

УДК 636.5:577

DOI: 10.33284/2658-3135-102-2-125

Изменение продуктивных качеств цыплят-бройлеров на фоне энзимосодержащей диеты и экстракта *Quercus cortex*

Г.К. Дускаев¹, Н.М. Казачкова¹, А.С. Ушаков², Б.С. Нуржанов¹, А.Ф. Рысаев¹, Ш.Г. Рахматуллин¹,
Н.И. Рябов¹

¹ Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (г. Оренбург)

² Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства Российской академии наук» (Московская область, г. Сергиев Посад)

Аннотация. Использование антибиотиков в птицеводстве запрещено как в Европейском союзе, так и в странах, желающих экспортировать в ЕС. Растущий во всём мире спрос потребителей на здоровые продукты со свидетельством безопасности превращает фитобиотики в лучшую альтернативу, эффективную, надёжную и доступную.

Кроме того, известно, что метаболиты лекарственных растений являются ингибиторами системы Quorum Sensing у бактерий. В связи с чем целью исследований являлось изучение влияния экстракта *Quercus cortex* в оптимальной дозе на продуктивность и состояние организма здоровых цыплят бройлеров.

Для эксперимента было подобрано 120 голов 7-дневных здоровых цыплят-бройлеров, которых методом аналогов разделили на 4 группы.

Контрольная группа – общий рацион (ОР); I опытная – ОР+экстракт *Quercus cortex* (2,5 мл/кг живой массы); II опытная – ОР+экстракт *Quercus cortex* (2,5 мл/кг живой массы)+ферментный препарат глюкоамилаза – не менее 1000 ед./г и ксиланаза – до 600 ед./г (5 г/10 кг корма); III опытная – ОР+ферментный препарат глюкоамилаза – не менее 1000 ед./г и ксиланаза – до 600 ед./г (5 г/10 кг корма).

В ходе исследований установлено увеличение поедаемости кормов в опытных группах за весь период эксперимента на 2,6-15,4 %, прироста живой массы цыплят-бройлеров – на 3,1-16,6 % и уменьшение расхода корма на прирост 1 кг живой массы (на 3,7-9,2 %). Отмечалось увеличение концентрации железа у цыплят-бройлеров I и II опытных групп в крови (7,8-11,8 %), в печени (23,7-92,4 %; $P \leq 0,05$), в селезёнке (53,9-77,7 %; $P \leq 0,05$) на фоне снижения в мышечной ткани. Таким образом, включение в энзимосодержащий рацион экстракта *Quercus cortex* (обнаружены вещества «антикворума») повышает продуктивность сельскохозяйственной птицы.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормление, *Quercus cortex*, ферментный препарат, глюкоамилаза, ксиланаза, продуктивность цыплят, поедаемость корма, живая масса, кровь.

UDC 636.5:577

Changes in the productive qualities of broiler chickens against the background of enzyme-containing diet and *Quercus cortex* extract

GK Duskaev¹, NM Kazachkova¹, AS Ushakov², BS Nurzhanov¹, AF Rysayev¹, ShG Rakhmatullin¹,
NI Ryabov¹

¹ Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (Orenburg, Russia)

² Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (Moscow region, Sergiev Posad)

Summary. The use of antibiotics in poultry production is prohibited both in the European Union and in the countries wishing to export to the EU. The growing consumer demand for healthy products around the world turns phytobiotics into the best alternative, effective, reliable and affordable.

In addition, it is known that metabolites of medicinal plants are inhibitors of Quorum Sensing system in bacteria. In this connection, the purpose of the research was to study the effect of *Quercus cortex* extract at the optimal dose on the productivity and condition of body of healthy broiler chickens.

For the experiment, we selected 120 heads of 7-day healthy broiler chickens, divided into 4 groups using the analog method.

The control group – basic diet (BD); I experimental group – BD+Quercus cortex extract (2.5 ml/kg live weight); II experimental group – BD+Quercus cortex extract (2.5 ml/ kg live weight)+enzyme preparation: glucoamylase – not less than 1000 units/g and xylanase – up to 600 units/g (5 g/10 kg of feed); III experimental group – OR+enzyme preparation: glucoamylase – not less than 1000 units/g and xylanase – up to 600 units/g (5 g/10 kg of feed).

In the course of the research, an increase in the palatability of feed in the groups over the entire period of the experiment was found to be 2.6-15.4 %, the increase in live weight of broiler chickens – by 3.1-16.6 % and a decrease in feed consumption per 1 kg of live weight (by 3.7-9.2 %). There was an increase in the concentration of iron in broiler chickens I and II experimental groups in the blood (7.8-11.8 %), in the liver (23.7-92.4 %; $P \leq 0.05$), in the spleen (53.9-77.7 %; $P \leq 0.05$) against the background of a decrease in muscle tissue. Thus, the inclusion of Quercus cortex extract («antiquorum» substances detected) in the enzyme-containing ration increases the productivity of poultry.

Key words: broiler chickens, feeding, Quercus cortex, enzyme preparation: glucoamylase and xylanase, poultry productivity, palatability of food, live weight, blood.

Введение.

