СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ БИОЛОГИЯ, 2018, том 53, № 4, с. 799-810

УДК 636.5:636.086.78 doi: 10.15389/agrobiology.2018.4.799rus

ВКЛЮЧЕНИЕ ЭКСТРАКТА Quercus cortex В РАЦИОН БРОЙЛЕРОВ ИЗМЕНЯЕТ ИХ УБОЙНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ*

В.А. БАГИРОВ[1], Г.К. ДУСКАЕВ[2], Н.М. КАЗАЧКОВА[2], Ш.Г. РАХМАТУЛЛИН[2], Е.В. ЯУШЕВА[2], Д.Б. КОСЯН[2], Ш.А. МАКАЕВ[2], Х.Б. ДУСАЕВА[3]

Одна из мировых тенденций в практике кормления сельскохозяйственных животных и птицы — возрастающий интерес к перспективам использования растительных экстрактов, содержащих полифенольные вещества. Недавние исследования свидетельствуют о способности этих соединений стимулировать рост у разных видов, снижать риски заболеваний и изменять потребительские свойства получаемых продуктов. В нашем эксперименте показано, что экстракт Quercus cortex на фоне энзимосодержащего рациона улучшает убойные характеристики птицы, изменяет структуру микробиома кишечника и такие показатели качества мясного сырья, как профили жирных кислот, макро- и микроэлементов. Для эксперимента отобрали 7-суточных цыплят-бройлеров (кросс Смена 8), которых методом аналогов разделили на 4 группы (по *n* = 30). Контрольная группа получала основной рацион, птица из I и II опытных групп — дополнительно экстракт Quercus cortex (2,5 мл/кг живой массы), из II и III — ферментный препарат, содержащий глюкоамилазу и сопутствующие целлюлозолитические ферменты (5 г/10 кг корма). Включение экстракта Quercus cortex в рационы бройлеров в опытных группах сопровождалось увеличением предубойной живой массы в сравнении с контрольной на 4,4-16,6 % и изменениями состава микроорганизмов в тонком отделе кишечника (отмечалось увеличение числа микроорганизмов филума *Bacteroidetes* на 5,1 % и *Firmicutes* на 4,0 %, снижение — бактерий таксона *Proteobacteria* на 3,2 %). Ферментная добавка увеличивала число микроорганизмов филумов *Bacteroidetes* (на 7,3 %), *Firmicutes* — на 6,5 %, *Proteobacteria* — на 5,8 %, а в сочетание с экстрактом коры дуба — численность бактерий филума *Actinobacteria* (на 9,0 %). Содержание сухого вещества и сырого жира в грудной мышце бройлеров из II опытной группы в сравнении с контрольной птицей было достоверно выше соответственно на 1,29 % (P ≤ 0,05) и 1,35 % (P ≤ 0,05), из I и III опытной — соответственно на 0,76-0,87 % и 0,08-0,33 %. Общее количество ненасыщенных жирных кислот оказалось практически одинаковым, но по некоторым жирным кислотам наблюдались особенности накопления. Так, наиболее очевидным было снижение количества мононенасыщенной миристоолеиновой кислоты в опытных группах (P ≤ 0,05) при увеличении содержания пальмитолеиновой кислоты (P ≤ 0,05). Количество линоленовой кислоты в I опытной группе было выше аналогичных значений в контроле (P ≤ 0,05) и в остальных опытных группах (P ≤ 0,05). Сумма насыщенных жирных кислот в образцах мышечной ткани птицы из контрольной и опытных групп также практически не изменялась: выравнивание происходило за счет длинноцепочечных жирных кислот при снижении количества миристиновой кислоты в опытных группах (P ≤ 0,05). Установлено, что в результате включения экстракта Quercus cortex в рацион в мышечной ткани в I опытной группе значительное повышалось накопление магния (P ≤ 0,05). Во всех опытных группах снижалось содержание кальция (P ≤ 0,05) и микроэлементов — железа, цинка, медь, кобальта и йода (P ≤ 0,05) по сравнению с показателями у контрольной птицы. Следовательно, добавка экстракта Quercus cortex в рацион бройлеров улучшает убойные показатели птицы, при этом также изменяется жирнокислотный и элементный профили мышечной ткани.

Ключевые слова: экстракт Quercus cortex, бройлеры, мышечная ткань, химический состав, жирные кислоты, биоэлементы.

Развитие резистентности к противомикробным препаратам и обсуждаемая вероятность переноса генов устойчивости от животного к человеку вызывают все большую озабоченность, что влечет за собой отказ от кормовых антибиотиков. Однако их исключение из рационов снижает эффективность технологий в животноводстве и птицеводстве (1).

Одна из мировых тенденций в практике кормления сельскохозяйственных животных и птицы — возрастающий интерес к перспективам

* Химический состав тканей определялся в ЦКП ФНЦ биологических систем и агротехнологий РАН (сертифицированный испытательный центр, Рос.RU № 000121 ПФ59 от 12.10.15 г.). Элементный состав тканей исследовали в испытательной лаборатории АНО «Центр биотической медицины», г. Москва (Registration Certificate of ISO 9001: 2000, Number 4017-5.04.06). Исследования выполнены при финансовой поддержке РНФ (проект № 16-16-10048).

использования растительных экстрактов, в том числе содержащих танины. Так, выполненные исследования указывают на наличие ростостимулирующих действия этих соединений в отношении разных видов животных и птицы (2, 3), а лекарственные растения и танины могут снижать риск возникновения заболевания животных (4-6) и изменить потребительские свойства продукта (7-9). Отмечено положительное влияние производных танинов *Emblica officinalis* (эмблика, индийский крыжовник) на гуморальные иммунные реакции против кокцидиозной инфекции у цыплят (10). Изучена способность чеснока и щитолистника улучшать рост цыплят-бройлеров и благоприятно изменять кишечные микробные сообщества и жирнокислотный состав грудных мышц: эти растения проявляют иммуномодулирующий эффект, контролируют энтеропатогены кишечника, что сказывается на результатах конверсии корма (11). Известно положительное влияние некоторых лекарственных и съедобных растений на рост и экономические показатели при выращивания сельскохозяйственной птицы, например сообщалось о благоприятном воздействии лекарственных травяных смесей на липидный обмен в печени, антиоксидантный статус организма (12-15).

Мясо птицы обладает многими полезными питательными свойствами, из которых следует отметить низкое содержание липидов и относительно высокое — полиненасыщенных жирных кислот (16-18).

Использование мультиэнзимных комплексов сопровождается активным ростом микрофлоры кишечника и потерей части редуцированных ферментами веществ. Подавление микрофлоры позволяет значительно (на 30-35 %) повысить продуктивное действие ферментов. В качестве перспективного подхода обсуждалось совместное применение антибиотика и ферментного препарата (19, 20). Сообщалось, что усвояемость азота при этом возрастала на 37,0 % и проявился хорошо выраженный синергизм этих веществ (19).

