinal development, and meat quality of broiler chickens. *Poult Sci*. 2020;99(11):5673-5680. doi: 10.1016/j.psj.2020.07.009

24. Dingeo G, Brito A, Samouda H, Iddir M, La Frano MR, Bohn T. Phytochemicals as modifiers of gut microbial communities. *Food Funct*. 2020;11(10):8444-8471. doi: 10.1039/d0fo01483d

25. Erinle TJ, MacIsaac J, Yang C, Adewole DI. Effect of red osier dogwood extract on growth performance, blood biochemical parameters, and gut functionality of broiler chickens challenged or unchallenged intraperitoneally with *Salmonella* Enteritidis lipopolysaccharide. *Poult Sci*. 2022;101(7):101861. doi: 10.1016/j.psj.2022.101861

26. Gazwi HSS, Mahmoud ME, Toson EMA. Analysis of the phytochemicals of *Coriandrum sativum* and *Cichorium intybus* aqueous extracts and their biological effects on broiler chickens. *Sci Rep*. 2022;12(1):6399. doi: 10.1038/s41598-022-10329-2

27. Gholami-Ahangaran M, Haj-Salehi M, Ahmadi-Dastgerdi A, Zokaei M. The advantages and synergistic effects of *Gunnera* (*Gundelia tournefortii* L.) extract and protexin in chicken production. *Vet Med Sci*. 2021;7(6):2374-2380. doi: 10.1002/vms3.624

28. Habibi R, Sadeghi G, Karimi A. Effect of different concentrations of ginger root powder and its essential oil on growth performance, serum metabolites and antioxidant status in broiler chicks under heat stress. *Br Poult Sci.* 2014;55(2):228-37. doi: 10.1080/00071668.2014.887830
29. Herrero-Encinas J, Huerta A, Blanch M, Pastor JJ, Morais S, Menoyo D. Impact of dietary supplementation of spice extracts on growth performance, nutrient digestibility and antioxidant response in broiler chickens. *Animals (Basel).* 2023;13(2):250. doi: 10.3390/ani13020250
30. Ivey KL, Chan AT, Izard J, Cassidy A, Rogers GB, Rimm EB. Role of dietary flavonoid compounds in driving patterns of microbial community assembly. *mBio.* 2019;10(5):e01205-19. doi: 10.1128/mBio.01205-19
31. Juodka R, Nainienė R, Juškienė V, Juška R, Leikus R, Kadžienė G, Stankevičienė D. Camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) as feedstuffs in meat type poultry diet: a source of protein and n-3 fatty acids. *Animals (Basel).* 2022;12(3):295. doi: 10.3390/ani12030295
32. Kiczorowska B, Samolińska W, Al-Yasiry A, Zając M. Immunomodulant feed supplement *Boswellia serrata* to support broiler chickens' health and dietary and technological meat quality. *Poult Sci.* 2020;99(2):1052-1061. doi: 10.1016/j.psj.2019.10.007
33. Kikusato M. Phytobiotics to improve health and production of broiler chickens: functions beyond the antioxidant activity. *Anim Biosci.* 2021;34(3):345-353. doi: 10.5713/ab.20.0842
34. Krauze M, Cendrowska-Pinkosz M, Matuszevičius P, Stępniewska A, Jurczak P, Ognik K. The effect of administration of a phytobiotic containing cinnamon oil and citric acid on the metabolism, immunity, and growth performance of broiler chickens. *Animals (Basel).* 2021;11(2):399. doi: 10.3390/ani11020399
35. Kumar F, Tyagi PK, Mir NA, Dev K, Begum J, Biswas A, Sheikh SA, Tyagi PK, Sharma D, Sahu B, Biswas AK, Deo C, Mandal AB. Dietary flaxseed and turmeric is a novel strategy to enrich chicken meat with long chain  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids with better oxidative stability and functional properties. *Food Chem.* 2020;305:125458. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125458
36. Kumar P, Patra AK, Mandal GP, Debnath BC. Carcass characteristics, chemical and fatty acid composition and oxidative stability of meat from broiler chickens fed black cumin (*Nigella sativa*) seeds. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 2018;102(3):769-779. doi: 10.1111/jpn.12880
37. Kumar Singh A, Cabral C, Kumar R, Ganguly R, Kumar Rana H, Gupta A, Rosaria Lauro M, Carbone C, Reis F, Pandey AK. Beneficial effects of dietary polyphenols on gut microbiota and strategies to improve delivery efficiency. *Nutrients.* 2019;11(9):2216. doi: 10.3390/nu11092216
38. Lacombe A, Wu VC, White J, Tadepalli S, Andre EE. The antimicrobial properties of the lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium*) fractional components against foodborne pathogens and the conservation of probiotic *Lactobacillus rhamnosus*. *Food Microbiol.* 2012;30(1):124-31. doi: 10.1016/j.fm.2011.10.006
39. Lippolis T, Cofano M, Caponio GR, De Nunzio V, Notarnicola M. Bioaccessibility and bioavailability of diet polyphenols and their modulation of gut microbiota. *Int J Mol Sci.* 2023;24(4):3813. doi: 10.3390/ijms24043813
40. Liu Y, Li Y, Niu J, Liu H, Jiao N, Huang L, Jiang S, Yan L, Yang W. Effects of dietary *Macleaya cordata* extract containing isoquinoline alkaloids supplementation as an alternative to antibiotics in the diets on growth performance and liver health of broiler chickens. *Front Vet Sci.* 2022;9:950174. doi: 10.3389/fvets.2022.950174
41. Low CX, Tan LT, Ab Mutalib NS, Pusparajah P, Goh BH, Chan KG, Letchumanan V, Lee LH. Unveiling the impact of antibiotics and alternative methods for animal husbandry: a review. *Antibiotics (Basel).* 2021;10(5):578. doi: 10.3390/antibiotics10050578
42. Luo Q, Li J, Li H, Zhou D, Wang X, Tian Y, Qin J, Tian X, Lu Q. The effects of purple corn pigment on growth performance, blood biochemical indices, meat quality, muscle amino acids, and fatty acids of growing chickens. *Foods.* 2022;11(13):1870. doi: 10.3390/foods11131870
43. Mao J, Wang Y, Wang W, Duan T, Yin N, Guo T, Guo H, Liu N, An X, Qi J. Effects of *Taraxacum mongolicum* Hand.-Mazz. (dandelion) on growth performance, expression of genes coding for

