

СМЕСИ ФИТОХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗМЕНЯЮТ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ОБЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

© 2025 г. Г. К. Дускаев, доктор биологических наук, Т. А. Климова, Ш. Г. Рахматуллин, М. Я. Курилкина, К. Н. Атландерова, кандидаты биологических наук, Д. Г. Дерябин, доктор медицинских наук

Федеральный научный центр биологических систем
и агротехнологий Российской академии наук,
460000, Оренбург, ул. 9 Января, 29
E-mail: klimovat91@mail.ru

Исследование проводили с целью оценки влияния фитохимических веществ, обладающих различными свойствами, на организм цыплят-бройлеров, а также изучения их синергетического действия в составе двух-, трехкомпонентных композиций. Объекты исследования – цыплята-бройлеры, коричный альдегид (КА), кверцетин (КВ), 7-гидроксикумарин (КУМ). Схема опыта включала следующие варианты: контрольная группа – основной рацион (ОР), I опытная – ОР + КА (30 мг/кг корма) + КВ (2,5 мг/кг корма), II опытная – ОР + КА (30 мг/кг корма) + КУМ (0,3 мг/кг), III опытная – ОР + КА (30 мг/кг корма) + КВ (2,5 мг/кг корма) + КУМ (0,3 мг/кг). На 42-й день исследования живая масса птиц в III опытной группе увеличилась на 30,83 % ($p \leq 0,05$), среднесуточный прирост за период выращивания – на 35,78 %. Независимо от состава композиций расход корма на 1 кг прироста живой массы в опытных группах был ниже, чем в контроле, на 5,15...15,92 %, на фоне увеличения сохранности (на 2,0 %) и Европейского индекса продуктивности (на 29,6...107,9 п., $p \leq 0,05$). Использование композиции веществ КА+КВ+КУМ в составе рациона способствовало увеличению массы потрошенной тушки на 23,94 % ($p \leq 0,05$), массы мышечной ткани – на 24,19 % ($p \leq 0,05$). Количество лейкоцитов в крови птиц II и III опытных групп увеличилось в сравнении с контролем соответственно на 19,6 % ($p \leq 0,05$) и 17,97 %, активность каталазы – на 64,05 % ($p \leq 0,05$) и 57,48 % ($p \leq 0,05$). В сыворотке крови цыплят-бройлеров III опытной группы содержание общего белка повысилось на 24,74 % ($p \leq 0,05$). Одновременно наблюдали достоверное ($p \leq 0,05$) увеличение концентрации альбумина, АСТ, железа и фосфора на фоне снижения общего билирубина. Наиболее перспективно использование в составе рационов цыплят-бройлеров композиции веществ КА+КВ+КУМ в изученных дозировках.

MIXTURES OF PHYTOCHEMICALS CHANGE THE PRODUCTIVITY AND GENERAL BODY CONDITION OF BROILER CHICKENS

G. K. Duskaev, T. A. Klimova, Sh. G. Rakhmatullin, M. Ya. Kurilkina, K. N. Atlanderova, D. G. Deryabin

Federal Scientific Center of Biological Systems
and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences,
460000, Orenburg, ul. 9 Yanvarya, 29
E-mail: klimovat91@mail.ru