В представленной работе впервые показано, что включение в энзимосодержащий рацион бройлеров экстракта Quercus cortex способствует улучшению убойных качеств птицы, изменению жирнокислотного и элементного профиля мышечной ткани, структуры микробиома кишечника.

Нашей целью было изучение влияния экстракта Quercus cortex на продуктивные и качественные показатели у сельскохозяйственной птицы на фоне ферментной диеты.

Методика. Исследования проводили в условиях вивария (Оренбургская обл., 2017 год) на птице кросса Смена 8 (n = 120). Для эксперимента отобрали 7-суточных цыплят-бройлеров, которых методом аналогов разделили на 4 группы (n = 30). Во время эксперимента вся птица находилась в одинаковых условиях содержания. Общие рационы (ОР) составляли с учетом рекомендаций ВНИТИП (В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова и др. «Методические указания по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы». М., 2009). Согласно схеме эксперимента, контрольная группа получала 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 (5 г/10 кг корма), III опытная — ОР + ферментный препарат (5 г/10 кг корма). Ферментный препарат (ГлюкоЛюкс-F, «Сиббиофарм», Россия), который содержал глюкоамилазу и сопутствующие целлюлозолитические ферменты (ксиланазу, β-глюканазу, целлюлазу), применяли по нормам завода-изготовителя. Птицу кормили дважды в сутки, поедаемость корма учитывали ежесуточно. Содержание птицы и процедуры при выполнении экспериментов со-

ответствовали требованиям инструкций и рекомендациям российского регламента (Приказ МЗ СССР № 755 от 12.08.1977) и «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press, Washington, D.C., 1996)». Были предприняты все усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшить число используемых образцов. Декапитацию птицы под нембуталовым эфиром проводили на 42-е сут.

Для приготовлении экстракта Quercus cortex 50 г измельченной коры (лекарственная форма) заливали 500 мл горячей (70 °С) дистиллированной воды, нагревали на кипящей водяной бане 30 мин, процеживали и фильтровали (фильтры обеззоленные «Белая лента», d 70 мм, «ApexLab», Россия). Профильтрованный экстракт анализировали методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе с масс-селективным детектором GQCMS 2010 Plus («Shimadzu», Япония) на колонке HP-5MS. При интерпретации результатов применяли программное обеспечение GCMS Solutions, GCMS PostRun Analysis («Shimadzu», Япония), для идентификации соединений использовали набор библиотек спектров CAS (https://www.cas.org), NIST08 (https://www.nist.gov), Mainlib (http://catalog.mainlib.org), Wiley9 (http://www.sisweb.com). Количество идентифицированных компонентов оценивалось относительной величиной (%), соотносящей площадь пика компонента с общей площадью пиков экстракта.

Химический состав тканей бройлеров после убоя определяли по стандартизированным методикам (ГОСТ 13496.15-97, ГОСТ 51479-99, ГОСТ 23042-86, ГОСТ 25011-81, ГОСТ Р 53642-2009), жирнокислотный состав мышечной ткани — на газовом хроматографе Кристал-4000 Люкс (ООО «НПФ Мета-хром», Россия) и жидкостном хроматографе Люмахром («Люмэкс», Россия) (ГОСТ 51486-99).

При анализе элементного состава тканей озоление биосубстратов проводили в микроволновой системе разложения MD-2000 («PerkinElmer, Inc.», США). Содержание элементов в золе определяли на масс-спектрометре Elan 9000 («PerkinElmer, Inc.», США) и атомно-эмиссионном спектрометре Optima 2000 V («PerkinElmer, Inc.», США).

Образцы полостного содержимого тонкого кишечника бройлеров помещали в стерильные микропробирки с защелкивающейся крышкой типа «эппендорф» («Nuova Aptaca S.R.L.», Италия), ДНК выделяли и очищали по модифицированной методике (21). Для построения спектров оптической плотности (OD) и оценки чистоты препарата ДНК (по OD_{260}/OD_{280}) использовали спектрофотометр NanoDrop («Thermo Scientific», США), для измерения концентрации (нг/мкл) — флуориметр Qubit 2.0 («Invitrogen/Life Technologies», США). Концентрацию ДНК измеряли 3-кратно: после выделения ДНК, после первой полимеразной цепной реакции (ПЦР) со специфичными 16S прокариотическими праймерами и после второй ПЦР с адаптерами и индексами протоколов Nextera XT. Анализ микрофлоры осуществляли методом метагеномного секвенирования (Illumina MiSeq, «Illumina», США) с набором реагентов MiSeq® Reagent Kit v3 (600 cycle). Для биоинформатической обработки результатов использовали программу PEAR (Pair-End AssembeR, PEAR v0.9.8) (22). Фильтрацию, дерепликацию, удаление химерных последовательностей, кластеризацию, сортировку (отсечку singletons), удаление контаминации выполняли в программе USEARCH (usearch v8.0.1623_i86linux32, http://drive5.com/usearch). Для фильтрации использовали алгоритм -fastq_filter, для репликации — алгоритм -derep_prefix, для кластеризации и удаления химерных последовательностей — алгоритм -cluster_otus (23-26). Для визуализации применили ресурс VAMPS (Visualization and Analysis of Microbial Population Structures, https://vamps.mbl.edu/)

(27). Результаты секвенирования обрабатывали с использованием пакета программ Microsoft Excel.

Эксперимент завершали балансовыми опытами по определению переваримости корма и использования питательных веществ птицей (28). Фиксацию аммиака в средней пробе помета осуществляли 0,1 н. раствором щавелевой кислоты (4 мл на 100 г помета). По окончании балансового опыта образцы высушивали при температуре 60-70 °С и хранили в емкости с притертой крышкой. По данным ежесуточного учета массы помета и его состава рассчитывали потерю веществ и усвоенное количество корма.

Статистическую обработку проводили с помощью программы SPSS Statistics 20 («IBM», США), рассчитывали средние (*M*), среднеквадратичные отклонения (±σ), ошибки стандартного отклонения (±SEM). Для сравнения вариантов использовали непараметрический критерий Вилкоксона. Различия считали статистически значимыми при $P < 0,05$.

Результаты. В приготовленном экстракте коры дуба мы идентифицировали 35 соединений (табл. 1), в том числе были обнаружены вещества (10 %), проявляющие активность против системы Quorum Sensing первого типа. Частично данные по изучению биологических свойств этих веществ представлены нами ранее (29, 30).