Влияние антимикробных стимуляторов роста (кормовых антибиотиков в животноводстве) на развитие устойчивых бактерий и, как следствие, запрет на их использование в Европейском Союзе привели к интенсивному поиску эффективных средств, способных стать им альтернативой. Уже известны современные методы производства мяса птицы без использования антибиотиков, позволяющие достигать желаемых кондиций (Diarra MS et al., 2007), в том числе и с использованием растительных препаратов (диаллил дисульфид чеснока) (Horn NL et al., 2016), веществ, содержащих танины (Redondo LM et al., 2013; Tosi G et al., 2013). Растительные экстракты, также известные как фитобиотики, используются в кормлении животных, в частности, с целью противомикробных, противовоспалительных, антиоксидантных и противопаразитарных средств (Багиров В.А. и др., 2018; Фисинин В.И. и др., 2018; Hashemi SR and Davoodi H, 2010; Steiner T, 2009). Многие растения – многофункциональны, и биологически активные вещества, выделенные из них, имеют полезные свойства. Биологически активные компоненты растений – в основном вторичные метаболиты (фенольные соединения, альдегиды, кетоны, эфиры, и лактоны) (Huyghebaert G et al., 2011). Кроме того, лекарственные растения являются ингибиторами системы Quorum Sensing у бактерий. В том числе такие ингибиторы обнаружены в экстракте Quercus cortex. В то же время известно, что экзогенные ферменты помимо увеличения продуктивности сельскохозяйственных животных способствуют развитию бактериальной флоры в желудочно-кишечном тракте и таким образом опосредовано влияют на их популяцию (Bedford MR and Cowieson AJ, 2012). Исследований по изучению совместного влияния экстракта Quercus cortex и ферментного препарата глюкоамилаза – не менее 1000 ед./г и ксиланаза – до 600 ед./г на продуктивность цыплят-бройлеров не много и необходимо его дальнейшее изучение.

Цель исследования.

Изучить влияние очищенного экстракта Quercus cortex на биохимические показатели организма и продуктивность здоровых цыплят-бройлеров, в том числе на фоне рациона, содержащего ферментный препарат глюкоамилаза – не менее 1000 ед./г и ксиланаза – до 600 ед./г.

Материалы и методы исследований.

Объект исследования. Цыплята-бройлеры одновозрастного стада кросса «Смена-8».

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были приняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Для эксперимента было отобрано 120 голов 7-дневных цыплят-бройлеров, которых методом аналогов разделили на 4 группы ($n=30$). Во время эксперимента проведённого на базе ФНЦ БСТ РАН, вся птица находилась в одинаковых условиях содержания. Формирование общих рационов (ОР) для подопытной птицы в ходе исследований проводилось с учётом рекомендаций ВНИТИП. Контрольная группа – ОР; I опытная – ОР+экстракт *Quercus cortex* (2,5 мл/кг ж. м.); II опытная – ОР+экстракт *Quercus cortex* (2,5 мл/кг ж. м.)+ферментный препарат глюкоамилаза – не менее 1000 ед./г и ксиланаза – до 600 ед./г (5 г/10 кг корма); III опытная – ОР+ферментный препарат глюкоамилаза – не менее 1000 ед./г и ксиланаза – до 600 ед./г (5 г/10 кг корма). Кормление опытной птицы проводилось 2 раза в сутки, учёт поедаемости – ежесуточно, экстракт *Quercus cortex* задавался с питьевой водой. Декапитации птицы под нембуталовым эфиром производили на 42-е сут.

Приготовление экстракта *Quercus cortex*. Навеска коры измельчённой (лекарственная форма) в количестве 50 г помещается в жаростойкую посуду, заливается 500 мл горячей (+70 °С) дистиллированной водой, нагревается в водяной бане (30 мин), процеживается и фильтруется (фильтры обеззоленные «Белая лента», d 70мм АРЕХЛАВ).

Рост птицы учитывали ежедневно индивидуально утром до кормления. Кровь брали из подкрыльцовой вены утром натощак перед убоем птицы в 42-суточном возрасте.

Образы крови для гематологических исследований отбирали в конце эксперимента в вакуумные пробирки с антикоагулянтом (EDTA-K3), для биохимических исследований – в вакуумные пробирки с активатором свертывания (тромбин).

Оборудование и технические средства. Гематологические показатели (число и вид лейкоцитов) учитывали на автоматическом гематологическом анализаторе URIT-2900 Vet Plus («URIT Medical Electronic Group Co., Ltd», Китай) в центре «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» и Испытательном центре ЦКП ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.15).

Лабораторный анализ профильтрованного растительного экстракта *Quercus cortex* проведён с использованием метода хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе с масс-селективным детектором GCMS 2010 Plus («Shimadzu», Япония), на колонке HP-5MS. При интерпретации результатов исследований использовалось программное обеспечение GCMSSolutions («Shimadzu», Япония), GCMSPostRunAnalysis («Shimadzu», Япония), для идентификации соединений использовался набор библиотек спектров CAS, NIST08, Mainlib, Wiley9 и DD2012 Lib (Национальный институт стандартов и технологий, США). Количественное присутствие отдельных идентифицированных компонентов оценивалось относительной величиной (%), соотносящей площадь пика к общей площади экстракта. Нами идентифицировано 35 соединений экстракта коры дуба, были обнаружены вещества (10 %), проявляющие анти-QS активность на систему QS первого типа.