The purpose of the research is to evaluate the effect of phytochemicals with various properties on the body of broiler chickens, their synergistic effect as part of two or three component compositions. Objects of research: broiler chickens, cinnamic aldehyde (CA), quercetin (KV), 7-hydroxycoumarin (CUM). Research scheme: (n=45) the control group's poultry received the basic ration (OR), the experimental group received OR + CA (30 mg/kg of feed) + KV (2,5 mg/kg of feed), II experimental – OR + CA (30 mg/kg of feed) + CUM (0,3 mg/kg), III experimental – OR + CA (30 mg/kg of feed) + KV (2,5 mg/kg of feed) + CUM (0,3 mg/kg). According to the research results, the live weight increased by 30,83 % on the 42nd day of the study in the III experimental group ($p \leq 0,05$), the average daily increase over the growing period was 35,78 %. Regardless of the composition of the compositions, feed consumption per 1 kg of body weight gain in the experimental groups was lower than in the control – by 5.15...15.92 %, against the background of an increase in safety (by 2,0 %) and the European Productivity Index (by 29.6–107.9 points ($p \leq 0,05$)), compared with the control. Composition of KA+KV+CUM in the diet increased the mass of the gutted carcass in the III experimental group (by 23,94 % ($p \leq 0,05$)) and the mass of muscle tissue – by 24,19 % ($p \leq 0,05$). In the blood of birds of experimental groups II and III, the number of leukocytes increased (by 19,6 % ($p \leq 0,05$) and 17,97 %) and catalase activity increased by 64,05 % ($p \leq 0,05$) and 57,48 % ($p \leq 0,05$), compared with the control. In the blood serum of broiler chickens of the experimental group III, the content of total protein increased by 24,74 % ($p \leq 0,05$) and albumin ($p \leq 0,05$), AST ($p \leq 0,05$), iron ($p \leq 0,05$), phosphorus ($p \leq 0,05$), against the background of a decrease in total bilirubin ($p \leq 0,05$). Thus, the prospects of the composition of KA+KV+CUM have been established is included in the rations of broiler chickens.

Ключевые слова: фитохимические вещества, цыплята-бройлеры, кормление, продуктивность, антиоксидантный статус.

Keywords: phytochemicals, broiler chickens, feeding, productivity, antioxidant status.

Стремительный рост производства антибактериальных веществ и открытие новых классов антибиотиков привели к значительному увеличению их доступности. Антибиотики стали использовать не только в медицине, но и в сельском хозяйстве, что способствовало росту резистентных видов микроорганизмов. Это, в свою очередь, повышает риск их накопления в продуктах животноводства, используемых

далее в питании человека. Поэтому на сегодняшний день ученые предполагают [1], что альтернативой антибиотикам могут стать кормовые добавки на основе растительных экстрактов.

Фитохимические вещества подавляют рост микроорганизмов, стимулируют обменные процессы и продуктивность сельскохозяйственной птицы. Одна из актуальных задач современной биологии – изучение

механизма действия фитохимических веществ, выделенных в том числе из лекарственных растений [1].

Анализ литературы показал перспективность применения фитохимических веществ в животноводстве. Например, включение в рацион бройлеров кверцетина может продлить срок хранения мяса благодаря снижению скорости окисления липидов. [2]. Также были получены положительные данные по влиянию фитохимических веществ (тимол и карвакрол) на организм цыплят-бройлеров (увеличение живой массы, гепатопротекторное действие, увеличение высоты ворсинок в кишечнике и др.), авторы считают их интересной альтернативой для повышения производительности птиц, заменяющей использование антимикробных препаратов [3]. Ранее было изучено влияние фитохимических веществ на организм цыплят-бройлеров [4, 5, 6], позволившее оценить их механизмы действия: изменение показателей клеток белой крови, антиоксидантного статуса, ферментов крови; влияние на представителей микрофлоры кишечника и др.

Цель исследований – оценка воздействия фитохимических веществ, обладающих различными свойствами, на организм цыплят-бройлеров и их влияния в составе двух-, трехкомпонентных композиций.

Методика. Работу проводили в условиях вивария центра коллективного пользования научным оборудованием ФНЦ БСТ РАН с февраля по август 2024 г. Объекты исследования: цыплята-бройлеры кросса Арбор Айкрес, коричневый альдегид (КА), кверцетин (КВ), 7-гидроксикумарин (КУМ).

Для эксперимента было отобрано 180 голов 7-дневных цыплят-бройлеров (петушков), которых методом аналогов разделили на 4 группы по 45 голов в каждой. Птица контрольной группы получала основной рацион (ОР), I опытной – ОР + КА (30 мг/кг корма) + КВ (2,5 мг/кг корма), II опытной – ОР + КА (30 мг/кг корма) + КУМ (0,3 мг/кг), III опытной – ОР + КА (30 мг/кг корма) + КВ (2,5 мг/кг корма) + КУМ (0,3 мг/кг).