1. Химические соединения, идентифицированные при анализе приготовленного экстракта коры дуба Quercus cortex

Наименование идентифицированного соединения (по IUPAC)	Площадь пика, %
Пропантриол-1,2,3*	3,56
Декан*	0,30
2-фуранкарбоновая кислота*	0,30
1,3,5-триазин-2,4,6-триамин*	0,59
Пентадекан*	0,25
2,3-дигидроксипропаналь*	0,35
Бутандиовая кислота*	0,30
2,3-дигидро-3,5-дигидрокси-6-метил-4Н-пиран-4-он*	1,19
2-амино-9-[3,4-дигидрокси-5-(гидроксиметил)оксолан-2-ил]-3Н-пурин-6-он*	0,59
Циклопентан-1,2-диол**	0,30
1,2:5,6-диангидрогалакцитол**	0,89
5-гидроксиметилфурфурол*	1,98
Ацетилцистеин, (R)-2-ацетамидо-3-меркаптопропановая кислота*	0,89
1-метилундецил эфир 2-пропеновой кислоты**	1,39
2,3-дигидро-3,5-дигидрокси-6-метил-4Н-пиран-4-он**	0,79
1-(2-гидроксиэтил)-4-метилпиперазин**	1,33
6-(4-гидрокси-6-метокси-2-метил-тетрагидро-пиран-3-илокси)-2-метил-дигидро-пиран-3-он**	0,79
1,2,3-тригидроксибензен*	0,99
2-метил-5-нитро-пиримидин-4,6-диол**	0,99
4-гидрокси-3-метоксибензальдегид*	0,53
2-амино-9-[3,4-дигидрокси-5-(гидроксиметил)оксолан-2-ил]-3Н-пурин-6-он*	25,6
1,6-ангидро-β-D-глюкопиранозы*	6,14
1-(β-D-арабинофуранозил)-4-О-трифторметилурацил**	0,99
4-гидрокси-3-метоксибензойная кислота**	0,69
1,6-ангидро-β-D-глюкофураноза*	0,89
4-пропил-1,3-бензендиол*	1,38
1,2,3,4,5-циклогексанпентол*	36,38
4-(гидроксиметил)-2,6-диметоксифенол*	0,37
4-(3-гидрокси-1-пропенил)-2-метоксифенол*	4,45
9-[(2R, 3R, 4S, 5R)-3,4-дигидрокси-5-(гидроксиметил)оксолан-2-ил]-3Н-пурин-2,6-дион*	0,30
7-гидрокси-6-метокси-2Н-1-бензопиран-2-он*	0,48
метил-α-D-глюкопиранозид*	1,19
2Н-1-бензопиранон-2*	0,30
2-этокси-6-(метоксиметил)-фенол**	0,75
3,4,5-триметоксифенол**	1,79

*, ** Компоненты, идентифицированные с долей вероятности соответственно > 90 % и < 90 %.

Включение экстракта Quercus cortex в рацион I опытной группы сопровождалось увеличением предубойной массы птицы в сравнении с контрольной на 4,4 %, массы полупотрошеной тушки — на 4,7 % (к концу эксперимента). Во II опытной группе на фоне энзимосодержащей диеты

предубойная масса возросла на 16,6 % (P ≤ 0,05), масса полупотрошеной тушки — на 21,5 %. Доля мышечной ткани от массы полупотрошеной тушки птицы составила в группах 55,5-57,3 %. Известно положительное влияние препаратов, содержащих танины, на убойные показатели цыплят-бройлеров (31), в частности его отмечали при включении в рациона добавки на основе каштана с содержанием танина 77 %. Эти данные нашли подтверждение в проведенном нами исследовании, причем, сравнивая полученные результаты, необходимо учитывать, что концентрация дубильных веществ в экстракте Quercus cortex составляет менее 20 %.

Изучение химического состав мышечной ткани (табл. 2) выявило повышение количества сухого вещества и сырого жира во II опытной группе соответственно на 1,29 % (P ≤ 0,05) и 1,35 % (P ≤ 0,05) относительно контроля, а в I и III опытных — соответственно на 0,76 и 0,87 %, 0,08 и 0,33 % в сравнении с аналогичными показателями в контрольной группе. В I и III опытных группах также отмечали более высокое содержание сухого вещества в мышечной ткани (P ≤ 0,05). В опытных группах прослеживалась тенденция к увеличению количества белка в грудных мышцах птицы. Это согласуется с данными проведенной ранее оценки влияния полифенольных веществ на химический состав мяса и результаты скармливания бройлерам экзогенной амилазы в сочетании с ксиланазой (32, 33).

2. Химический состав (%) грудной мышцы у 42-суточных цыплят-бройлеров кросса Смена 8 при включении в рацион экстракта коры дуба и ферментного препарата с амило- и целлюлозолитической активностью (*M*±SEM, *n* = 11, эксперимент в условиях вивария)

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Массовая доля сухого вещества	25,19±0,17	25,61±0,27	26,48±0,42*	25,72±0,89
Массовая доля сырого жира	4,54±0,64	5,56±1,02	5,89±0,40*	5,81±0,85
Массовая доля белка	20,10±0,51	20,57±0,50	20,77±0,11	20,63±0,71
Массовая доля золы	0,96±0,01	0,96±0,01	0,97±0,01	0,97±0,02

Примечание. Контрольная группа — основной рацион (ОР); I — ОР + экстракт Quercus cortex, II опытная — ОР + экстракт Quercus cortex + ферментный препарат, III опытная — ОР + ферментный препарат.

* Различия с контрольной группой статистически значимы при P ≤ 0,05.

3. Жирнокислотный профиль (%) ткани грудной мышцы у 42-суточных цыплят-бройлеров кросса Смена 8 при включении в рацион экстракта коры дуба и ферментного препарата с амило- и целлюлозолитической активностью (*M*±SEM, *n* = 11, эксперимент в условиях вивария)

Жирные кислоты	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Сумма ненасыщенных жирных кислот	69,78	70,09	69,49	70,18
Из них мононенасыщенных жирных кислот	36,52	36,09	37,23	36,99
Сумма насыщенных жирных кислот	29,36	30,69	30,09	30,17
Миристиновая $C_{14:0}$	0,63±0,23	0,53±0,15*	0,50±0,10*	0,59±0,17
Миристолеиновая $C_{14:1}$	0,13±0,13	0,10±0,13	0,10±0,12*	0,12±0,15
Пальмитиновая $C_{16:0}$	19,03±1,69	20,13±0,35	20,76±0,73	19,81±0,98
Пальмитолеиновая $C_{16:1}$	2,46±0,61	3,53±0,51*	4,10±0,54*	3,77±0,71
Стеариновая $C_{18:0}$	9,70±1,02	10,03±0,58	8,83±0,97	9,77±0,83
Олеиновая $C_{18:1}$	33,93±0,89	32,46±0,27	33,03±0,69	33,10±0,77
Линолевая $C_{18:2}$	1,50±0,15	1,50±0,21	1,56±0,19	1,49±0,18
Линоленовая $C_{18:3}$	31,76±1,43	32,50±0,32**	30,70±0,79	31,70±0,97

Примечание. Описание групп см. в таблице 1.

*, ** Различия соответственно с контрольной группой и со II опытной группой статистически значимы при P ≤ 0,05.