Элементный состав тканей и органов исследовали в аккредитованной Испытательной лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (ИСО 9001:2008 сертификат 54Q10077 от 21.05.2010 г.; г. Москва, Россия). Озольнение биосубстратов проводили с использованием микроволновой системы разложения MD-2000 (США). Оценка содержания элементов в полученной золе осуществлялась с использованием масс-спектрометра Elan 9000 («Perkin Elmer», США) и атомно-эмиссионного спектрометра Optima 2000 V («Perkin Elmer», США).

Взвешивание проводили ежедневно на электронных весах M-ER 327 ACP «MERCURY WP TECH GROUP CO., LTD», Сеул, Республика Корея.

Статистическая обработка. Статистическую обработку проводили с помощью программы IBM «SPSS Statistics Version 10.0» («An IBM Company», США), рассчитывая среднюю величину (M), среднее квадратичное отклонение (σ), ошибку стандартного отклонения (m). Уровень значимости считали достоверным при $P \leq 0,05$.

Результаты исследования.

По результатам исследований установлено, что прирост живой массы цыплят-бройлеров в опытных группах превосходил аналогичный показатель контрольной группы. Так, разница в возрасте с первой по четвертую неделю между I и контрольной группами составила 10,7 %, между II опытной и контрольной – 16,3 % ($P \leq 0,05$), III – 3,1% (табл. 1).

Таблица 1. Абсолютный прирост живой массы цыплят-бройлеров, г/гол.

Table 1. The absolute gain of live weight in broiler chickens, g/head

Возраст, дней/Age, days	Группа/Group			
	контрольная/ control	I опытная/ I experimental	II опытная/ II experimental	III опытная/ III experimental
7-28	1130,3±40,2	1251,7± 47,9	1315,3±46,4	1172,1±42,1
29-42	936,3±58,1	905,6±70,7*	1095,4±59,3	965,3±57,5
7-42	2067,0±99,2	2157,3±119,3	2410,7±106,4*	2137,4±100,5*

Примечание: * – $P \leq 0,05$ в сравнении с контрольной группой

Note: * – $P \leq 0.05$ compared with control group

Во второй период в I опытной группе отмечалось снижение на 3,3 % ($P \geq 0,05$), во II продолжилось увеличение на 16,9 % ($P \leq 0,05$). В целом же за период эксперимента в условиях вивария прирост в опытных группах оказался выше, чем в контрольной группе на 4,3-16,6 %.

Скармливание экстракта *Quercus cortex* способствовало увеличению поедаемости корма за весь период эксперимента в I опытной группе на 10,6 %, на фоне энзимосодержащей диеты во II группе – на 15,4 %, в III группе – на 2,6 % (табл. 2).

Таблица 2. Показатели поедаемости корма цыплятами-бройлерами, г/гол.

Table 2. Indicators of feed consumption by broiler chickens, g/head

Показатель/Indicator	Группа/Group			
	контрольная/ control	I опытная/ I experimental	II опытная/ II experimental	III опытная/ III experimental
Стартовый комбикорм/Starter feed	1348,4	1461,0	1475,6	1387,5
Ростовой комбикорм/Growth feed	1691,5	1901,8	2033,1	1730,4
Всего за эксперимент/ Total for the experiment	3039,9	3362,8	3508,7	3117,9
Расход корма на прирост 1 кг живой массы, кг/ Feed consumption per gain of 1 kg body weight, kg	1,47	1,56	1,45	1,46

В то же время расход корма на прирост 1 кг живой массы уменьшился во II опытной группе на 9,2 %, в I опытной – на 7,8 %, в III – на 3,7 %.

По результатам исследований биохимических показателей сыворотки крови цыплят-бройлеров опытных групп отмечалось увеличение эндогенного фермента из группы трансфераз – аланинаминотрансферазы, что указывает на активные обменные процессы, протекающие в печени. Кроме того, установлено достоверное снижение триглицеридов в сыворотке крови. Остальные же показатели были практически на одном уровне с особями контрольной группы (табл. 3).

По результатам исследований отмечалась тенденция увеличения железа в сыворотке крови цыплят-бройлеров опытных групп (рис. 1). Как видно из химического анализа внутренних органов, концентрация железа в печени (как основного депо данного элемента) животных II опытной группы оказалась выше, чем у сверстников контрольной и I опытной в 2,3-2,9 раза ($P \leq 0,05$), в селезёнке – на 77,7 ($P \leq 0,05$) и 15,4 % на фоне снижения в мышечной ткани на 50-54,5 %.