Во время эксперимента вся птица находилась в одинаковых условиях группового содержания. Общий рацион (ОР) составляли с учетом рекомендаций ВНИТИП [7] (использовались комбикорма с учетом возраста птицы, которые включали пшеницу, кукурузу, шрот соевый, шрот подсолнечный, витаминно-минеральный премикс (макроэлементы Ca, P, Na, K, Cl, микроэлементы Fe, Cu, Zn, Mn, J, Se, витамины A, D3, E, K3, B1-B6, B12, Bc, H), кормление осуществляли 2 раза в сутки, учет поедаемости – ежесуточно групповым методом. Живую массу птицы определяли еженедельно (утром, до кормления) с использованием электронных весов. Декапитацию птицы под нембуталовым эфиром проводили на 42-е сут. Послеубойную анатомическую разделку тушек выполняли по методике ВНИТИП [7].

Образцы крови для гематологических исследований отбирали от 10 особей в вакуумные пробирки с антикоагулянтом (EDTA-K3), для биохимических исследований – в вакуумные пробирки с активатором свертывания (тромбин). Биохимический анализ сыворотки крови осуществляли на автоматическом биохимическом анализаторе CS-T240 («Dirui Industrial Co., Ltd», Китай).

Статистическую обработку проводили с использованием программы «SPSS Statistics Version 20», рассчитывая среднюю величину (M), среднеквадратичное отклонение (σ), ошибку стандартного отклонения (m). Уровень значимости считали достоверным при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение. На 4-й неделе исследования было установлено увеличение живой массы ($p \leq 0,05$) по сравнению с контролем в I и III опытных

группах соответственно на 8,53 % и 12,85 % (табл. 1). На 5-й неделе достоверное увеличение живой массы отмечено только в III опытной группе, разница с контролем составила 30,83 % ($p \leq 0,05$).

Табл. 1. Ростовые показатели эксперимента, г/гол

Период эксперимента	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Начало	295,2±12,4	295,2±11,2	295,2±12,0	295,2±7,7
1-я неделя	563,6±38,3	624,8±18,7	578,4±10,7	623,6±21,9
2-я неделя	917,6±51,0	1031,6±29,2	878,4±26,0	1 045,6±60,5
3-я неделя	1409,2±54,1	1529,5±47,0	1330,0±26,9	1 590,4±73,8
4-я неделя	1764,4±117,1	1966,6±26,8*	1781,5±49,4	2129,2±124,6*
5-я неделя	2135,5±168,2	2415,3±28,2	2236,0±118,5	2794,0±176,6*

*Здесь и далее различия с контролем достоверны при $p \leq 0,05$.

Наиболее высокий среднесуточный прирост в среднем за период выращивания отмечен в III опытной группе. Он был выше, чем в контроле, на 35,78 % (табл. 2).

Табл. 2. Зоотехнические показатели эксперимента

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Среднесуточный прирост за 5 недель, г	52,5±10,6	60,5±0,6	55,4±3,7	71,3±4,9
Абсолютный прирост, г	1840,3±168,2	2120,1±28,2*	1940,8±118,5	2498,8±176,6*
Поедаемость, г	3467,0	3771,3	3468,4	3959,0
Расход корма на прирост 1 кг живой массы, кг	1,884	1,779	1,787	1,584
Сохранность, %	96	98	98	98
Европейский индекс продуктивности (ЕИП)	268,4±26,3	333,7±4,4*	304,0±20,3*	441,7±32,1*

Абсолютный прирост живой массы цыплят-бройлеров I и III опытных групп за весь период выращивания превышал величину этого показателя в контроле соответственно на 15,21 %, и 35,78 % ($p \leq 0,05$). Расход корма на 1 кг прироста живой массы в опытных группах был на 5,15...15,92 % ниже, чем в контроле.

Ранее было установлено, что использование смеси экстрактов чеснока и укропа повышало прирост живой массы и коэффициент конверсии корма цыплят-бройлеров [8]. Включение в рационы отдельно кверцетина [9] или 7-гидроксикумарина [10] способствовало увеличению живой массы цыплят-бройлеров. В нашем эксперименте их сочетание с КА обеспечивало аналогичные эффекты. Кроме того, известно о способности КА подавлять системы межклеточной коммуникации [11], что может частично объяснить его механизм действия в составе композиций.