Содержание энергии в рационе и потребление кормов — наиболее важные факторы, влияющие на накопление липидов в мышечной ткани. Дополнительная энергия в рационах опытных групп способствовала повышению эффективности использования кормов и могла быть депониро-

ваны в качестве жира в мышцах. Анализ жирнокислотного профиля мышечной ткани цыплят-бройлеров показал (табл. 3), что в контрольной и опытных группах сумма ненасыщенных жирных кислот практически не различалась. В то же время проявились особенности накопления некоторых жирных кислот. В частности, наиболее очевидным было снижение количества мононенасыщенной миристоолеиновой кислоты на 23,1 % как в I ($P \leq 0,05$), так и во II ($P \leq 0,05$) опытных группах при увеличении доли пальмитолеиновой кислоты ($P \leq 0,05$) соответственно на 43,5 и 66,7 %. Содержание полиненасыщенных длинноцепочечных жирных кислот значительно не менялось. Ранее снижение доли мононенасыщенных жирных кислот в ткани грудных мышц птицы при включении в рацион фенольных соединений (танин, галловая кислота, тимол) отмечали другие авторы (34). Имеются сведения об увеличении содержания полиненасыщенных жирных кислот в мышечной ткани цыплят-бройлеров после добавления в корм тимола, карвакола и других полифенолов (11, 35). С этим согласуются наши данные: количество линоленовой кислоты в I опытной группе была выше такового в контрольной и остальных опытных группах на 2,3-5,8 % ($P \leq 0,05$). Сумма насыщенных жирных кислот в образцах мышечной ткани контрольной и опытных групп тоже практически не изменялась. Следует отметить, что такое выравнивание содержания происходило в большей степени за счет длинноцепочечных жирных кислот на фоне уменьшения доли миристиновой кислоты в опытных группах на 15,8-20,6 % ($P \leq 0,05$). Метаболиты фенольных соединений (танины и другие вещества), в том числе содержащиеся в экстракте Quercus cortex, обладают антиоксидантными свойствами (36-38), что могло сказаться на жирнокислотном профиле мышечной ткани.

Вполне вероятно, что некоторые из биологически активных веществ, содержащихся в растительных экстрактах и осуществляющих защитные функции в тканях растений, могут неоднозначно повлиять на организм животных (39, 40), в частности на такие важные процессы, как усвоение микроэлементов, поэтому мы изучили элементный статус мышечной ткани бройлеров (табл. 4).

4. Содержание (мкг/г) **эссенциальных элементов в ткани грудной мышцы у 42-суточных цыплят-бройлеров кросса Смена 8 при включении в рацион экстракта коры дуба и ферментного препарата с амило- и целлюлозолитической активностью** ($M \pm$SEM, $n = 11$, эксперимент в условиях вивария)

Элемент	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Ca	202±20	151±15*	156±16*	172±15
P	2608±261	2741±274	2515±251	2687±270
K	4231±423	4556±456	4600±460*	4495±431
Mg	315±31	375±37*	344±34	361±29
Na	775±78	638±64	539±54*	597±65
Zn	17,1±1,71	9,54±0,95	7,26±0,73*	8,93±0,98
Mn	0,207±0,025	0,135±0,016*	0,138±0,017*	0,143±0,020
Cu	0,694±0,083	0,309±0,037*	0,317±0,038*	0,433±0,044
Fe	13,76±1,38	6,25±0,62*	6,85±0,68*	7,55±0,95
Co	0,0019±0,00037	0,0008±0,00023*	0,0007±0,00022*	0,0010±0,00033*
Se	0,181±0,022	0,148±0,018	0,134±0,016*	0,157±0,020
I	0,116±0,014	0,039±0,006*	0,011±0,002*	0,088±0,007

Примечание. Описание групп см. в таблице 1.
* Различия с контрольной группой статистически значимы при $P \leq 0,05$.

При включении экстракта Quercus cortex в состав рациона значительно увеличилось накопление магния в I опытной группе ($P \leq 0,05$). Вероятно, это связанно с его высокой концентрацией в самом экстракте (1628 мкг/г), а также со способностью формировать слабые комплексы с

химическими элементами в желудочно-кишечном тракте и с более эффективной реабсорбцией (41).

В опытных группах бройлеров содержания кальция в мышечной ткани снижалось ($P \leq 0,05$) по сравнению с таковым в контрольной группе. Это можно объяснить образованием танин-кальциевых комплексов в желудочно-кишечном тракте цыплят, что косвенно подтверждают данные литературы (42). Установлено ингибирование образования оксалата кальция у лабораторных животных, которым скармливался экстракт *Sargassum wightii* Greville ex J. Agardh, содержащего также фенольные метаболиты и танины.

Магний и кальций — антагонисты, и увеличение потребления одного из них вызывает усиление выведения из организма другого, кроме того, многие исследования показали, что с увеличением потребления кальция его усвоения снижается (41). В нашем эксперименте концентрация кальция в экстракте Quercus cortex была наибольшей — 0,012 мг/г.

В опытных группах снижалось накопление трех микроэлементов — железа, цинка и меди ($P \leq 0,05$), что совпадает с сообщением о снижении содержания цинка и меди в печени моногастричных животных при скармливании им растительных продуктов (экстракт из виноградных выжимок), содержащих полифенольные вещества (43). В другом исследовании (44) авторы предположили, что поглощение Ca, P, Mg, Na, K, Fe и Co снижается при высоком содержании танина в рационе (1,36 % от сухого вещества рациона). С этим согласуются результаты проведенного нами эксперимента. Кроме того, известно связывание танинами железа в просвете кишечника, что, в свою очередь, влияет на рост микроорганизмов (45). Немаловажен факт взаимодействия микроэлементов в составе рационов бройлеров между собой (46, 47).

Содержание в рационе бройлеров экзогенных ферментов не оказало какого-либо видимого влияния на химический состав мышечной ткани.

В стартовый период переваримость сырого протеина в I опытной группе была на 4,0 % ниже, чем в контроле, но во второй период выращивания это показатель, наоборот, повысился на 4,2 %. Наибольшую переваримость в оба периодах отмечали во II опытной группе: разница в сравнении с контролем составила в первый период по сырому протеину 3,6 %, по сырой клетчатке — 0,7 %, сырому жиру — 5,7 % ($P \leq 0,05$), во второй — соответственно 1,7; 7,7 и 3,8 %. Известно свойство танинов связываться с ферментами, причем различия в химической структуре этих полифенолов могут повлиять на такие взаимодействия (48) и, как следствие, на обменные процессы, которые изменяются в разные периоды выращивания птицы. В определенной дозе танины оказывают положительное действие на продуктивность (49). Подобный эффект (колебания переваримости веществ по периодам выращивания) наблюдался в нашем эксперименте.

Включение в рацион экстракта коры дуба приводило к изменениям в количественном составе микроорганизмов в тонком отделе кишечника цыплят-бройлеров. Отмечалось увеличение числа грамотрицательных неспорообразующих анаэробных палочковидных бактерий филума *Bacteroidetes* (на 5,1 %) и бактерий филума *Firmicutes*, имеющих в основном грамположительный тип клеточной стенки (на 4,0 %), снижение численности группы *Proteobacteria* (на 3,2 %). В основном изменения были связаны с увеличением числа микроорганизмов классов *Bacteroidia* (на 5,2 %) и *Bacilli* (на 6,5 %) и уменьшением представленности класса *Gammaproteobacteria* (на 3,3 %) и *Clostridia* (на 4,3 %). Исследование видового состава в сравнении с контролем показало рост численности бактерий родов *Bacteroides* (на 4,9 %), *Clostridium* (на 8,4 %) и *Lactobacillus* (на 7 %).