Таблица 3. Биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров
Table 3. Biochemical composition of blood serum in broiler chickens

Показатель/Indicator	Группа/Group			
	контроль- ная/ control	I опытная/ I experimental	II опытная/ II experimental	III опытная/ III experimental
Общий белок, г/л/Total protein, g/l	32,9±1,69	32,0±1,34	32,2±0,85	32,3±1,13
Альбумин, г/л/Albumin, g/l	17,0±1,09	17,0±0,63	17,2±0,80	16,8±1,22
АЛаТ, Е/л/ALaT, Е/l	3,14±0,81	6,1±0,67*	5,8±1,16*	4,12±0,95
АСаТ, Е/л/ASaT,Е/l	235,6±10,55	249,8±7,71	239,3±17,5	237,7±8,25
Билирубин общий, мкмоль/л/Total bilirubin, μmol/l	19,3±0,13	19,4±0,14	19,4±0,14	19,2±0,21
Билирубин прямой, ммоль/л/Bilirubin straight, mmol/l	0,55±0,03	0,53±0,06	0,50±0,03	0,52±0,05
Холестерин, ммоль/л /Cholesterol, mmol/l	5,1±0,24	4,94±0,21	5,3±0,21	5,2±0,23
Триглицериды, ммоль/л /Triglycerides, mmol/l	0,21±0,02	0,15±0,04*	0,09±0,02**	0,18±0,02
Мочевина, ммоль/л/Urea, mmol/l	1,5±0,03	1,46±0,02	1,5±0,07	1,45±0,05
СОД, %/Superoxide dismutase, %	21,2±2,05	20,4±1,07	21,0±2,7	21,1±1,05
Креатинин, мкмоль/л/Creatinine, mol/l	16,9±1,28	14,64±1,05	19,9±2,6	16,2±1,51
Глюкоза, ммоль/л/Glucose, mmol/l	4,91±1,17	4,23±0,4	5,2±0,37	5,1±0,97
Кальций, ммоль/л/Calcium, mmol/l	3,5±0,15	3,3±0,05	3,3±0,09	3,4±0,08
Фосфор, ммоль/л/Phosphorus, mol/l	1,8±0,11	1,9±0,12	1,85±0,6	1,8±0,7
Магний, ммоль/л/Magnesium, mmol/l	1,35±0,07	1,3±0,04	1,3±0,03	1,4±0,09
Железо, мкмоль/л/Iron, μmol/l	22,5±1,03	27,4±0,56	28,3±0,94*	23,8±0,81

Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$ в сравнении с контрольной группой

Note: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$ compared with control group

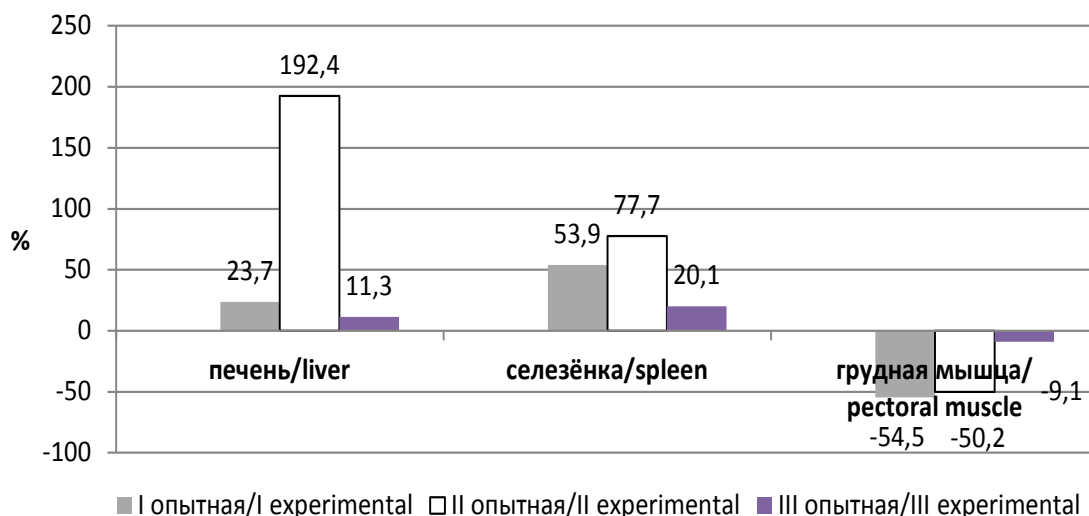


Рис. 1 – Разница в содержании железа (Fe) в органах и грудной мышце цыплят-бройлеров опытных групп по отношению к контрольной

Figure 1 – Differences in ferrum content (Fe) in organs and pectoral muscle in experimental groups of broiler chickens relating to the control

Среди морфологических показателей крови цыплят-бройлеров следует отметить пониженное содержание моноцитов и гранулоцитов (табл. 4), особенно в I опытной группе.

Таблица 4. Содержание ($10^9/л$) белых клеток крови у бройлеровTable 4. The white blood cells content ($10^9/l$) in broilers

Показатель/ Indicator	Группа/Group			
	контрольная/ control	I опытная/ I experimental	II опытная/ II experimental	III опытная/ III experimental
Лейкоциты/Leukocytes	81,7±3,7	78,3±2,3	73,6±4,3	80,8±2,8
Лимфоциты/Lymphocytes	78,7±3,3	77,4±1,11	69,5±4,2	77,3±2,8
Моноциты/Monocytes	3,5±0,44	2,3±0,16*	2,7±0,09	3,2±0,37
Гранулоциты/Granulocytes	1,7±0,3	0,8±0,03*	1,4±0,07	1,6±0,12

Примечание: * – $P \leq 0,05$ в сравнении с контрольной группой

Note: * – $P \leq 0.05$ compared with control group

Обсуждение полученных результатов.

