

КОРМОПРОИЗВОДСТВО: КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ / FODDER PRODUCTION: LIVESTOCK FEEDING

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.5.1077-1084>

УДК 636.5.033:636.084.42



Качество мяса цыплят-бройлеров при внесении в рацион растительных органических веществ

© 2025. Б. С. Нуржанов✉, Ш. Г. Рахматуллин, Г. К. Дускаев

ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий
Российской академии наук», г. Оренбург, Российская Федерация

Ограничение использования антибиотиков при выращивании птиц во многих странах подогрело интерес к альтернативным продуктам, таким как фитопрепараты (группа натуральных продуктов), которые в последние годы стали предметом многих исследований. Цель работы – оценить влияние биологически активных растительных органических веществ на химический, жирно- и аминокислотный состав мышц и печени цыплят-бройлеров. Исследования выполняли на 125 головах 7-суточных цыплятах-бройлерах (кросс Арбор Айкросс), разделенных на 5 групп ($n = 25$). Продолжительность эксперимента – 42 дня. Контрольная группа получала основной рацион (ОР); I опытная группа – ОР + гамма-лактон в дозе 0,1 мл/кг корма/сут; II опытная – ОР + гамма-лактон в дозе 0,1 мл/кг + коричный альдегид в дозе 55 мг/кг корма/сут; III опытная – ОР + гамма-лактон в дозе 0,1 мл/кг + 7-гидроксикумарин в дозе 2 мг/кг корма/сут; IV опытная – ОР + гамма-лактон в дозе 0,1 мл/кг, коричный альдегид в дозе 55 мг/кг + 7-гидроксикумарин в дозе 2 мг/кг корма/сут. В результате исследования установлено, что молодняк опытных групп превосходил сверстников контрольной по накоплению в грудных мышцах жира: I группа на 0,43 %, II – на 0,88 % ($P \leq 0,05$), III – на 0,82 % ($P \leq 0,05$) и IV группа – на 0,40 %. Птица II и IV групп по содержанию в бедренной мышце белка превосходила аналогов контрольной группы на 0,87 и 0,82 % соответственно. В грудных и бедренных мышцах бройлеров III группы больше накапливалось жирных кислот относительно контроля: пальмитолеиновой на 0,5 и 0,3 %, стеариновой на 0,2 % (только в бедренных мышцах), олеиновой на 1,1 % ($P \leq 0,05$) (только в грудных мышцах), линолевой на 1,5 ($P \leq 0,05$) и 3,1 % ($P \leq 0,01$). При введении в рацион гамма-лактона в чистом виде наблюдали наибольшее отложение в бедренных мышцах аргинина на 0,77 %, лизина – на 2,64 % ($P \leq 0,05$), лейцина + изолейцина – на 2,1 % ($P \leq 0,05$), валина – на 0,83 %, серина – на 1,57 % ($P \leq 0,05$), аланина – на 1,22 % ($P \leq 0,05$) по отношению к контрольной группе.

Ключевые слова: грудные и бедренные мышцы, печень, жирные кислоты, аминокислоты, гамма-лактон, коричный альдегид, кумарин

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (тема № FNWZ-2024-0002). Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Нуржанов Б. С., Рахматуллин Ш. Г., Дускаев Г. К. Качество мяса цыплят-бройлеров при внесении в рацион растительных органических веществ. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2025;26(5):1077–1084. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.5.1077-1084>

Поступила: 03.03.2025

Принята к публикации: 02.10.2025

Опубликована онлайн: 31.10.2025

Meat quality of broiler chickens when adding plant organic substances into the diet

© 2025. Baer S. Nurzhanov✉, Shamil G. Rakhmatullin, Galimzhan K. Duskeyev

Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russian Federation

The restriction of the use of antibiotics in poultry farming in many countries has fueled interest in alternative products such as herbal preparations (a group of natural products), which have been the subject of numerous studies in recent years. The aim of the study was to evaluate the effect of biologically active plant organic substances on the chemical, fatty and amino acid composition of muscles and liver of broiler chickens. The studies were performed on 125 7-day-old broiler chickens (Arbor Acres cross), divided into 5 groups ($n = 25$). The duration of the experiment was 42 days. The difference was that the control group received the basal diet; experimental group I – the basal diet + gamma lactone at a dose of 0.1 ml/kg of feed/day; experimental group II – the basal diet + gamma lactone at a dose of 0.1 ml/kg + cinnamaldehyde at a dose of 55 mg/kg of feed/day; experimental group III – the main diet + gamma lactone at a dose of 0.1 ml/kg + 7-hydroxycoumarin at a dose of 2 mg/kg of feed/day; experimental group IV – the main diet + gamma lactone at a dose of 0.1 ml/kg + cinnamic aldehyde at a dose of 55 mg/kg + 7-hydroxycoumarin at a dose of 2 mg/kg of feed/day. The study found that the young birds from the experimental groups exceeded their peers from the control group in fat