Ферментная добавка вызывала увеличение числа микроорганизмов филумов *Bacteroidetes* (на 7,3 %), *Firmicutes* — на 6,5 %, *Proteobacteria* — на 5,8 %. Изменения были связаны в основном с ростом численности представителей классов *Bacteroidia* (на 6,1 %), *Bacilli* (на 14,4 %) и *Clostridia* (на 17,1 %). Возросло число бактерий родов *Bacteroides* (на 9,5 %) и *Clostridium* (на 7,8 %).

5. Представленность бактериальных таксонов в тонком кишечнике у 42-суточных цыплят-бройлеров кросса Смена 8 при включении в рацион экстракта коры дуба и ферментного препарата с амило- и целлюлозолитической активностью (M±SEM, n = 5, эксперимент в условиях вивария)

Филум, класс	Семейство	Род
	Контрольная группа	
Филум *Bacteroidetes* (8,8±0,12 %):		
Bacteroidia (8,8±0,06 %)	*Bacteroidaceae* (7,95±0,11 %)	*Bacteroides* (7,95±0,09 %)
Филум *Actinobacteria* (7,89±0,22 %):		
Actinobacteria (7,89±0,12 %)	*Microbacteriaceae* (2,86±0,08 %)	Нет данных
	Nitriliruptoraceae (4,6±0,13 %)	*Nitriliruptor* (4,6±0,10 %)
Филум *Firmicutes* (76,1±0,13 %):		
Clostridia (56,0±1,02 %)	*Lachnospiraceae* (16,3±0,23 %)	Нет данных
	Ruminococcaceae (21,1±0,17 %)	*Ruminococcus* (15,8±0,14 %)
	Clostridiaceae (17,5±0,17 %)	*Clostridium* (3,2±0,12 %)
		Faecalibacterium (4,2±0,44 %)
Bacilli (19,6±0,3 %)	*Lactobacillaceae* (18,7±0,08 %)	*Lactobacillus* (18,7±0,13 %)
Филум *Proteobacteria* (6,13±0,56 %):		
Gammaproteobacteria (5,7±0,87 %)	*Moraxellaceae* (5,64±0,01 %)	*Acinetobacter* (5,6±0,12 %)
	I опытная группа	
Филум *Firmicutes* (80,1±0,23 %):		
Bacilli (26,1±0,14 %)	*Lactobacillaceae* (25,7±0,18 %)	*Lactobacillus* (25,7±0,13 %)
Clostridia (51,7±0,12 %)	*Clostridiaceae* (25,7±0,81 %)*	*Faecalibacterium* (4,54±0,13 %)
		Clostridium (8,7±0,33 %)
	Ruminococcaceae (14,6±0,11 %)	*Pseudoflavonifractor* (5,03±0,10 %)
		Ruminococcus (3,02±0,08 %)
	Lachnospiraceae (11,1±0,14 %)	*Blautia* (2,06±0,06 %)
Филум *Proteobacteria* (2,95±0,09 %)*:		
Gammaproteobacteria (2,35±0,14 %)*	Нет данных	Нет данных
Филум *Bacteroidetes* (14±0,12 %):		
Bacteroidia (14,0±0,02 %)	*Bacteroidaceae* (12,9±0,11 %)	*Bacteroides* (12,9±0,19 %)
Филум *Actinobacteria* (2,73±0,17 %)*:		
Actinobacteria (2,23±0,05 %)*	Нет данных	Нет данных
	II опытная группа	
Филум *Firmicutes* (74,3±0,25 %):		
Bacilli (55,1±0,42 %)*	*Lactobacillaceae* (53,4±1,21 %)	*Lactobacillus* (53,4±0,98 %)
	Aerococcaceae (2,34±0,12 %)	Нет данных
Clostridia (19,2±0,09 %)*	*Clostridiaceae* (13,1±0,18 %)	*Clostridium* (8,9±0,35 %)*
	Lachnospiraceae (2,28±0,13 %)	Нет данных
Филум *Actinobacteria* (16,9±0,12 %)*:		
Actinobacteria (16,9±0,44 %)	*Corynebacteriacea* (17,9±0,11 %)	*Corynebacterium* (16,8±0,22 %)
Филум *Proteobacteria* (5,2±0,23 %):		
Gammaproteobacteria (5,2±0,75 %)	*Peptostreptococcaceae* (5,4±0,12 %)	*Romboutsia* (2,63±0,51 %)
Филум *Bacteroidetes* (2,18±0,78 %)*:		
Bacteroidia (2,18±0,41 %)*	*Bacteroidaceae* (2,18±0,19 %)	*Bacteroides* (2,18±0,74 %)
	III опытная группа	
Филум *Bacteroidetes* (16,1±0,05 %)*:		
Bacteroidia (14,9±0,12 %)	*Bacteroidaceae* (9,9±0,31 %)	*Bacteroides* (17,4±0,09 %)
Филум *Actinobacteria* (8,9±0,16 %):		
Actinobacteria (7,8±0,18 %)	*Microbacteriaceae* (3,8±0,12 %)	Нет данных
	Nitriliruptoraceae (4,8±0,77 %)	*Nitriliruptor* (2,3±0,04 %)
Филум *Firmicutes* (82,6±0,12 %):		
Clostridia (73,1±0,17 %)	*Lachnospiraceae* (14,1±0,09 %)	Нет данных
	Ruminococcaceae (21,1±0,08 %)	*Ruminococcus* (11,6±0,12 %)
	Clostridiaceae (29,5±0,07 %)*	*Clostridium* (11±0,06 %)*
		Faecalibacterium (5,0±0,10 %)
Bacilli (34,0±0,11 %)*	*Lactobacillaceae* (28,3±0,08 %)	*Lactobacillus* (19,9±0,22 %)
Филум *Proteobacteria* (11,9±0,08 %)*:		
Gammaproteobacteria (5,7±0,07 %)	Нет данных	Нет данных

Примечание. Описание групп см. в таблице 1.
* Различия с контрольной группой статистически значимы при P ≤ 0,05.

Сочетание ферментной добавки с экстрактом коры дуба увеличивало число бактерий филума *Actinobacteria* (на 9,0 %) и снижало представ-

ленность микроорганизмов филума *Bacteroidetes* (на 6,7 %), что закономерно при изменении численности классов *Actinobacteria* и *Bacteroidia*. В таксоне *Firmicutes* наблюдалось повышение численности бактерий класса *Bacilli* (на 35,5 %) и уменьшение числа микроорганизмов класса *Clostridia* (на 36,8 %). Увеличивалось количество бактерий родов *Lactobacillus* (на 34,7 %), *Corynebacterium* (на 9,0 %) и *Clostridium* (на 5,7 %). В других исследованиях также продемонстрировано сдерживание роста клостридий веществами, содержащими танин (31), и большая изменчивость микробиома тонкой кишки бройлеров под влиянием танинов (7).