Результаты исследований по продуктивности птицы подтверждается анализом обзора литературы, в частности сведениями о положительном влиянии растительных экстрактов как стимуляторов роста (Hashemi SR and Davoodi H, 2010, 2011; Abreu AC et al., 2012). Кроме того, ранее было отмечено проявление антибактериальной активности при использовании экстрактов растений, содержащих танины в малых концентрациях (Simões M et al., 2009; Redondo LM et al., 2014), что способствует снижению нагрузки на микробиоту организма и, как следствие, благоприятно влияет на продуктивность птицы. В наших исследованиях в экстракте *Quercus cortex* были обнаружены вещества (10 %), проявляющие анти-QS активность на систему QS первого типа. Ввиду наличия дубильных веществ (танинов) в используемом экстракте (Мазнев Н.И., 2004) имеются сведения о положительном их влиянии на кормление и прирост животных (Redondo LM et al., 2014; Hashemi SR and Davoodi H, 2011; Yang C et al., 2015; Schiavone A et al., 2008), что подтверждается и нашими исследованиями.

Факт увеличения поедаемости корма согласуется с авторами, утверждающими, что низкие концентрации дубильных веществ в рационе способствуют увеличению потребления корма (Windisch W et al., 2008). Данное обстоятельство благоприятно отразилось на приросте живой массы подопытной птицы.

Необходимость сочетанного использования экстракта *Quercus cortex* и ферментного препарата вызвана, в том числе, результатами ранее проведенных исследований (Blaiotta G et al., 2013; Kamboh AA and Zhu WY, 2014; Mansoori B et al., 2015), выявивших проявление толерантности биологически активных веществ к действию желудочного содержимого, низким значениям pH и солей желчи, что свидетельствует о том, что танины могут быть также использованы для увеличения синергетического эффекта на микробиом кишечника. Кроме того, известно, что ксиланаза, входящая в состав ферментного препарата на фоне рациона с высоким содержанием пшеницы, уменьшает патологические эффекты *Clostridium perfringens* у бройлерных цыплят (Liu D et al., 2012). Механизм действия глюкоамилазы и β -глюканазы, может быть также связан с расщеплением и окислением глюкозы для получения глюконовой кислоты и перекиси водорода (Geisen R, 1999), снижением вязкости содержимого кишечника. Перекись водорода, накапливаясь до определенного уровня, ингибирует распространение патогенных бактерий.

Что касается эффекта снижения триглицеридов в крови, то в своих исследованиях некоторые авторы при добавлении в рацион птиц дубильных веществ также наблюдали снижение окисления липидов в организме на фоне увеличения продуктивности (Starčević K et al., 2014).

Увеличение железа в органах и тканях опытной птицы, вероятно, связано со способностью дубильных веществ (танины) к депривации железа (один из механизмов положительного действия) через ингибирование фермента комплексообразования у бактерий (Hee DB et al., 1993; Mila I et al., 1996). Так как железо необходимо для жизнедеятельности большинства патогенных бактерий (Chung KT et al., 1998), то это может оказать положительное влияние на здоровье птицы, в данном случае необходимы дополнительные исследования.

Пониженное содержание моноцитов и гранулоцитов, вероятно, объясняется напряжением иммунной системы в результате активизации обмена веществ в организме птицы. Влияние танина на прямую модуляцию иммунной системы цыплят как один из механизмов действия отмечалось и ранее другими исследователями (Allen HK et al., 2013).

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 16-16-10048)