accumulation in the pectoral muscles: I group by 0.43 %, II – by 0.88 % ($P \leq 0.05$), III – by 0.82 % ($P \leq 0.05$) and IV group – by 0.4 %. Birds from groups II and IV in terms of protein content in the femoral muscle exceeded their counterparts from the control group by 0.87 and 0.82 %, respectively. In the breast and thigh muscles of broilers of group III, fatty acids accumulated more compared to the control: palmitoleic by 0.5 and 0.3 %, stearic by 0.2 % (only in the thigh muscles), oleic by 1.1 % ($P \leq 0.05$) (only in the breast muscles), linoleic by 1.5 ($P \leq 0.05$) and 3.1 % ($P \leq 0.01$). When feeding pure gamma lactone with the diet, the highest deposition of arginine by 0.77 %, lysine by 2.64 % ($P \leq 0.05$), leucine + isoleucine by 2.1 % ($P \leq 0.05$), valine by 0.83 %, serine by 1.57 % ($P \leq 0.05$), alanine by 1.22 % ($P \leq 0.05$) in the femoral muscles was observed in relation to the control group.

Keywords: pectoral and femoral muscles, liver, fatty acids, amino acids, gamma lactone, cinnamaldehyde, coumarin

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (theme No. FNWZ-2024-0002).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors declared no conflict of interest.

For citation: Nurzhanov B. S., Rakhmatullin Sh. G., Duskaev G. K. Meat quality of broiler chickens when adding plant organic substances to the diet. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2025;26(5):1077–1084. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.5.1077-1084>

Received: 03.03.2025

Accepted for publication: 02.10.2025

Published online: 31.10.2025

В последние годы положение птицеводческой отрасли в сельском хозяйстве значительно улучшилось. Ожидается, что к 2050 г. население Земли достигнет 9,3 млрд человек, что приведёт к значительному росту как сельскохозяйственного производства, так и потребительского спроса, который по оценкам будет почти на 60 % выше текущего уровня. Ограничение использования антибиотиков при выращивании птиц во многих странах подогрело интерес к альтернативным продуктам, таким как фитопрепараты (группа натуральных продуктов), которые в последние годы стали предметом многих исследований [1, 2].

В связи с необходимостью преодоления некоторых недостатков при запрете химических стимуляторов роста в птицеводстве, повышается интерес к органическим соединениям из различных растений, поскольку имеются убедительные доказательства положительного воздействия пищевых добавок на увеличение коэффициентов конверсии корма и показатели роста. Фитогенные кормовые добавки, известные как фитобиотики или растительные компоненты, обычно определяются как различные вторичные растительные соединения и метаболиты, оказывающие положительное влияние на здоровье и продуктивность животных, а также на корма и продукты животноводства [3]. Растительные компоненты в рационах животных используются по-разному, в том числе в роли вкусовых фитогенных добавок, технологических добавок для улучшения качества и безопасности кормов, в виде добавок, улучшающих здоровье и благополучие животных, действующих как иммуномодуляторы, антиоксиданты, стимуляторы пищеварения и вещества, которые могут повысить продуктивность

и качество продукции животноводства [4, 5]. Лекарственные растения и их экстракты также представляют интерес в контексте производства мяса птицы, поскольку они способствуют росту, иммунному ответу и улучшению общего состояния здоровья. Было доказано, что многие растения являются безопасными и недорогими заменителями антибиотиков и стимуляторов роста, обладают мощным терапевтическим и профилактическим действием против различных микроорганизмов [6, 7, 8]. Одним из перспективных направлений исследований является изучение комбинированного использования растительных биологически активных веществ при выращивании цыплят-бройлеров, влияния их на мясную продуктивность и качество мяса для последующего внедрения в технологию кормления.

Цель исследования – оценить влияние биологически активных растительных органических веществ на биохимический, жирно- и аминокислотный состав мышц и печени цыплят-бройлеров.