Таким образом, убойные показатели бройлеров улучшались как при добавке к рациону только экстракта Quercus cortex, так и при его использовании на фоне энзимосодержащей диеты. Количество некоторых насыщенных и ненасыщенных жирных кислот (пальмитолеиновой и линоленовой) в мышечной ткани при скармливании экстракта возрастало, но жирнокислотный профиль был практически одинаковым. В опытных группах также увеличилось содержание сухого вещества и жира в грудной мышце, изменялась переваримость корма в зависимости от периода выращивания. Выявленное снижение количества некоторых макро- и микроэлементов (Ca, Fe, Zn, Cu, Co и I) в мышечной ткани было обусловлено особенностями состава экстракта, его дозировкой и синергетическими взаимодействиями химических элементов. В тонком отделе кишечника птицы при включении в рацион экстракта Quercus cortex число микроорганизмов филума *Bacteroidetes* и *Firmicutes* росло, бактерий таксона *Proteobacteria* — снижалось, сочетание экстракта и энзимосодержащей диеты увеличивало число бактерий филума *Actinobacteria*, а энзимосодержащая диета без добавки экстракта повышала представленность филумов *Bacteroidetes*, *Firmicutes* и *Proteobacteria*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Redondo L.M., Chacana P.A., Dominguez J.E., Fernandez Miyakawa M.E. Perspectives in the use of tannins as alternative to antimicrobial growth promoter factors in poultry. *Front. Microbiol.*, 2014, 5: 118 (doi: 10.3389/fmicb.2014.00118).
2. Артемьева О.А., Переселкова Д.А., Фомичев Ю.П. Биологически активный препарат как альтернатива использованию антибиотиков против патогенных микроорганизмов. *Сельскохозяйственная биология*, 2015, 50(4): 513-519 (doi: 10.15389/agrobiology.2015.4.513rus).
3. Shuhao W., Lin Z., Jiaolong L., Jiahui C., Feng G., Guanghong Z. Effects of dietary marigold extract supplementation on growth performance, pigmentation, antioxidant capacity and meat quality in broiler chickens. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 2017, 30(1): 71-77 (doi: 10.5713/ajas.16.0075).
4. Van Parys A., Boyen F., Dewulf J., Haesebrouck F., Pasmans F. The use of tannins to control *Salmonella typhimurium* infections in pigs. *Zoonoses Public Health*, 2010, 57: 423-428 (doi: 10.1111/j.1863-2378.2009.01242.x).
5. Anderson R.C., Vodovnik M., Min B.R., Pinchak W.E., Krueger N.A., Harvey R.B., Nisbet D.J. Bactericidal effect of hydrolysable and condensed tannin extracts on *Campylobacter jejuni* in vitro. *Folia Microbiol.*, 2012, 57: 253-258 (doi: 10.1007/s12223-012-0119-4).
6. Huyghebaert G., Ducatelle R., Van Immerseel F. An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. *Vet. J.*, 2011, 187(2): 182-188 (doi: 1016/j.tvjl.2010.03.003).
7. 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 (doi: 10.4081/ijas.2013.e62).
8. Castaneda M., Hirschler E., Sams A. Skin pigmentation evaluation in broilers fed natural and synthetic pigments. *Poultry Sci.*, 2005, 84: 143-147 (doi: 10.1093/ps/84.1.143).
9. Duskaev G.K., Kazachkova N.M., Ushakov A.S., Nurzhanov B.S., Rysaev A.F. The effect of purified Quercus cortex extract on biochemical parameters of organism and productivity of healthy broiler chickens. *Veterinary World*, 2018, 11(2): 235-239 (doi: 10.14202/vetworld.2018.235-239).
10. Qari M.K., Masood A., Mian M.A., Muhammad S., Muddassar Z., Zafar I., Faqir M., Anwar M.I. Studies on *Emblica officinalis* derived tannins for their immunostimulatory and protective activities against coccidiosis in industrial broiler chickens. *The Scientific World Journal*, 2014, 2014: Article ID 378473 (doi: 10.1155/2014/378473).
11. Suriya K.R., Idrus Z., Nordiana A.A.R., Mahdi E., Meng G.Y. Effects of two herbal extracts