Сохранность цыплят-бройлеров во всех трех опытных группах была больше, чем в контроле, на 2,0 %. Европейский индекс продуктивности у цыплят, получавших изучаемые добавки, превышал величину этого показателя в контроле на 29,6...107,9 п. ($p \leq 0,05$).

Наибольшая предубойная живая масса отмечена во II и III опытных группах. Она была выше, чем в контрольной, на 13,1...23,56 % (табл. 3). Масса потрошенной тушки в III опытной группе была больше, чем в контрольной, на 23,94 % ($p \leq 0,05$), масса мышечной ткани – на 24,19 % ($p \leq 0,05$).

Установлено [12], что добавление экстракта дресвины каштана посевного (содержащего в том числе в своем составе КУМ, КА и КВ) привело к увеличению

Табл. 3. Убойные показатели цыплят-бройлеров

Показатель	Группа			
	контроль- ная	I опытная	II опытная	III опытная
Предубойная живая масса, г	2135,5±44,8	2415,3±53,1	2236,0±64,8	2794,0±86,6
Потрошенная тушка, г	1568,8±48,6	1733,3±21,7	1647,5±79,5	2062,7±67,7*
Мышечная ткань, г	772,4±37,8	823,2±41,9	810,9±43,3	1018,9±91,2*
Костная ткань, г	451,0±17,6	511,5±17,9	470,8±22,3	591,4±23,3
Съедобная часть, г	1370,2±61,6	1546,3±75,7	1439,7±70,6	1827,9±93,2*
Несъедобная часть, г	634,4±38,7	716,2±34,4	655,0±4,3	837,3±24,3
Съедобная часть / несъедобная часть	2,2±0,04	2,2±0,01	2,2±0,03	2,2±0,1
Убойный выход, %	72,9±1,1	71,8±0,5	73,8±0,8	73,7±0,7

предубойной живой массы цыплят-бройлеров, что согласуется с нашими результатами во II и III опытных группах.

В крови птиц II и III опытных групп количество лейкоцитов превышало величину этого показателя в контроле соответственно на 19,6 % ($p \leq 0,05$) и 17,97 % (табл. 4). Ранее было установлено [13], что введение фитобиотиков не оказывает существенного влияния на морфологические показатели крови, за исключением содержания лейкоцитов.

Табл. 4. Морфологические показатели крови и показатели антиоксидантного статуса организма цыплят-бройлеров птицы

Показатель	Группа			
	контроль- ная	I опытная	II опытная	III опытная
Лейкоциты, 10^9 кл/л	43,4±2,3	32,6±3,2	51,97±2,8*	51,26±1,9
Нейтрофилы, 10^9 кл/л	12,5±0,3	21,9±2,4*	26,10±0,6*	25,87±1,1*
Лимфоциты, 10^9 кл/л	21,1±1,2	26,9±3,4	22,17±1,2	22,89±1,7
Моноциты, 10^9 кл/л	1,1±0,1	0,7±0,1*	0,40±0,1*	0,63±0,02*
Эозинофилы, 10^9 кл/л	3,9±0,1	0,4±0,1*	1,1±0,1*	5,6±0,5*
Базофилы, 10^9 кл/л	0,3±0,02	0,1±0,01*	0,2±0,01*	0,2±0,03*
Эритроциты, 10^{12} кл/л	2,3±0,1	1,9±0,1	2,1±0,1	2,3±0,1
Гемоглобин, г/л	125,0±6,0	104,3±5,2	114,3±9,9	127,0±4,2
Гематокрит, %	27,6±1,4	23,1±1,1	25,4±2,2	27,9±1,1
Тромбоциты, 10^9 кл/л	1,3±0,3	1,3±0,3	1,7±0,3	1,3±0,3
Малоновый диальдегид, мкмоль/л	2,7±0,1	2,7±0,1	2,3±0,2	3,5±0,2
Супероксиддисмутаза, %	84,4±1,7	88,5±0,8	86,9±1,8	68,1±2,4*
Каталаза, мкмоль H_2O_2 /мин	49,8±1,6	40,3±1,1	81,7±0,6*	78,4±0,7*