Литература

1. Включение экстракта quercus cortex в рацион бройлеров изменяет их убойные показатели и биохимический состав мышечной ткани / В.А. Багиров, Г.К. Дускаев, Н.М. Казачкова, Ш.Г. Рахматуллин, Е.В. Яушева, Д.Б. Косян, Ш.А. Макаев, Х.Б. Дусаева // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 4. С. 799-810. [Bagirov VA, Duskaev GK, Kazachkova NM, Rakhmatullin ShG, Yausheva EV, Kosyan DB, Makaev ShA, Dusaeva KhB. Addition of Quercus cortex extract to broiler diet changes slaughter indicators and biochemical composition of muscle tissue. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]*, 2018;53(4):799-810. (In Russ)]. doi: 10.15389/agrobiology.2018.4.799eng
2. Изменение иммунологических и продуктивных показателей у цыплят-бройлеров под влиянием биологически активных веществ из экстракта коры дуба / В.И. Фисинин, А.С. Ушаков, Г.К. Дускаев, Н.М. Казачкова, Б.С. Нуржанов, Ш.Г. Рахматуллин, Г.И. Левахин // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 2. С. 385-392. [Fisinin VI, Ushakov AS, Duskaev GK, Kazachkova NM, Nurzhanov BS, Rakhmatullin ShG, Levakhin GI. Mixtures of biologically active substances of oak bark extracts change immunological and productive indicators of broilers. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]*, 2018;53(2):385-392 (In Russ)]. doi: 10.15389/agrobiology.2018.2.385eng
3. Мазнев Н. Энциклопедия лекарственных растений. 3-е изд., испр. и доп. М.: Мартин, 2004. С. 32-33. [Maznev N. *Entsiklopediya lekarstvennykh rastenii*. 3-e izd., ispr. i dop. Moscow: Martin;2004:32-33. (In Russ)].
4. Abreu AC, McBain AJ, Simões M. Plants as sources of new antimicrobials and resistance-modifying agents. *Natural Product Reports*. 2012;29(9):1007-1021. doi: 10.1039/c2np20035j
5. Allen HK, Levine UY, Looft T, Bandrick M, Casey TA. Treatment, promotion, commotion: antibiotic alternatives in food-producing animals. *Trends in Microbiology*. 2013;21(3):114-119. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2012.11.001>
6. Bedford MR, Cowieson AJ. Exogenous enzymes and their effects on intestinal microbiology. *Animal Feed Science and Technology*. 2012;173(1-2):76-85. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2011.12.018>
7. Blaiotta G, La Gatta B, Di Capua M, Di Luccia A, Coppola R, Aponte M. Effect of chestnut extract and chestnut fiber on viability of potential probiotic Lactobacillus strains under gastrointestinal tract conditions. *Food Microbiology*. 2013;36(2):161-169. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.05.002>
8. Chung K-T, Lu Z, Chou MW. Mechanism of inhibition of tannic acid and related compounds on the growth of intestinal bacteria. *Food and Chemical Toxicology*. 1998;36(12):1053-1060. doi: [https://doi.org/10.1016/S0278-6915\(98\)00086-6](https://doi.org/10.1016/S0278-6915(98)00086-6)
9. Diarra MS, Silversides FG, Diarrassouba F, Pritchard J, Masson L, Brousseau R, Bonnet C, Delaquis P, Bach S, Skura B, Topp E. Impact of feed supplementation with antimicrobial agents on growth performance of broiler chickens, *Clostridium perfringens* and *Enterococcus* counts, and antibiotic resistance phenotypes and distribution of antimicrobial resistance determinants in *Escherichia coli* Isolates. *Applied and Environmental Microbiology*. 2007;73(20):6566-6576. doi: doi:10.1128/AEM.01086-07
10. Geisen R. Inhibition of food-related pathogenic bacteria by god-transformed Penicillium nalgiovense strains // *Journal of Food Protection*. 1999;62:940-943.
11. Hashemi SR, Davoodi H. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. *Veterinary Research Communications*. 2011;35(3):169-180. doi: <https://doi.org/10.1007/s11259-010-9458-2>

12. Hashemi SR, Davoodi H. Phytogenics as new class of feed additive in poultry industry. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2010;9(17):2295-2304. doi: 10.3923/javaa.2010.2295.2304
13. Hee DB, McAllister TA, Yanke J, Cheng KJ, Muir AD. Effects of condensed tannins on endoglucanase activity and filter paper digestion by *Fibrobacter succinogenes* S85. *Applied and Environmental Microbiology*. 1993;59(7):2132-2138.
14. Horn NL, Ruch F, Miller G, Ajuwon KM, Adeola O. Determination of the adequate dose of garlic diallyl disulfide and diallyl trisulfide for effecting changes in growth performance, total-tract nutrient and energy digestibility, ileal characteristics, and serum immune parameters in broiler chickens. *Poultry Science*. 2016;95(10):2360-2365. doi: <https://doi.org/10.3382/ps/pew126>
15. Huyghebaert G, Ducatelle R, Immerseel Van F. An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. *The Veterinary Journal*. 2011;187(2):182-188. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.03.003>
16. Kamboh AA, Zhu WY. Individual and combined effects of genistein and hesperidin on immunity and intestinal morphometry in lipopolysaccharide-challenged broiler chickens. *Poultry Science*;2014;93(9):2175-2183. doi: <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03971>
17. Liu D, Guo S, Guo Y. Xylanase supplementation to a wheat-based diet alleviated the intestinal mucosal barrier impairment of broiler chickens challenged by *Clostridium perfringens*. *Avian Pathol*. 2012;41(3):291-298.
18. Mansoori B, Rogiewicz A, Slominski BA. The effect of canola meal tannins on the intestinal absorption capacity of broilers using a D-xylose test. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2015;99(6):1084-1093. doi: <https://doi.org/10.1111/jpn.12320>
19. Mila I, Scalbert A, Expert D. Iron withholding by plant polyphenols and resistance to pathogens and rots. *Phytochemistry*. 1996;42(6):1551-1555. doi: [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(96\)00174-4](https://doi.org/10.1016/0031-9422(96)00174-4)
20. *Phytogenics in Animal Nutrition: Natural Concepts to Optimize Gut Health and Performance*. Steiner T, editor. Nottingham: Nottingham University Press; 2009:192 p.
21. Redondo LM, Chacana PA, Dominguez JE, Fernandez Miyakawa ME. Perspectives in the use of tannins as alternative to antimicrobial growth promoter factors in poultry. *Frontiers in Microbiology*. 2014;5:article 118.
22. Redondo LM, Redondo EA, Delgado F, La Sala L, Pereyra A, Garbaccio S, et al. Control of *Clostridium perfringens* necrotic enteritis by tannins added to the diet. In: *Proceedings of the 8th International Conference on the Molecular Biology and Pathogenesis of the Clostridia (ClostPath 8)*. Palm Cove. Australia. 2013;5.
23. Schiavone A, Guo K, Tassone S, Gasco L, Hernandez E, Denti R, Zaccarato I. Effects of a natural extract of chestnut wood on digestibility, performance traits, and nitrogen balance of broiler chicks. *Poultry Science*. 2008;87(3):521-527. doi: <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00113>
24. Simões M, Bennett RN, Rosa EAS. Understanding antimicrobial activities of phytochemicals against multidrug resistant bacteria and biofilms. *Natural Product Reports*. 2009;26(6):746-757. doi: <https://doi.org/10.1039/B821648G>
25. Starčević K, Krstulović L, Brozić D, Maurić M, Stojević Z, Mikulec Ž, Bajić M, Mašek T. Production performance, meat composition and oxidative susceptibility in broiler chicken fed with different phenolic compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014;95(6):1172-1178. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.6805>
26. Tosi G, Massi P, Antongiovanni M, Buccioni A, Minieri S, Marenchino L, Mele M. Efficacy test of a hydrolysable tannin extract against necrotic enteritis in challenged broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*. 2013;12(3):e62: 392-395. doi: <https://doi.org/10.4081/ijas.2013.e62>
27. Windisch W, Schedle K, Plitzner C, Kroismayr A. Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*. 2008;86(E Suppl):E140-E148. doi: 10.2527/jas.2007-0459
28. Yang C, Chowdhury MAK, Huo Y, Gong J. Phytogenic compounds as alternatives to in-feed antibiotics: potentials and challenges in application. *Pathogens*. 2015;4(1):137-156. doi: <https://doi.org/10.3390/pathogens4010137>