Научная новизна – впервые изучено совместное влияние малых молекул растительного происхождения (гамма-лактон, коричный альдегид, кумарин) на химический состав мышечной ткани и печени цыплят-бройлеров.

Материал и методы. Объект исследования – цыплята-бройлеры кросса Арбор Айкрес, грудные и бедренные мышцы, печень.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: Приказ Минздрава СССР № 755 от 12.08. 1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных

животных»¹, протоколы Женевской конвенции, принципы надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009²), руководство по работе с лабораторными животными³.

При проведении исследований были приняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов. Все процедуры над животными выполнены в соответствии с правилами Комитета по этике животных ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (ФНЦ БСТ РАН).

Схема эксперимента. Исследования выполнены на 125 головах 7-суточных цыплят-бройлеров (кросс Арбор Айкрес), разделенных на 5 групп (n = 25): контрольная группа получала основной рацион (ОР); I опытная группа – ОР + гамма-лактон в дозе 0,1 мл/кг корма/сут; II опытная группа – ОР + гамма-лактон в дозе 0,1 мл/кг + коричный альдегид в дозе 55 мг/кг корма/сут; III опытная – ОР + гамма-лактон в дозе 0,1 мл/кг + 7-гидроксикумарин в дозе 2 мг/кг корма/сут; IV опытная – ОР + гамма-лактон в дозе 0,1 мл/кг + коричный альдегид в дозе 55 мг/кг + 7-гидроксикумарин в дозе 2 мг/кг корма/сут. Кормление и поение птицы осуществляли групповым методом согласно рекомендациям ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства»⁴. Для наилучшего внесения используемых фитохимических веществ брали одноразовый стаканчик с дистиллированной водой объемом 100 мл, добавляли химически чистый гамма-окталактон в дозировке 0,1 мл и коричный альдегид – 55 мг (или 7-гидроксикумарин в дозе 2 мг), далее помещали в ультразвуковую ванну Elmasonic P30H

(ELMA, Германия), где осуществляли диспергирование длительностью 10 минут с параметрами: частота 37 кГц, температура 50 °С. Это позволяет получить стабильную биологически активную добавку для дальнейшей обработки 1 кг корма путем распыления и последующего скармливания птице.

Убой и анатомическую разделку подопытных цыплят-бройлеров проводили на 42-е сутки эксперимента. Образцы ткани грудной, бедренной мышцы и печени отбирали сразу после убоя и замораживали при температуре -18 °С.

Оборудование и технические средства. Исследования выполнены с использованием приборной базы Центра коллективного пользования биологических систем и агротехнологий РАН (г. Оренбург) (<http://цкп-бст.рф>). Анализ химического состава мяса и мясopодуKтов проводили по стандартизированным методикам в независимом аккредитованном Испытательном центре ФНЦ БСТ РАН (ГОСТ 51479-99 – Метод определения массовой доли влаги⁵, ГОСТ 23042-2015 – Методы определения жира⁶, ГОСТ 25011-2017 – Методы определения белка⁷, ГОСТ Р 53642-2009 – Метод определения массовой доли общей золы⁸). Аминокислотный состав биосубстратов определяли методом капиллярного электрофореза с использованием системы «Капель-105М» (Россия), жирнокислотный состав биосубстратов – методом газовой хроматографии с помощью автоматического газового хроматографа «Кристалл-ЛЮКС-4000» (Россия). Для определения элементного состава кормов, мяса цыплят бройлеров и субпродуктов использовали метод атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии (АЭС-ИСП и МС-ИСП) на оборудовании Elan 9000 (Perkin Elmer, США) и Optima 2000 V (Perkin Elmer, США).

¹Приказ Минздрава СССР от 12.08.1977 №755 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных» [Электронный ресурс].

URL: http://primatologia.ru/images/NII/GLP/3_2_prikaz_minzdrawa_o_merakh_zhiwotnyh.pdf (дата обращения: 05.07.2024).

²ГОСТ Р 53434-2009. Принципы надлежащей лабораторной практики. М.: Стандартинформ, 2010. 16 с.

URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200075972>

³Руководство по работе с лабораторными животными. Оренбург: ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН, 2024. 36 с.

URL: http://fncbst.ru/?page_id=3553

⁴Фисинин В. И., Егоров И. А., Драганов И. Ф. Кормление сельскохозяйственной птицы: учебник.

М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 344 с.

⁵ГОСТ 51479-99. Метод определения массовой доли влаги. М.: Стандартинформ, 2010. 6 с.