Кроме того, в нашем эксперименте во всех опытных группах отмечали повышение количества нейтрофилов, по сравнению с контрольной, на 74,86 % ($p \leq 0,05$) – в I группе, на 108,3 % ($p \leq 0,05$) – во II группе, на 106,4 % ($p \leq 0,05$) в III группе, при одновременном уменьшении моноцитов соответственно на 34,9 % ($p \leq 0,05$), 62,26 % ($p \leq 0,05$), 40,56 % ($p \leq 0,05$). Количество эозинофилов в I и II опытных групп достоверно снижалось соответственно на 88,97 % ($p \leq 0,05$) и 72,3 % ($p \leq 0,05$), в III опытной группе оно увеличивалось на 42,56 % ($p \leq 0,05$). Показатели гематокрита во всех опытных группах находились на уровне контроля.

Ранее при использовании в рационе лабораторных животных производного кумаринов (аураптен) наблюдали повышение количества клеток крови (нейтрофилов), связанное с изменением баланса Т-хелперов 1-го и 2-го уровня и увеличение уровня иммуноглобулинов [14].

Аналогичный эффект мы наблюдали у подопытной птицы, получавшей кумарин (I и III группы).

Коричный альдегид, обладая противовоспалительным эффектом, способен опосредованно влиять на количество моноцитов [15], базофилов [16], эозинофилов [17], что и было отмечено во всех опытных группах. Кверцетин может влиять на разнообразные биологические пути функционирования иммунных клеток (нейтрофилы, моноциты), ингибирует высвобождение гистамина и активацию ядерного фактора NF- κ B и др. [18], что также обнаружено в I и III опытных группах, где использовали это соединение.

Достоверное ($p \leq 0,05$) снижение активности супероксиддисмутаза, по сравнению с контролем, отмечали в III опытной группе (на 16,33 %), а повышение активности каталазы – во II и III опытных группах (соответственно на 64,05 % и 57,48 %). Такие изменения могут быть связаны с тем, что кумарины способны улавливать свободные радикалы и влиять на активность ферментов [19, 20]. В свою очередь, коричный альдегид может усиливать антиоксидантную защиту от активных форм кислорода, образующихся в условиях гипергликемии [21]. Кроме того, ранее было установлено, что введение в рацион 7-гидроксикумарина приводит к активации супероксиддисмутаза и каталазы [10]. Таким образом, в группах, которым скармливали эти вещества совместно (II и III опытных группах), обнаружено более высокое содержание фермента каталазы.

В сыворотке крови цыплят-бройлеров III опытной группы отмечено существенное увеличение содержания общего белка (табл. 5), по сравнению с контролем, на 24,74 % ($p \leq 0,05$) и альбумина – на 20,03 % ($p \leq 0,05$).

Концентрация эндогенного фермента аланинаминотрансфераза в сыворотке крови во II опытной группе уменьшилась, по сравнению с контролем, на 25,71 % ($p \leq 0,05$), в III – на 33,59 % ($p \leq 0,05$). Содержание эндогенного фермента аспартатаминотрансфераза в I опытной группе возросло на 32,46 % ($p \leq 0,05$), в III – на 33,86 % ($p \leq 0,05$). Одновременно уровень общего билирубина в I группе достоверно ($p \leq 0,05$) увеличивался в 2,38 раза, во II – в 1,8 раза, в III – в 1,67 раза. Содержание триглицеридов (источник энергии для клеток организма) в сыворотке крови в I опытной группе повышалось,