tight junction protein and mucin, microbiota composition and short chain fatty acids in ileum of broiler chickens. BMC Vet Res. 2022;18(1):180. doi: 10.1186/s12917-022-03278-5

44. Martel J, Ojcius DM, Ko YF, Young JD. Phytochemicals as prebiotics and biological stress inducers. Trends Biochem Sci. 2020;45(6):462-471. doi: 10.1016/j.tibs.2020.02.008

45. Michalczyk M, Holl E, Möddel A, Józwiak A, Slósarz J, Bień D, Ząbek K, Konieczka P. Phytogenic ingredients from hops and organic acids improve selected indices of welfare, health status markers, and bacteria composition in the caeca of broiler chickens. Animals (Basel). 2021;11(11):3249. doi: 10.3390/ani11113249

46. Mir NA, Tyagi PK, Biswas AK, Tyagi PK, Mandal AB, Sheikh SA, Deo C, Sharma D, Verma AK. Impact of feeding chromium supplemented flaxseed based diet on fatty acid profile, oxidative stability and other functional properties of broiler chicken meat. J Food Sci Technol. 2017;54(12):3899-3907. doi: 10.1007/s13197-017-2846-7

47. Murota K, Nakamura Y, Uehara M. Flavonoid metabolism: the interaction of metabolites and gut microbiota. Biosci Biotechnol Biochem. 2018;82(4):600-610. doi: 10.1080/09168451.2018.1444467

48. Ogbuewu IP, Okoro VM, Mbajiorgu CA. Meta-analysis of the influence of phytobiotic (pepper) supplementation in broiler chicken performance. Trop Anim Health Prod. 2020;52(1):17-30. doi: 10.1007/s11250-019-02118-3

49. Omar AE, Al-Khalaifah HS, Mohamed WAM, Gharib HSA, Osman A, Al-Gabri NA, Amer SA. Effects of phenolic-rich onion (*Allium cepa* L.) extract on the growth performance, behavior, intestinal histology, amino acid digestibility, antioxidant activity, and the immune status of broiler chickens. Front Vet Sci. 2020;7:582612. doi: 10.3389/fvets.2020.582612