URL: https://rosstandarts.ru/file/gost/67/120/gost_r_51479-99.pdf

⁶ГОСТ 23042-2015. Методы определения жира. М.: Стандартинформ, 2016. 12 с.

URL: https://rosstandarts.ru/file/gost/67/120/gost_23042-2015.pdf

⁷ГОСТ 25011-2017. Методы определения белка. М.: Стандартинформ, 2018. 16 с.

URL: https://rosstandarts.ru/file/gost/67/120/gost_25011-2017.pdf

⁸ГОСТ Р 53642-2009. Метод определения массовой доли общей золы. М.: Стандартинформ, 2010. 11 с.

URL: https://rosstandarts.ru/file/gost/67/120/gost_r_53642-2009.pdf

Статистическая обработка. Статистический анализ цифрового материала, полученного в исследовании, проводили с помощью программ Microsoft Excel 2018 и Statistica 10. Рассчитывали среднюю величину (М) и стандартное отклонение ($\pm SD$), достоверность межгрупповых различий проводили с использованием параметрического метода вариации

онной статистики критерия Стьюдента. Уровень значимости считали достоверным при $P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$.

Результаты и их обсуждение. При анализе данных химического состава мяса цыплят-бройлеров было установлено, что по содержанию отдельных компонентов имелись межгрупповые различия (табл. 1).

**Таблица 1 – Содержание питательных веществ в мышцах и печени цыплят-бройлеров, % (n = 25) /
Table 1 – Nutrient content of muscle and liver of broiler chickens, % (n = 25)**

Показатель / Indicator	Контрольная группа / Control group	Опытная группа / Experimental group			
		I	II	III	IV
Грудные мышцы / Pectoral muscles					
Влага / Moisture	76,29±2,31	76,81±2,76	78,08±2,35*	75,84±2,52	78,84±3,04**
Сухое вещество / Dry matter	23,71±1,02	23,19±0,95	21,92±0,67	24,16±0,90*	21,16±0,77
Жир / Fat	1,28±0,04	1,71±0,04	2,16±0,06*	2,10±0,05*	1,68±0,06
Белок / Protein	21,44±1,01	20,5±0,83	18,78±0,87	21,08±1,06	18,5±0,89
Зола / Ash	0,99±0,09	0,98±0,07	0,98±0,06	0,98±0,06	0,98±0,05
Бедренные мышцы / Thigh muscles					
Влага / Moisture	75,27±2,81	75,57±2,54	74,45±2,64	75,24±3,41	73,92±2,56
Сухое вещество / Dry matter	24,73±0,67	24,43±0,73	25,55±0,94	24,76±0,85	26,08±0,82*
Жир / Fat	5,00±0,07	4,81±0,05	4,95±0,05	5,10±0,06	5,54±0,09
Белок / Protein	18,78±0,67	18,67±0,58	19,65±0,61*	18,71±0,66	19,6±0,57*
Зола / Ash	0,95±0,01	0,95±0,01	0,95±0,02	0,95±0,02	0,94±0,01
Печень / Liver					
Влага / Moisture	74,04±2,66	80,95±2,68	77,44±2,59**	79,75±2,61**	76,79±2,73**
Сухое вещество / Dry matter	25,96±0,98	19,05±1,02	22,56±1,15	20,25±0,97	23,21±1,06
Жир / Fat	3,97±0,15	3,87±0,12	3,9±0,11	3,41±0,15	5,28±0,10*
Белок / Protein	21,03±0,51	14,22±0,41	17,70±0,47	15,87±0,40	16,98±0,44
Зола / Ash	0,96±0,03	0,96±0,02	0,96±0,01	0,97±0,04	0,95±0,02

* Достоверные отличия по сравнению с контрольной группой, значимо при $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$ /

* Significant differences compared to the control group, statistically significant at $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$

Совместное внесение в рацион цыплят-бройлеров органических веществ растительного происхождения (гамма-лактон и 7-гидроксикумарин) способствовало большему накоплению в грудных мышцах сухого вещества на 0,45 % ($P \leq 0,05$), жира – на 0,82 % ($P \leq 0,05$) по сравнению со сверстниками контрольной группы. Птица II и IV групп по содержанию в бедренной мышце белка превосходила аналогов контрольной на 0,87 и 0,82 % ($P \leq 0,05$) соответственно. В образцах печени бройлеров III группы наблюдали повышение влаги на 5,71 % ($P \leq 0,01$), снижение жира – на 0,56 % и белка – на 5,16 % относительно контроля. Наибольшее содержание жира в печени отмечено у бройлеров, получавших с основным рационом смесь гамма-лактона, коричневого