References

1. Bagirov VA, Duskaev GK, Kazachkova NM, Rakhmatullin ShG, Yausheva EV, Kosyan DB, Makaev ShA, Dusaeva KhB. Addition of *Quercus cortex* extract to broiler diet changes slaughter indicators and biochemical composition of muscle tissue. *Agricultural Biology*. 2018;53(4):799-810. doi: 10.15389/agrobiology.2018.4.799eng
2. Fisinin VI, Ushakov AS, Duskaev GK, Kazachkova NM, Nurzhanov BS, Rakhmatullin ShG, Levakhin GI. Mixtures of biologically active substances of oak bark extracts change immunological and productive indicators of broilers. *Agricultural Biology*. 2018;53(2):385-392. doi: 10.15389/agrobiology.2018.2.385eng
3. Maznev N. *Encyclopedia of medicinal plants*. 3rd ed., Corr. and add. Moscow: Martin; 2004. P. 32-33.
4. Abreu AC, McBain AJ, Simões M. Plants as sources of new antimicrobials and resistance-modifying agents. *Natural Product Reports*. 2012;29(9):1007-1021. doi: 10.1039/c2np20035j
5. Allen HK, Levine UY, Looft T, Bandrick M, Casey TA. Treatment, promotion, commotion: antibiotic alternatives in food-producing animals. *Trends in Microbiology*. 2013;21(3):114-119. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2012.11.001>
6. Bedford MR, Cowieson AJ. Exogenous enzymes and their effects on intestinal microbiology. *Animal Feed Science and Technology*. 2012;173(1-2):76-85. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2011.12.018>
7. Blaiotta G, La Gatta B, Di Capua M, Di Luccia A, Coppola R, Aponte M. Effect of chestnut extract and chestnut fiber on viability of potential probiotic *Lactobacillus* strains under gastrointestinal tract conditions. *Food Microbiology*. 2013;36(2):161-169. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.05.002>
8. Chung K-T, Lu Z, Chou MW. Mechanism of inhibition of tannic acid and related compounds on the growth of intestinal bacteria. *Food and Chemical Toxicology*. 1998;36(12):1053-1060. doi: [https://doi.org/10.1016/S0278-6915\(98\)00086-6](https://doi.org/10.1016/S0278-6915(98)00086-6)
9. Diarra MS, Silversides FG, Diarrassouba F, Pritchard J, Masson L, Brousseau R, Bonnet C, Delaquis P, Bach S, Skura B, Topp E. Impact of feed supplementation with antimicrobial agents on growth performance of broiler chickens, *Clostridium perfringens* and *Enterococcus* counts, and antibiotic resistance phenotypes and distribution of antimicrobial resistance determinants in *Escherichia coli* Isolates. *Applied and Environmental Microbiology*. 2007;73(20):6566-6576. doi: doi:10.1128/AEM.01086-07
10. Geisen R. Inhibition of food-related pathogenic bacteria by god-transformed *Penicillium nalgiovense* strains // *Journal of Food Protection*. 1999;62:940-943.
11. Hashemi SR, Davoodi H. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. *Veterinary Research Communications*. 2011;35(3):169-180. doi: <https://doi.org/10.1007/s11259-010-9458-2>
12. Hashemi SR, Davoodi H. Phytochemicals as new class of feed additive in poultry industry. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2010;9(17):2295-2304. doi: 10.3923/javaa.2010.2295.2304
13. Hee DB, McAllister TA, Yanke J, Cheng KJ, Muir AD. Effects of condensed tannins on endoglucanase activity and filter paper digestion by *Fibrobacter succinogenes* S85. *Applied and Environmental Microbiology*. 1993;59(7):2132-2138.
14. Horn NL, Ruch F, Miller G, Ajuwon KM, Adeola O. Determination of the adequate dose of garlic diallyl disulfide and diallyl trisulfide for effecting changes in growth performance, total-tract nutrient and energy digestibility, ileal characteristics, and serum immune parameters in broiler chickens. *Poultry Science*. 2016;95(10):2360-2365. doi: <https://doi.org/10.3382/ps/pew126>
15. Huyghebaert G, Ducatelle R, Immerseel Van F. An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. *The Veterinary Journal*. 2011;187(2):182-188. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.03.003>
16. Kamboh AA, Zhu WY. Individual and combined effects of genistein and hesperidin on immunity and intestinal morphometry in lipopolysaccharide-challenged broiler chickens. *Poultry Science*;2014;93(9):2175-2183. doi: <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03971>