50. Oso AO, Suganthi RU, Reddy GBM, Malik PK, Thirumalaisamy G, Awachat VB, Selvaraju S, Arangasamy A, Bhatta R. Effect of dietary supplementation with phytogenic blend on growth performance, apparent ileal digestibility of nutrients, intestinal morphology, and cecal microflora of broiler chickens. Poult Sci. 2019;98(10):4755-4766. doi: 10.3382/ps/pez191

51. Palupi R, Lubis FNL, Pratama ANT. The effect of the use of cassava tuber (*Manihot esculenta*) and Indigofera zollingeriana leaf flour combination as a source of energy supplemented with citric acid in ration on broiler small intestine characteristics and productivity. J Adv Vet Anim Res. 2022;9(3):471-480. doi: 10.5455/javar.2022.i616

52. Park JH, Kim IH. Effects of dietary *Achyranthes japonica* extract supplementation on the growth performance, total tract digestibility, cecal microflora, excreta noxious gas emission, and meat quality of broiler chickens. Poult Sci. 2020;99(1):463-470. doi: 10.3382/ps/pez533

53. Park JH, Lee SI, Kim IH. Effect of dietary *Spirulina (Arthrospira) platensis* on the growth performance, antioxidant enzyme activity, nutrient digestibility, cecal microflora, excreta noxious gas emission, and breast meat quality of broiler chickens. Poult Sci. 2018;97(7):2451-2459. doi: 10.3382/ps/pey093

54. Petrovic V, Marcincak S, Popelka P, Simkova J, Martonova M, Buleca J, Marcincakova D, Tuckova M, Molnar L, Kovac G. The effect of supplementation of clove and agrimony or clove and lemon balm on growth performance, antioxidant status and selected indices of lipid profile of broiler chickens. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 2012;96(6):970-7. doi: 10.1111/j.1439-0396.2011.01207.x

55. Porras G, Chassagne F, Lyles JT, Marquez L, Dettweiler M, Salam AM, Samarakoon T, Shabih S, Farrokhi DR, Quave CL. Ethnobotany and the role of plant natural products in antibiotic drug discovery. Chem Rev. 2021;121(6):3495-3560. doi: 10.1021/acs.chemrev.0c00922

56. Rafiq K, Tofazzal Hossain M, Ahmed R, Hasan MM, Islam R, Hossen MI, Shaha SN, Islam MR. Role of different growth enhancers as alternative to in-feed antibiotics in poultry industry. Front Vet Sci. 2022;8:794588. doi: 10.3389/fvets.2021.794588

57. Ranjitkar S, Engberg RM. The influence of feeding crimped kernel maize silage on growth performance and intestinal colonization with *Campylobacter jejuni* of broilers. Avian Pathol. 2016;45(2):253-60. doi: 10.1080/03079457.2016.1146821