Табл. 5. Биохимические показатели сыворотки цыплят-бройлеров

Показатель	Группа			
	контроль- ная	I опытная	II опытная	III опытная
Глюкоза, ммоль/л	10,9±0,6	7,4 ±0,4	14,2±0,5*	9,1±0,7
Общий белок, г/л	33,6±2,2	34,1±2,2	32,8±0,9	41,9±1,5*
Альбумин, г/л	13,3±0,3	15,3±1,2	14,0±0,6	16,0±0,6*
АЛТ, Ед/л	24,5±1,1	23,9±1,7	18,2±1,1*	16,3±0,7*
АСТ, Ед/л	290,8±8,1	385,2±19,9*	256,6±11,0	389,2±13,9*
Билирубин общий, мкмоль/л	3,2±0,1	7,6±0,2*	5,7±0,3*	5,3±0,1*
Холестерин, ммоль/л	2,7±0,1	2,3±0,2	2,8±0,2	2,8±0,2
Триглицериды, ммоль/л	0,2±0,01	0,3±0,03*	0,4±0,01*	0,1±0,01
Мочевина, ммоль/л	0,3±0,03	1,0±0,2	0,3±0,1	0,5±0,1
Креатинин, мкмоль/л	26,0±1,5	25,4±0,9	26,5±0,3	27,4±0,3
Мочевая кислота, мкмоль/л	141,3±12,2	156,2±14,8	187,4±17,4	197,6±19,2
Железо, мкмоль/л	11,7±1,3	15,9±0,4	12,0±0,2	15,7±0,7*
Магний, ммоль/л	0,8±0,01	0,8±0,01	1,1±0,1*	0,9±0,1
Кальций, мкмоль/л	3,5±0,2	3,6±0,1	3,9±0,1	3,5±0,2
Фосфор, ммоль/л	1,1±0,1	1,4±0,1*	1,0±0,1	1,2±0,1*

по сравнению с контролем, в 6,5 раза ($p \leq 0,05$), во II – в 9,5 раза ($p \leq 0,05$).

Ранее была выявлена взаимосвязь между содержанием кумариноподобных веществ в сыворотке крови и триглицеридов [22], изменения, отмеченные в нашем эксперименте, могут быть обусловлены проявлением дозозависимого эффекта. Коричный альдегид стимулирует липолиз и термогенез при окислении жирных кислот [21], что может способствовать увеличению количества триглицеридов в сыворотке крови.

Результаты наших исследований частично согласуются с данными других авторов. Например, добавление фитобиотической смеси (тимол и карвакрол) в рацион цыплят-бройлеров снизило уровень холестерина в сыворотке крови. Одновременно ее использование способствовало увеличению концентрации аспаратаминонотрансферазы и общего белка в сыворотке крови [23], что совпадает с результатами проведенных исследований.

Достоверное ($p \leq 0,05$) повышение содержание железа в сыворотке крови, в сравнении с контролем, отмечали у птиц III опытной группы (на 33,58 %), магния – во II группе (на 32,09 %), фосфора – в I и III опытных группах (соответственно на 34,61 % и 14,42 %). Ранее было установлено, что добавление кверцетина в рацион бройлеров оказывает воздействие на гены, связанные с метаболизмом фосфора в сигнальном пути, влияя на его уровень в организме птиц [24], чем, на наш взгляд, может быть обусловлено более высокая циркуляция этого минерального элемента в сыворотке крови птицы I и III группы. Кроме того, кверцетин – экзогенный хелатор железа [25], что, вероятно, вызвало формирование комплексов кверцетин–железо и повышение концентрации последнего в сыворотке крови. Сопоставляется с нашими данными и увеличение уровня магния в сыворотке крови на фоне применения аналога кумарина (варфарин) отмечено другими исследователями [26].

Выводы. Дополнительное введение в рацион цыплят-бройлеров композиции веществ в составе коричного альдегида, кверцетина и кумарина оказало выраженное ростостимулирующее действие (увеличение живой массы на 30,83 %, среднесуточного прироста – на 35,78 %, мышечной массы – на 24,19 %), способствовало проявлению выраженных противовоспалительных эффектов в организме птицы (увеличение клеток белой крови – на 106,4 %), антиоксидантного статуса (на 57,48 %), белкового обмена (увеличение общего белка в сыворотке крови – на 24,74 %), активизации эндогенных ферментов (на 33,86 %), что в конечном итоге способствовало увеличению сохранности птицы (на 2 %) и эффективности использования корма (на 15,92 %).

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ.

Данная работа финансировалась за счет гранта Российского научного фонда № 22-16-00036, <https://rscf.ru/project/22-16-00036>.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ.