альдегида и 7-гидроксикумарина по сравнению с контрольной группой (на 1,31 %, $P \leq 0,05$). Молодняк контрольной группы превосходил аналогов опытных групп (I–IV) по накоплению в печени сухого вещества на 2,75–6,91 %, белка – на 3,33–6,81 %. Исследования А. А. Аль-Саган и др. (А. А. AL-Sagan et al.) показали, что активные соединения, содержащиеся в фитогенных кормовых добавках, влияют на продуктивность и качество продукции птицеводства [9].

Анализ жирнокислотного состава мышц и печени цыплят-бройлеров показал увеличение в них концентрации отдельных жирных кислот при введении в основной рацион различного сочетания биологически активных растительных веществ (табл. 2).

Таблица 2 – Жирнокислотный состав мышц и печени цыплят-бройлеров, % (n = 25) /
Table 2 – Fatty acid composition of muscles and liver of broiler chickens, % (n = 25)

Показатель / Indicator	Контрольная группа / Control group	Опытная группа / Experimental group			
		I	II	III	IV
Грудные мышцы / Pectoral muscles					
C14:0 миристиновая / C14:0 myristic	0,50±0,016	0,40±0,011	0,30±0,014	0,50±0,012	0,50±0,011
C16:0 пальмитиновая / C16:0 palmitic	20,50±0,64	20,6±0,72	19,20±0,75	19,10±0,69	19,20±0,60
C16:1 пальмитолеиновая / C16:1 palmitoleic	3,40±0,08	3,50±1,01	3,70±0,08	3,90±0,09	3,80±0,07
C18:0 стеариновая / C18:0 stearic	7,10±0,22	6,90±0,18	6,20±0,21	6,50±0,20	6,80±0,21
C18:1 олеиновая / C18:1 oleic	34,20±1,12	33,60±1,11	35,90±1,15	35,30±1,17*	35,50±1,07
C18:2 линолевая / C18:2 linoleic	29,90±0,62	31,20±0,71	30,90±0,67	31,40±0,81*	30,30±0,58
C18:3 линоленовая / C18:3 linolenic	1,40±0,04	1,20±0,03	1,20±0,04	1,10±0,09	1,30±0,05
C20:4 арахидоновая / C20:4 arachidonic	3,00±0,08	2,60±0,06	2,60±0,05	2,20±0,10	2,60±0,09
Бедренные мышцы / Thigh muscles					
C14:0 миристиновая / C14:0 myristic	0,50±0,02	0,40±0,04	0,50±0,06	0,40±0,07	0,40±0,06
C16:0 пальмитиновая / C16:0 palmitic	21,60±1,32	20,10±1,50	20,30±1,53	20,00±1,57	21,20±1,45
C16:1 пальмитолеиновая / C16:1 palmitoleic	3,40±0,20	3,50±0,16	3,40±0,18	3,70±0,14	3,60±0,18
C18:0 стеариновая / C18:0 stearic	7,40±0,33	7,00±0,28	7,50±0,35	7,60±0,37	7,10±0,35
C18:1 олеиновая / C18:1 oleic	35,10±2,25	34,80±2,15	33,80±1,88	33,30±1,86	34,20±2,10
C18:2 линолевая / C18:2 linoleic	27,90±1,56	30,20±1,74	30,40±1,68	31,00±1,77**	28,50±1,62
C18:3 линоленовая / C18:3 linolenic	1,10±0,05	1,10±0,09	1,10±0,08	1,20±0,07	1,30±0,06
C20:4 арахидоновая / C20:4 arachidonic	3,00±0,17	2,90±0,14	3,00±0,15	2,80±0,14	3,70±0,19
Печень / Liver					
C14:0 миристиновая / C14:0 myristic	0,40±0,02	0,40±0,03	0,30±0,05	0,30±0,04	0,40±0,02
C16:0 пальмитиновая / C16:0 palmitic	31,40±1,78	25,80±1,74	24,70±1,61	24,30±1,55	25,10±1,66
C16:1 пальмитолеиновая / C16:1 palmitoleic	2,40±0,20	1,90±0,26	1,30±0,31	1,60±0,30	2,00±0,24
C18:0 стеариновая / C18:0 stearic	14,00±0,71	20,80±0,92**	19,70±0,85*	20,90±0,88**	19,60±0,89*
C18:1 олеиновая / C18:1 oleic	29,10±1,64	24,40±1,60	24,20±1,51	22,00±1,54	25,10±1,59
C18:2 линолевая / C18:2 linoleic	15,10±0,76	17,30±0,71	20,80±0,86*	21,00±0,89**	19,40±0,81*
C18:3 линоленовая / C18:3 linolenic	0,90±0,03	1,50±0,04	0,90±0,02	1,30±0,04	1,10±0,05
C20:4 арахидоновая / C20:4 arachidonic	6,70±0,18	7,90±0,20	8,10±0,21	8,60±0,23*	7,30±0,20