17. Liu D, Guo S, Guo Y. Xylanase supplementation to a wheat-based diet alleviated the intestinal mucosal barrier impairment of broiler chickens challenged by *Clostridium perfringens*. Avian Pathol. 2012;41(3):291-298.
18. Mansoori B, Rogiewicz A, Slominski BA. The effect of canola meal tannins on the intestinal absorption capacity of broilers using a D-xylose test. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2015;99(6):1084-1093. doi: <https://doi.org/10.1111/jpn.12320>
19. Mila I, Scalbert A, Expert D. Iron withholding by plant polyphenols and resistance to pathogens and rots. Phytochemistry. 1996;42(6):1551-1555. doi: [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(96\)00174-4](https://doi.org/10.1016/0031-9422(96)00174-4)
20. PhytoGenics in Animal Nutrition: Natural Concepts to Optimize Gut Health and Performance. Steiner T, editor. Nottingham: Nottingham University Press; 2009:192 p.
21. Redondo LM, Chacana PA, Dominguez JE, Fernandez Miyakawa ME. Perspectives in the use of tannins as alternative to antimicrobial growth promoter factors in poultry. Frontiers in Microbiology. 2014;5:article 118.
22. Redondo LM, Redondo EA, Delgado F, La Sala L, Pereyra A, Garbaccio S, et al. Control of *Clostridium perfringens* necrotic enteritis by tannins added to the diet. In: Proceedings of the 8th International Conference on the Molecular Biology and Pathogenesis of the Clostridia (ClostPath 8). Palm Cove. Australia. 2013;5.
23. Schiavone A, Guo K, Tassone S, Gasco L, Hernandez E, Denti R, Zaccarato I. Effects of a natural extract of chestnut wood on digestibility, performance traits, and nitrogen balance of broiler chicks. Poultry Science. 2008;87(3):521-527. doi: <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00113>
24. Simes M, Bennett RN, Rosa EAS. Understanding antimicrobial activities of phytochemicals against multidrug resistant bacteria and biofilms. Natural Product Reports. 2009;26(6):746-757. doi: <https://doi.org/10.1039/B821648G>
25. Starčević K, Krstulović L, Brozić D, Maurić M, Stojević Z, Mikulec Ž, Bajić M, Mašk T. Production performance, meat composition and oxidative susceptibility in broiler chicken fed with different phenolic compounds. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2014;95(6):1172-1178. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.6805>
26. Tosi G, Massi P, Antongiovanni M, Buccioni A, Minieri S, Marenchino L, Mele M. Efficacy test of a hydrolysable tannin extract against necrotic enteritis in challenged broiler chickens. Italian Journal of Animal Science. 2013;12(3):e62: 392-395. doi: <https://doi.org/10.4081/ijas.2013.e62>
27. Windisch W, Schedle K, Plitzner C, Kroismayr A. Use of phytoGenic products as feed additives for swine and poultry. Journal of Animal Science. 2008;86(E Suppl):E140-E148. doi: [10.2527/jas.2007-0459](https://doi.org/10.2527/jas.2007-0459)
28. Yang C, Chowdhury MAK, Huo Y, Gong J. PhytoGenic compounds as alternatives to in-feed antibiotics: potentials and challenges in application. Pathogens. 2015;4(1):137-156. doi: <https://doi.org/10.3390/pathogens4010137>

Дускаев Галимжан Калиханович, доктор биологических наук, заместитель директора по науке, заведующий отделом 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(3532)43-46-79, e-mail: gduskaev@mail.ru

Казачкова Надежда Михайловна, кандидат биологических наук, 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

Ушаков Александр Сергеевич, кандидат биологических наук, врио директора, Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства Российской академии наук», 141311, Московская обл., г. Сергиев Посад, ул. Птицеградская, 10, e-mail: asu2004@bk.ru;

Нуржанов Баер Серекпаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший 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, e-mail: baer.nurzhanov@mail.ru

Рысаев Альберт Фархитдинович, кандидат биологических наук, 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

Рахматуллин Шамиль Гафиуллинович, кандидат биологических наук, старший 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, e-mail: shahm2005@rambler.ru

Рябов Николай Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-78

Поступила в редакцию 3 июня 2019 г.; принята после решения редколлегии 17 июня 2019 г.; опубликована 28 июня 2019 г. / Received: 3 June 2019; Accepted: 17 June 2019; Published: 28 June 2019