Эксперименты с животными проводили в соответствии с протоколами Женевской конвенции, принципами надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009). Все процедуры над животными были выполнены согласно правилам Комитета по этике животных ФНЦ БСТ РАН (протокол № 2 от 11.05. 2024 г).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Литература.

1. Vakili R., Toroghian M., Torshizi M. E. Saffron extract feed improves the antioxidant status of laying hens and the inhibitory effect on cancer cells (PC3 and MCF7) Growth // *Veterinary Medicine and Science*. 2022. Vol. 8. No. 6. P. 2494–2503. doi:10.1002/vms3.910.
2. The effects of quercetin dietary supplementation on broiler growth performance, meat quality, and oxidative stability / M. Goliomytis, D. Tsourekis, P. E. Simitzis, et al. // *Poultry Science*. 2014. Vol. 93. No. 8. P. 1957–1962. doi: 10.3382/ps.2013-03585.
3. Effects of phytochemical feed additive based on thymol, carvacrol and cinnamic aldehyde on body weight, blood parameters and environmental bacteria in broilers chickens / J. H. Reis, R. R. Gebert, M. Barreta, et al. // *Microbial Pathogenesis*. 2018. Vol. 125. P. 168–176. doi: 10.1016/j.micpath.2018.09.015.
4. Inchagova K. S., Duskaev G. K., Deryabin D. G. Quorum sensing inhibition in *Chromobacterium violaceum* by amikacin combination with activated charcoal or small plant-derived molecules (pyrogallol and coumarin) // *Microbiology*. 2019. Vol. 88. No. 1. P. 63–71. doi: 10.1134/S0026261719010132.
5. Evaluation of the impact of plant extracts in different concentrations on the ecosystem of broilers' intestine / E. Yausheva, D. Kosyan, G. Duskaev, et al. // *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 2019. Vol. 9. No. 4. P. 4168–4171. doi: 10.33263/BRIAC94.168171.
6. Duskaev G. K., Kvan O. V., Rakhmatullin S. G. Eucalyptus viminalis leaf extract alters the productivity and blood parameters of healthy broiler chickens // *Veterinary World*. 2020. Vol. 13. No. 12. P. 2673–2680. doi: 10.14202/vetworld.2020.2673-2680.
7. Методические указания по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы / В. И. Фисинин, И. А. Егоров, Т. Н. Ленкова и др. // Методические указания по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы. М.: ВНИИП. 2009. 80 с.
8. Effect of dietary inclusion of atorvastatin, garlic, and dill on growth performance, antioxidant defense, gut, and cardio-pulmonary function, and lipogenesis in broiler chickens / S. Abaszadeh, B. Ahmadipour, N. Pirany, et al. // *Tropical Animal Health and Production*. 2023. Vol. 55. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-023-03639-8> (дата обращения: 23.11.2024).
9. Duskaev G. K., Kurilkina M. Ya., Zavyalov O. A. The effect of feeding quercetin on the productive qualities and blood parameters of broiler chickens // *Veterinaria i kormlenie*. 2023. No. 2. P. 24–28. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2023-2-6.
10. Оценка действия растительного кумарина и хлортетрациклина на показатели роста и антиоксидантный статус бройлеров / Т. А. Климова, Ш. Г. Рахматуллин, Г. К. Дускаев и др. // *Ветеринария и кормление*. 2023. № 6. С. 27–30. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2023-6-6.
11. Влияние фитохимических веществ на сигнальные молекулы системы «quorum sensing» у бактерий / Л. В. Власенко, К. Н. Амландерова, Г. К. Дускаев, и др. // *Международный вестник ветеринарии*. 2023. № 2. С. 25–31. doi: 10.52419/issn2072-2419.2023.2.25.
12. Zaikina A. S., et al. Impact of Supplementing Phytobiotics as a Substitute for Antibiotics in Broiler Chicken Feed on Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Biochemical Parameters // *Veterinary Sciences*. 2022. Vol. 9. URL: <https://www.mdpi.com/2306-7381/9/12/672> (дата обращения: 23.11.2024).