58. Reverter M, Bontemps N, Lecchini D, Banaigs B, Sasal P. Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: current status and future perspectives. *Aquaculture*. 2014;433:50-61. doi: 10.1016/j.aquaculture.2014.05.048
59. Rodríguez-Daza MC, Pulido-Mateos EC, Lupien-Meilleur J, Guyonnet D, Desjardins Y, Roy D. Polyphenol-mediated gut microbiota modulation: toward prebiotics and further. *Front Nutr*. 2021;8:689456. doi: 10.3389/fnut.2021.689456
60. Röhe I, Metzger F, Vahjen W, Brockmann GA, Zentek J. Effect of feeding different levels of lignocellulose on performance, nutrient digestibility, excreta dry matter, and intestinal microbiota in slow growing broilers. *Poult Sci*. 2020;99(10):5018-5026. doi: 10.1016/j.psj.2020.06.053
61. Rubens J, Kibilds J, Jansons M, Piginka-Vjaceslavova I, Barene I, Daberte I, Liepa L, Malniece A, Rubens A, Starkute V, Zokaityte E, Ruzauskas M, Bartkiene E, Bartkevics V, Pugajeva I. Application of baltic pine (*Pinus sylvestris*) needle extract as a gut microbiota-modulating feed supplement for domestic chickens (*Gallus gallus*). *Plants (Basel)*. 2023;12(2):297. doi: 10.3390/plants12020297
62. Saracila M, Untea AE, Panaite TD, Varzaru I, Oancea A, Turcu RP, Vlaicu PA. Creeping wood sorrel and chromium picolinate effect on the nutritional composition and lipid oxidative stability of broiler meat. *Antioxidants (Basel)*. 2022;11(4):780. doi: 10.3390/antiox11040780
63. Saracila M, Untea AE, Panaite TD, Varzaru I, Oancea AG, Turcu RP, Vlaicu PA. Effects of supplementing sea buckthorn leaves (*Hippophae rhamnoides* L.) and chromium (III) in broiler diet on the nutritional quality and lipid oxidative stability of meat. *Antioxidants (Basel)*. 2022;11(11):2220. doi: 10.3390/antiox11112220
64. Seidavi A, Tavakoli M, Slozhenkina M, Gorlov I, Hashem NM, Asroosh F, Taha AE, Abd El-Hack ME, Swelum AA. The use of some plant-derived products as effective alternatives to antibiotic growth promoters in organic poultry production: a review. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2021;28(35):47856-47868. doi: 10.1007/s11356-021-15460-7
65. Shanmugam S, Park JH, Cho S, Kim IH. Silymarin seed extract supplementation enhances the growth performance, meat quality, and nutrients digestibility, and reduces gas emission in broilers. *Anim Biosci*. 2022;35(8):1215-1222. doi: 10.5713/ab.21.0539
66. Silva S, Costa EM, Machado M, Morais RM, Calhau C, Pintado M. Selective activity of an anthocyanin-rich, purified blueberry extract upon pathogenic and probiotic bacteria. *Foods*. 2023;12(4):734. doi: 10.3390/foods12040734
67. Silva S, Costa EM, Oliveira H, Freitas V, Morais RM, Calhau C, Pintado M. Impact of a purified blueberry extract on in vitro probiotic mucin-adhesion and its effect on probiotic/intestinal pathogen systems. *Molecules*. 2022;27(20):6991. doi: 10.3390/molecules27206991
68. Sugiharto S, Yudiarti T, Isroli I. Performances and haematological profile of broilers fed fermented dried cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Trop Anim Health Prod*. 2016;48(7):1337-41. doi: 10.1007/s11250-016-1098-2
69. Sun HY, Kim YM, Kim IH. Evaluation of *Achyranthes japonica* Nakai extract on growth performance, nutrient utilization, cecal microbiota, excreta noxious gas emission, and meat quality in broilers fed corn-wheat-soybean meal diet. *Poult Sci*. 2020;99(11):5728-5735. doi: 10.1016/j.psj.2020.07.023
70. Tamasgen N, Urge M, Girma M, Nurfeta A. Effect of dietary replacement of soybean meal with linseed meal on feed intake, growth performance and carcass quality of broilers. *Heliyon*. 2021;7(11):e08297. doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e08297
71. Tan Z, Halter B, Liu D, Gilbert ER, Cline MA. Dietary flavonoids as modulators of lipid metabolism in poultry. *Front Physiol*. 2022;13:863860. doi: 10.3389/fphys.2022.863860
72. Torki M, Mohebbifar A, Mohammadi H. Effects of supplementing hen diet with *Lavandula angustifolia* and/or *Mentha spicata* essential oils on production performance, egg quality and blood variables of laying hens. *Vet Med Sci*. 2021;7(1):184-193. doi: 10.1002/vms3.343
73. Toson E, Abd El Latif M, Mohamed A, Gazwi HSS, Saleh M, Kokoszynski D, Elnesr SS, Hozzein WN, Wadaan MAM, Elwan H. Efficacy of licorice extract on the growth

performance, carcass characteristics, blood indices and antioxidants capacity in broilers. *Animal*. 2023;17(1):100696. doi: 10.1016/j.animal.2022.100696

74. Untea AE, Panaite TD, Dragomir C, Ropota M, Olteanu M, Varzaru I. Effect of dietary chromium supplementation on meat nutritional quality and antioxidant status from broilers fed with Camelina-meal-supplemented diets. *Animal*. 2019;13(12):2939-2947. doi: 10.1017/S1751731119001162