and Virginiamycin supplementation on growth performance, intestinal microflora population and fatty acid composition in broiler chickens. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 2014, 27(3): 375-382 (doi: 10.5713/ajas.2013.13030).
12. Patel A.P., Bhagwat S.R., Pawar M.M., Prajapati K.B., Chauhan H.D., Makwana R.B. Evaluation of *Emblica officinalis* fruit powder as a growth promoter in commercial broiler chickens. *Veterinary World*, 2016, 9(2): 207-210 (doi: 10.14202/vetworld.2016.207-210).
13. Kassa S., Mengistu U., Animut G. Effect of different levels of *Lepidium sativum* L. on growth performance, carcass characteristics, hematology and serum biochemical parameters of broilers. *SpringerPlus*, 2016, 5(1): 1441 (doi: 10.1186/s40064-016-3118-0).
14. Shokraneh M., Ghalamkari G., Toghyani M., Landy N. Influence of drinking water containing Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) gel on growth performance, intestinal microflora, and humoral immune responses of broilers. *Veterinary World*, 2016, 9(11): 1197-1203 (doi: 10.14202/vetworld.2016.1197-1203).
15. Shirzadegan K., Falahpour P. The physicochemical properties and antioxidative potential of raw thigh meat from broilers fed a dietary medicinal herb extract mixture. *Open Vet. J.*, 2014, 4(2): 69-77.
16. Bourre J. Where to find omega-3-fatty acids and how feeding animals with diet enriched in omega-3-fatty acids to increase nutritional value derived products for human: What is actually useful? *J. Nutr. Health Aging*, 2005, 9(4): 232-242.
17. Wood J.D., Enser M., Nute G., Richardson R., Sheard P. Manipulating meat quality and composition. Proc. Nutr. Soc., 1999, 58(2): 363-370 (doi: 10.1017/S0029665199000488).
18. Yalcin S., Onbaslar I., Sehu A., Yalcin S. The effect of dietary garlic powder on the performance, egg traits and blood serum cholesterol of laying quails. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 2007, 20: 944-950 (doi: 10.5713/ajas.2007.944).
19. Нечипуренко Л.И., Дюкарев В.В. Действие ферментных препаратов на метаболизм веществ и продуктивность сельскохозяйственных животных. Сообщение 1. Влияние амилосубтилина Г10х и хлортетрациклина на превращение углеводов в пищеварительном тракте цыплят. *Бюллетень ВНИИ физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных*, 1973, 2(28): 26-29.
20. Miles R.D., Brown R.D. Jr., Comer C.W., Oelfke E. Influence of an enzyme and an antibiotic on broiler performance. *Journal of Applied Animal Research*, 1996, 9(2): 105-117 (doi: 10.1080/09712119.1996.9706112).
21. Андронов Е.Е., Пинаев А.Г., Першина Е.В., Чижевская Е.П. *Научно-методические рекомендации по выделению высокоочищенных препаратов ДНК из объектов окружающей среды.* СПб, 2011.
22. Zhang J., Kobert K., Flouri T., Stamatakis A. PEAR: A fast and accurate Illumina Paired-End reAd merger. *Bioinformatics*, 2014, 30(5): 614-620 (doi: 10.1093/bioinformatics/btt593).
23. Edgar R.C., Flyvbjerg H. Error filtering, pair assembly and error correction for nextgeneration sequencing reads. *Bioinformatics*, 2015, 31(21): 3476-3482. (doi: 10.1093/bioinformatics/btv401).
24. Edgar R.C. Search and clustering orders of magnitude faster than BLAST. *Bioinformatics*, 2010, 26(9): 2460-2461 (doi: 10.1093/bioinformatics/btq461).
25. Edgar R.C., Haas B.J., Clemente J.C., Quince C., Knight R. UCHIME improves sensitivity and speed of chimera detection. *Bioinformatics*, 2011, 27(16): 2194-2200 (doi: 10.1093/bioinformatics/btr381).
26. Edgar R.C. UPARSE: highly accurate OTU sequences from microbial amplicon reads *Nature Methods*, 2013, 10(10): 996- 998 (doi: 10.1038/nmeth.2604).
27. Huse S.M., Mark Welch D.B., Voorhis A., Shipunova A., Morrison H.G., Eren A.M., Sogin M.L. VAMPS: a website for visualization and analysis of microbial population structures. *BMC Bioinformatics*, 2014, 15: 41 (doi: 10.1186/1471-2105-15-41).
28. Фисинин В.И., Егоров И.А., Околелова Т.М., Имангулов Ш.А. *Кормление сельскохозяйственной птицы.* Сергиев Посад, 2010.
29. Duskaev G.K., Deryabin D.G., Karimov I., Kosyan D.B., Notova S.V. Assessment of (in vitro) toxicity of Quorum Sensing inhibitor molecules of Quercus cortex. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2018, 10(1): 91-95.
30. Karimov I., Duskaev G., Inchagova K., Kartabaeva M. Inhibition of bacterial Quorum sensing by the ruminal fluid of cattle. *International Journal of GEOMATE*, 2017, 13(40): 88-92 (doi: 10.21660/2017.40.65948).
31. Schiavone A., Guo K., Tassone S., Gasco L., Hernandez E., Denti R., Zoccarato I. Effects of a natural extract of chestnut wood on digestibility, performance traits, and nitrogen balance of broiler chicks. *Poultry Sci.*, 2008, 87(3): 521-527 (doi: 10.3382/ps.2007-00113).
32. 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. *J. Sci. Food Agric.*, 2015, 95(6): 1172-1178 (doi: 10.1002/jsfa.6805).
33. Amerah A.M., Romero L.F., Awati A., Ravindran V. Effect of exogenous xylanase, amylase, and protease as single or combined activities on nutrient digestibility and growth performance of broilers fed corn/soy diets. *Poultry Sci.*, 2017, 96(4): 807-816 (doi: 10.3382/ps/pew297).

34. Hashemipour H., Kermanshahi H., Golian A., Veldkamp T. Effect of thymol and karvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens.. *Poultry Sci.*, 2013, 92: 2059-2069 (doi: 10.3382/ps.2012-02685).
35. Okuda T. Systematics and health effects of chemically distinct tannins in medicinal plants. *Phytochemistry*, 2005, 66(17): 2012-2031 (doi: 10.1016/j.phytochem.2005.04.023).
36. Brenes A., Viveros A., Goci I., Centeno C., Sáyago-Ayerdy S.G., Arija I., Saura-Calixto F. Effect of grape pomace concentrate and vitamin E on digestibility of polyphenols and antioxidant activity in chickens. *Poultry Sci.*, 2008, 87(2): 307-316.
37. Chamorro S., Viveros A., Rebolé A., Rica B.D., Arija I., Brenes A. Influence of dietary enzyme addition on polyphenol utilization and meat lipid oxidation of chicks fed grape pomace. *Food Research International*, 2015, 73: 197-203 (doi: 10.1016/j.foodres.2014.11.054).
38. Hashemi S.R., Davoodi H. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. *Vet. Res. Commun.*, 2011, 35(3): 169-180 (doi: 10.1007/s11259-010-9458-2).
39. Smulikowska S., Pastuszewska B., Święch E., Ochtabińska A., Mieczkowska A., Nguyen V.C., Buraczewska L. Tannin content affects negatively nutritive value of pea for monogastrics. *J. Anim. Feed Sci.*, 2001, 10(3): 511-523 (doi: 10.22358/jafs/68004/2001).
40. Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А. *Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных.* СПб, 2008.
41. Sujatha D., Kiranpa Singh, Mursalin Vohra, Kumar K.V., Sunitha S. Antilithiatic activity of phlorotannin rich extract of *Sarghassum wightii* on calcium oxalate urolithiais — in vitro and in vivo evaluation. *Int. Braz. J. Urol.*, 2015, 41(3): 511-520 (doi: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2014.0357).
42. Fiese A., Ehrmann M, Geßner D.K., Most E., Eder K. Effects of polyphenol-rich plant products from grape or hop as feed supplements on iron, zinc and copper status in piglets. *Archives of Animal Nutrition*, 2015, 69(4): 276-84 (doi: 10.1080/1745039X.2015.1057065).
43. Hassan I.A., Elzubeir E.A., El Tinay A.H. Growth and apparent absorption of minerals in broiler chicks fed diets with low or high tannin contents. *Tropical Animal Health and Production*, 2003, 35(2): 189-196 (doi: 10.1023/A:1022833820757).
44. Chung K.-T., Lu Z., Chou M.W. 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: 10.1016/S0278-6915(98)00086-6).
45. Andjelkovia M., Van Camp J., De Meulenaer B., Depaemelaere G., Socaciu C., Verloo M., Verhe R. Iron-chelation properties of phenolic acids bearing catechol and galloyl groups. *Food Chem.*, 2006, 98(1): 23-31 (doi: 10.1016/j.foodchem.2005.05.044).
46. Bao Y.M., Choct M., Iji P.A., Bruerton K. Trace mineral interactions in broiler chicken diets. *Brit. Poultry Sci.*, 2010, 51(1): 109-117 (doi: 10.1080/00071660903571904).
47. Mondal S., Haldar S., Saha P., Ghosh T.K. Metabolism and tissue distribution of trace elements in broiler chickens' fed diets containing deficient and plethoric levels of copper, manganese, and zinc. *Biol. Trace Elem. Res.*, 2010, 137(2): 190-205 (doi: 10.1007/s12011-009-8570-z).
48. Hofmann T., Glabasnia A., Schwarz B., Wisman K.N., Gangwer K.A., Hagerman A.E. Protein binding and astringent taste of a polymeric procyanidin, 1,2,3,4,6-penta-O-galloyl-beta-D-glucopyranose, castalagin, and grandinin. *J. Agric. Food Chem.*, 2006, 54(25): 9503-9509 (doi: 10.1021/jf062272c).
49. Schiavone A., Guo K., Tassone S., Gasco L., Hernandez E., Denti R., Zoccarato I. Effects of a natural extract of chestnut wood on digestibility, performance traits, and nitrogen balance of broiler chicks. *Poultry Sci.*, 2008, 87(3): 521-527 (doi: 10.3382/ps.2007-00113).