* Достоверные отличия по сравнению с контрольной группой, значимо при $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$ /

* Significant differences compared to the control group, statistically significant at $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$

Отложилось больше в грудных и бедренных мышцах птицы пальмитолеиновой на 0,5 и 0,3 %, стеариновой на 0,2 % (в бедренных мышцах), олеиновой – на 1,1 % ($P \leq 0,05$) (в грудных мышцах), линолевой – на 1,5 ($P \leq 0,05$) и 3,1 % ($P \leq 0,01$) жирных кислот в III опытной группе относительно контроля. При анализе жирно-кислотного профиля печени птиц опытных групп установлено достоверное повышение содержания стеариновой кислоты на 5,6–6,9 %, линолевой – на 2,2–5,9 %, арахидоновой – на 0,6–1,9 % в сравнении с контрольной. Бройлеры контрольной группы превосходили аналогов опыт-

ных по концентрации в печени пальмитиновой кислоты на 5,6–7,1 %, пальмито-леиновой – на 0,4–1,1 %, олеиновой – на 4,0–7,1 %. Зарубежные исследования также показали, что биоактивные соединения (эфирные масла, эллаговая кислота, флавоноиды) повышают антиоксидантный статус мяса [10] и оказывают значительное влияние на количественный и качественный состав жирных кислот в грудных мышцах цыплят-бройлеров [11]. Кроме того, добавление фитохимических веществ в корм повысило качество тушек и выход грудных мышц у цыплят-бройлеров за счет улучшения коэффициента конверсии корма [12].

В исследовании, проведенном Н. Элороглу и др. (Н. Eleroğlu et al.) [13], отмечается, что соотношение полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) к свободным (неэтерифицированным) жирным кислотам (СЖК) в мясе грудки колебалось от 3,47 до 2,78 и улучшилось после добавления фитобиотических веществ. Также установлено, что фитодобавки повышают качество мяса за счёт увеличения содержания полиненасыщенных жирных кислот,

полезных для здоровья, и снижения перекисного окисления липидов, увеличивая срок хранения мяса [14].

Аминокислотный состав грудных мышц бройлеров характеризовался более высоким содержанием лизина (на 0,05 %), гистидина (на 0,08 %) в IV группе и высоким содержанием гистидина (на 0,24 %), метионина (на 0,13 %) и низким содержанием аргинина (на 0,54 %) во II группе в сравнении с контрольной (табл. 3).

Таблица 3 – Аминокислотный состав мышц и печени цыплят-бройлеров, % (n = 25) /
Table 3 – Amino acid composition of muscles and liver of broiler chickens, % (n = 25)