13. Buryakov N. P., et al. *The Role of Supplementing a Complex Phytobiotic Feed Additive Containing (Castanea sativa mill) Extract in Combination with Calcium Butyrate, Zinc-Methionine and Essential Oils on Growth Indicators, Blood Profile and Carcass Quality of Broiler Chickens* // *Veterinary Sciences*. 2023. Vol. 10. URL: <https://www.mdpi.com/2306-7381/10/3/212> (дата обращения: 23.11.2024).
14. Naseri S., Asgarpanah J., Ziai S. A. *Immunomodulatory and antioxidant effect of liposomal auraptene against cyclophosphamide-induced immunosuppression in BALB/c mice* // *Experimental gerontology*. 2024. Vol. 195. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0531556524001980> (дата обращения: 21.11.2024).
15. Kim B. H., et al. *Regulatory effect of cinnamaldehyde on monocyte/macrophage-mediated inflammatory responses* // *Mediators of Inflammation*. 2010. Vol. 2010. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2010/529359> (дата обращения: 01.11.2024).
16. *Cinnamon extract inhibits allergen-specific immune responses in human and murine allergy models* / R. Ose, J. Tu, A. Schink, et al. // *Clinical and experimental allergy: journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology*. 2020. Vol. 50. No. 1. P. 41–50. doi: 10.1111/cea.13507.
17. *Cinnamaldehyde is an effective anti-inflammatory agent for treatment of allergic rhinitis in a rat model* / D. Hancı, H. Altun, E. A. Çetinkaya, et al. // *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2016. Vol. 84. P. 81–87. doi: 10.1016/j.ijporl.2016.03.001.
18. Чиряпкин А. С., Золотых Д. С., Поздняков Д. И. Обзор биологической активности флавоноидов: кверцетина и кемпферола // *Juvenis scientia*. 2023. Т. 9. № 2. С. 5–20. doi: 10.32415/jscentia_2023_9_2_5-20.
19. Garg S., et al. *An insight into the therapeutic applications of coumarin compounds and their mechanisms of action* // *European Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2020. Vol. 152. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092809872030213X> (дата обращения: 23.11.2024).
20. Gan J., Qian W., Lin S. *Umbelliferone Alleviates Myocardial Ischemia: the Role of Inflammation and Apoptosis* // *Inflammation*. 2018. Vol. 41. No. 2. P. 464–473. doi: 10.1007/s10753-017-0702-6.
21. Guo J., et al. *Advances in pharmacological effects and mechanism of action of cinnamaldehyde* // *Frontiers in pharmacology*. 2024. Vol. 6. No. 15. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/pharmacology/articles/10.3389/fphar.2024.1365949/full> (дата обращения: 23.11.2024).
22. *Coumarin anticoagulant requirement in relation to serum cholesterol and triglyceride level* / K. Pyörälä, E. A. Nikkilä, P. Vuopio, et al. // *Acta medica Scandinavica*. 1968. Vol. 183. No. 5. P. 437–443. doi: 10.1111/j.0954-6820.1968.tb10504.x.
23. *Effects of carboxy methyl cellulose and thymol + carvacrol on performance, digesta viscosity and some blood metabolites of broilers* / H. Hashemipour, H. Kermanshahi, A. Golian, et al. // *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2014. Vol. 98. No. 4. P. 672–679. doi: 10.1111/jpn.12121.
24. Wang B., et al. *Quercetin Regulates Calcium and Phosphorus Metabolism Through the Wnt Signaling Pathway in Broilers*. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022. Vol. 8. URL: <https://www.frontiersin.org/journal/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2021.786519/full> (дата обращения: 01.11.2024).
25. Horniblow R. D., et al. *Modulation of iron transport, metabolism and reactive oxygen status by quercetin-iron complexes in vitro*. *Molecular Nutrition Food Research*. 2017. Vol. 61. No. 3. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mnfr.201600692> (дата обращения: 01.11.2024).
26. Ardahanli I., Akhan O., Celik M. *The Effect of Serum Magnesium Level on Stable Anticoagulation in Patients Using Warfarin for Various Cardiac Indications* / *Biological trace element research*. 2022. Vol. 200. No. 10. P. 4297–4302. doi: 10.1007/s12011-021-03036-y.

Поступила в редакцию 10.12.2024

После доработки 16.01.2025

Принята к публикации 06.02.2025