[1]ФГБНУ Федеральный научный центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста,
142132 Россия, Московская обл., г.о. Подольск, пос. Дубровицы, 60,
e-mail: vugarbagirov@mail.ru;
[2]ФГБНУ Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН,
460000 Россия, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29,
e-mail: gduskaev@mail.ru ✉, vniims.or@mail.ru, vasilena56@mail.ru,
shahm2005@rambler.ru, kosyan.diana@mail.ru;
[3]ФГБОУ ВО Оренбургский государственный университет,
460018 Россия, г. Оренбург, просп. Победы, 13,
e-mail: albordusaeva@mail.ru

Поступила в редакцию 17 февраля 2018 года

Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [*Agricultural Biology*], 2018, V. 53, № 4, pp. 799-810

ADDITION OF Quercus cortex EXTRACT TO BROILER DIET CHANGES SLAUGHTER INDICATORS AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF MUSCLE TISSUE

V.A. Bagirov[1], G.K. Duskaev[2], N.M. Kazachkova[2], Sh.G. Rakhmatullin[2], E.V. Yausheva[2],

D.B. Kosyan[2], Sh.A. Makaev[2], Kh.B. Dusaeva[3]

[1]*Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry,* Federal Agency of Scientific Organizations, 60, pos. Dubrovitsy, Podolsk District, Moscow Province, 142132 Russia, e-mail vugarbagirov@mail.ru;
[2]*Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies RAS,* Federal Agency of Scientific Organizations, 29, ul. 9 Yanvarya, Orenburg, 460000 Russia, e-mail gduskaev@mail.ru (✉ corresponding author), vniims.or@mail.ru, vasilena56@mail.ru, shahm2005@rambler.ru, kosyan.diana@mail.ru;
[3]*Orenburg State University*, 13, prosp. Pobedy, Orenburg, 460018 Russia, e-mail albordusaeva@mail.ru
ORCID:
Bagirov V.A. orcid.org/0000-0001-5398-8815
Duskaev G.K. orcid.org/0000-0002-9015-8367
Kazachkova N.M. orcid.org/0000-0002-0871-736X
Rakhmatullin Sh.G. orcid.org/0000-0003-0143-9499
Yausheva E.V. orcid.org/0000-0002-1589-2211
Kosyan D.B. orcid.org/0000-0002-2621-108X
Makaev Sh.A. orcid.org/0000-0001-5836-0330
Dusaeva Kh.B. orcid.org/0000-0001-9176-0694
Acknowledgements:
Samples were analyzed in the Shared Use Center FRC BSAT RAS (Ros.RU № 000121 PF59 of 12.10.15) and in testing laboratory of the Center for Biotic Medicine NPO (Registration Certificate of ISO 9001: 2000, Number 4017-5.04.06).
Supported financially by Russian Science Foundation (project № 16-16-10048)
Received February 17, 2018 doi: 10.15389/agrobiology.2018.4.799eng

Abstract

Following world trends in feeding farm animals, it should be noted an increasing interest in polyphenolic substances derived from plant extracts. Recent studies indicate the ability of these substances to stimulate growth of animals and poultry, to reduce the risk of diseases and to improve consumer properties of products. This paper is the first our report to show that dietary Quercus cortex extract, when used separately or in combination with amylolytic and cellulolytic enzymes, promotes slaughter indices of Smena 8 cross broilers and can change meat composition on fatty acids and some microelements. For the experiment, 7-day chicken broilers were divided by analogs' method into 4 groups (n = 30, a total of 120 birds). Control group received main diet, Quercus cortex extract was added to the diets of groups I and II (2.5 ml/kg LW), group II and group III were also fed with an enzymatic preparation containing glucoamylase and concomitant cellulolytic enzymes (5 g/10 kg of feed). Dietary Quercus cortex extract led to an increase in pre-slaughter weight by 4.4-16.6 % over the entire experiment as compared to the control broilers, and caused changes in small intestine microbiota. The counts of *Bacteroidetes* and *Firmicutes* phyla were 5.1 % and 4.0 % higher, respectively, while *Proteobacteria* counts decreased by 3.2 %. Enzyme supplement increased the abundance of *Bacteroidetes*, *Firmicutes* and *Proteobacteria* phyla by 7.3 %, 6.5 % and 5.8 %, and combination of the enzyme preparation with the extract of oak bark increased the counts of *Actinobacteria* phyla by 9.0 %. In group II, the dry matter content in pectoral muscle was 1.29 % higher ($P \leq 0.05$) and crude fat was 1.35 % higher ($P \leq 0.05$), in group I and group III these values increased by 0.76 and 0.87 %, and by 0.08 and 0.33 %, respectively. The total concentration of unsaturated fatty acids was almost at the same level, and some peculiarities have been identified for only certain acids. The most obvious one was a decline in monounsaturated myristoleinic acid level in the experimental groups ($P \leq 0.05$) while the level of palmitoleic acid was rising ($P \leq 0.05$). In group I, the concentration of linolenic acid was higher ($P \leq 0.05$) compared to that in all test groups and the control group. The total concentration of saturated fatty acids in muscle samples of control and test groups also remained practically unchanged and leveled due to long-chain fatty acids which content in the test groups increased vs. a decrease in myristic acid level ($P \leq 0.05$). As a result of Quercus cortex extract supplement, a significant increase in magnesium level ($P \leq 0.05$) was found in group I. In all test groups, we observed a decrease in the level of calcium ($P \leq 0.05$) and iron, zinc, copper, cobalt and iodine, the trace elements ($P \leq 0.05$), in the broilers' muscle tissue as compared to the control group. Thus, the dietary Quercus cortex extract contributes to the increase in slaughter indices of broilers, can change fatty acid and elemental profile of muscle tissue and influences the microbiome of small intestine.

Keywords: Quercus cortex extract, broilers, muscle tissue, chemical composition, fatty acids, bioelements.

Выставки

WORLD BEEF EXPO 2018

(28-30 сентября 2018 года, г. Милуоки, США).

Организатор: World Beef Expo

Экспонируемые продукты:

- корма, кормовые добавки, ветеринарные принадлежности
- генетика животных

Информация: http://www.worldbeefexpo.com/ (сайт выставки), https://expomap.ru/expo/world-beef-expo-2018/