75. Valenzuela-Grijalva NV, Pinelli-Saavedra A, Muhlia-Almazan A, Domínguez-Díaz D, González-Ríos H. Dietary inclusion effects of phytochemicals as growth promoters in animal production. *J Anim Sci Technol*. 2017;59:8. doi: 10.1186/s40781-017-0133-9

76. Vlaicu PA, Untea AE, Turcu RP, Saracila M, Panaite TD, Cornescu GM. Nutritional composition and bioactive compounds of basil, thyme and sage plant additives and their functionality on broiler thigh meat quality. *Foods*. 2022;11(8):1105. doi: 10.3390/foods11081105

77. Williamson G, Clifford MN. Role of the small intestine, colon and microbiota in determining the metabolic fate of polyphenols. *Biochem Pharmacol*. 2017;139:24-39. doi: 10.1016/j.bcp.2017.03.012

78. Williamson G, Kay CD, Crozier A. The bioavailability, transport, and bioactivity of dietary flavonoids: a review from a historical perspective. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2018;17(5):1054-1112. doi: 10.1111/1541-4337.12351

79. Xiong HH, Lin SY, Chen LL, Ouyang KH, Wang WJ. The interaction between flavonoids and intestinal microbes: a review. *Foods*. 2023;12(2):320. doi: 10.3390/foods12020320

80. Yuan P, Xu H, Ma Y, Niu J, Liu Y, Huang L, Jiang S, Jiao N, Yuan X, Yang W, Li Y. Effects of dietary *Galla Chinensis* tannin supplementation on immune function and liver health in broiler chickens challenged with lipopolysaccharide. *Front Vet Sci*. 2023;10:1126911. doi: 10.3389/fvets.2023.1126911

81. Zając M, Kiczorowska B, Samolińska W, Klebaniuk R, Andrejko D, Kiczorowski P, Milewski S, Winiarska-Mieczan A. Supplementation of broiler chicken feed mixtures with micronised oilseeds and the effects on nutrient contents and mineral profiles of meat and some organs, carcass composition parameters, and health status. *Animals (Basel)*. 2022;12(13):1623. doi: 10.3390/ani12131623

82. Zhang C, Li W, Chen L, Chen Z, Wang X, Xu Q, Zhang H, Chen H, Liu J. Oregano oil combined with macleaya cordata oral solution improves the growth performance and immune response of broilers. *Animals (Basel)*. 2022;12(18):2480. doi: 10.3390/ani12182480

83. Zhang J, Yu H, Zhang H, Zhao Q, Si W, Qin Y, Zhang J. Dietary Epimedium extract supplementation improves intestinal functions and alters gut microbiota in broilers. *J Anim Sci Biotechnol*. 2023;14(1):14. doi: 10.1186/s40104-022-00812-1

84. Zhang Y, Mahmood T, Tang Z, Wu Y, Yuan J. Effects of naturally oxidized corn oil on inflammatory reaction and intestinal health of broilers. *Poult Sci*. 2022;101(1):101541. doi: 10.1016/j.psj.2021.101541

#### **Информация об авторах:**

**Галимжан Калиханович Дускаев**, доктор биологических наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук; 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: +7 (35-32) 30-81-70.

**Ольга Вилориевна Кван**, кандидат биологических наук, и. о. заведующего отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук; 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8 (922) 548-56-57.

**Ярослав Алексеевич Сизенцов**, аспирант 1 года обучения, лаборант-исследователь отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук; 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8 (953) 839-19-17.

**Information about the authors:**

**Galimzhan K Duskaev**, Dr. Sci. (Biology), Professor of Russian Academy of Sciences, Leading Researcher of the Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after S.G. Leushin, Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences; 29 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: +7 (35-32) 30-81-70.

**Olga V Kvan**, Cand. Sci. (Biology), Acting Head of the Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after S.G. Leushin, Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences; 29 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8 (922) 548-56-57.

**Yaroslav A Sizentsov**, post-graduate student of the 1st year of study, laboratory researcher of the Department of Farm Animals Feeding and Feed Technology named after S.G. Leushin, Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences; 29 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8 (953) 839-19-17

Статья поступила в редакцию 15.02.2023; одобрена после рецензирования 09.03.2023; принята к публикации 20.03.2023.

The article was submitted 15.02.2023; approved after reviewing 09.03.2023; accepted for publication 20.03.2023.