Показатель / Indicator	Контрольная группа / Control group	Опытная группа / Experimental group			
		I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6
Грудные мышцы / Pectoral muscles					
Аргинин / Arginine	5,11±0,15	5,04±0,14	4,57±0,18	5,07±0,11	4,9±0,14
Лизин / Lysine	7,08±0,18	7,06±0,16	6,67±0,15	7,07±0,14	7,13±0,19
Тирозин / Tyrosine	3,73±0,12	3,7±0,18	3,47±0,15	3,48±0,11	3,47±0,14
Фенилаланин / Phenylalanine	2,75±0,05	2,72±0,09	2,64±0,07	2,73±0,09	2,76±0,06
Гистидин / Histidine	2,08±0,07	2,18±0,05	2,32±0,10	2,22±0,04	2,16±0,11
Лейцин + изолейцин / Leucine + Isoleucine	10,14±0,32	9,66±0,33	9,28±0,35	9,73±0,30	9,88±0,37
Метионин / Methionine	2,72±0,09	2,94±0,03	2,85±0,08	2,79±0,07	2,67±0,05
Валин / Valin	3,98±0,12	3,83±0,16	3,64±0,10	3,79±0,15	3,89±0,13
Пролин / Proline	3,07±0,14	2,95±0,11	2,91±0,12	3,01±0,11	2,99±0,15
Треонин / Threonine	3,87±0,13	3,70±0,16	3,62±0,14	3,69±0,12	3,72±0,16
Серин / Serene	5,69±0,25	5,62±0,21	5,42±0,17	5,70±0,19	5,68±0,22
Аланин / Alanine	3,45±0,10	3,59±0,11	3,45±0,18	3,49±0,16	3,49±0,14
Бедренные мышцы / Thigh muscles					
Аргинин / Arginine	4,37±0,15	5,14±0,12	4,70±0,11	4,85±0,16	4,89±0,12
Лизин / Lysine	6,25±0,20	8,89±0,15*	6,87±0,18	6,42±0,21	6,60±0,16
Тирозин / Tyrosine	2,38±0,12	3,01±0,12	2,57±0,14	2,47±0,13	2,72±0,11
Фенилаланин / Phenylalanine	2,41±0,09	3,13±0,07	2,59±0,11	2,48±0,12	2,55±0,06
Гистидин / Histidine	1,63±0,06	1,32±0,04	1,81±0,09	1,59±0,04	1,27±0,05
Лейцин + изолейцин / Leucine + Isoleucine	8,36±0,29	10,46±0,25*	8,77±0,24	8,41±0,31	8,80±0,27
Метионин / Methionine	2,34±0,11	2,15±0,06	2,17±0,08	2,20±0,06	2,39±0,09
Валин / Valin	3,31±0,13	4,14 ±0,14	3,47±0,15	3,26±0,11	3,43±0,14
Пролин / Proline	2,75±0,11	3,41±0,14	2,96±0,09	2,78±0,13	2,98±0,10
Треонин / Threonine	3,15±0,08	3,89±0,12	3,34±0,09	3,14±0,06	3,39±0,11
Серин / Serene	4,32±0,19	5,89±0,17*	4,76±0,16	4,51±0,12	4,73±0,15
Аланин / Alanine	3,17±0,15	4,39±0,20*	3,60±0,16	3,33±0,018	3,54±0,15
Печень / Liver					
Аргинин / Arginine	3,19±0,15	3,39±0,08	3,49±0,17	3,66±0,12	4,28±0,09
Лизин / Lysine	4,54±0,12	3,94±0,14	4,02±0,11	4,01±0,12	5,31±0,16
Тирозин / Tyrosine	1,98±0,06	2,02±0,10	2,15±0,07	1,97±0,11	2,29±0,12
Фенилаланин / Phenylalanine	2,55±0,08	2,58±0,05	2,55±0,07	2,56±0,09	2,83±0,05

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6
Печень / Liver					
Гистидин / Histidine	1,59±0,04	1,43±0,02	1,0 ±0,06	1,12±0,02	1,03±0,07
Лейцин + изолейцин / Leucine + Isoleucine	7,58±0,22	7,8 ±0,30	7,39±0,25	7,52±0,21	8,04±0,24
Метионин / Methionine	1,78±0,05	2,15±0,04	1,82±0,07	1,48±0,06	1,28±0,08
Валин / Valin	3,40±0,16	3,51±0,12	3,22±0,11	3,55±0,14	3,77±0,13
Пролин / Proline	2,63±0,11	2,74±0,10	2,48±0,13	2,55±0,09	2,72±0,15
Треонин / Threonine	2,98±0,08	2,96±0,05	2,93±0,10	2,88±0,05	3,07±0,11
Серин / Serene	3,72±0,20	3,77±0,16	3,73±0,11	3,66±0,12	4,06±0,09
Аланин / Alanine	2,86±0,16	2,98±0,09	2,94±0,14	2,82±0,15	3,21±0,11

* Достоверные отличия по сравнению с контрольной группой, значимо при $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$ /

* Significant differences compared to the control group, statistically significant at $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$

Совместное внесение в рацион птицы биологически активных веществ растительного происхождения – гамма-лактона и 7-гидроксикумарина способствовало лучшему отложению в бедренных мышцах аминокислот: аргинина на 0,48 %, лизина – на 0,17 %, тирозина – на 0,09 %, фенилаланина – на 0,07 %, лейцина + изолейцина – на 0,05 %, серина – на 0,19 %, аланина – на 0,16 % относительно контроля. При введении в рацион гамма-лактона в чистом виде наблюдали наибольшее отложение аминокислот в бедренных мышцах молодняка. В частности, содержание аргинина увеличилось на 0,77 %, лизина – на 2,64 % ($P \leq 0,05$), лейцина + изолейцина – на 2,1 % ($P \leq 0,05$), валина – на 0,83 %, серина – на 1,57 % ($P \leq 0,05$), аланина – на 1,22 % ($P \leq 0,05$) по отношению к контрольной группе. Наиболее значимые отличия по концентрации аминокислот в печени установили в IV опытной группе: по аргинину – на 1,09 %, лизину – на 0,77 %, лейцину + изолейцину – 0,46 % относительно контроля. Наши данные согласуются с ранее проведенными исследованиями, в которых отмечается, что пищевые добавки с различными уровнями экстракта лука (*Allium cepa* L.)

повышают качество мяса и профили аминокислот в мышцах цыплят, за счет улучшения гистологии кишечника, активности антиоксидантных ферментов и иммунного статуса птиц [15].

Заключение. Таким образом, добавление гамма-лактона в чистом виде или в смеси с другими биологически активными растительными веществами в рацион подопытных цыплят-бройлеров кросса Arbor Acres может оказывать положительное влияние на их организм. В частности, совместное внесение в рацион цыплят-бройлеров органических веществ растительного происхождения (гамма-лактон и 7-гидроксикумарин) способствовало большему накоплению в грудных мышцах сухого вещества на 0,45 % ($P \leq 0,05$); жира – на 0,82 % ($P \leq 0,05$); жирных кислот: пальмитолеиновой на 0,5%, олеиновой – на 1,1 % ($P \leq 0,05$), линолевой – на 1,5 ($P \leq 0,05$) и в бедренных мышцах линолевой кислоты на 3,1 % ($P \leq 0,01$); аминокислот: аргинина на 0,48 %, лизина – на 0,17 %, тирозина – на 0,09 %, серина – на 0,19 %, аланина – на 0,16 %, в печени – стеариновой кислоты на 6,9 % ($P \leq 0,01$), линолевой – на 5,9 % ($P \leq 0,01$), арахидоновой – на 1,9 % ($P \leq 0,05$) по сравнению со сверстниками контрольной группы.

References

1. Falcon W. P., Naylor R. L., Shankar N. D. Rethinking global food demand for 2050. Population and Development Review. 2022;48(4):921–957. DOI: <https://doi.org/10.1111/padr.12508>
2. Dong S., Li L., Hao F., Fang Z., Zhong R., Wu J., Fang X. Improving quality of poultry and its meat products with probiotics, prebiotics, and phytoextracts. Poultry Science. 2024;103(2):103287. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103287>
3. Sharifi-Rad J., Sureda A., Tenore G. C., Daglia M., Sharifi-Rad M., Valussi M. et al. Biological Activities of Essential Oils: From Plant Chemoecology to Traditional Healing Systems. Molecules. 2017;22(1):70. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules22010070>
4. Hassan A. H. A., Youssef I. M. I., Abdel-Atty N. S., Abdel-Daim A. S. A. Effect of thyme, ginger, and their nanoparticles on growth performance, carcass characteristics, meat quality and intestinal bacteriology of broiler chickens. BMC Veterinary Research. 2024;20:269. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04101-z>
5. Jachimowicz K., Winiarska-Mieczan A., Tomaszewska E. The Impact of Herbal Additives for Poultry Feed on the Fatty Acid Profile of Meat. Animals (Basel). 2022;12(9):1054. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12091054>

6. Orłowski S., Flees J., Greene E. S., Ashley D., Lee S.-O., Yang F. L. et al. Effects of phytogenic additives on meat quality traits in broiler chickens. *Journal of Animal Science*. 2018;96(9):3757–3767. DOI: <https://doi.org/10.1093/jas/sky238>
7. Qaid M. M., Al-Mufarrej S. I., Azzam M. M., Al-Garadi M. A., Alqhtani A. H., Fazea E. H. et al. Effect of Rumex nervosus Leaf Powder on the Breast Meat Quality, Carcass Traits, and Performance Indices of Eimeria tenella. *Animals (Basel)*. 2021;11(6):1551. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11061551>
8. Abd El-Hack M. E., El-Saadony M. T., Saad A. M., Salem H. M., Ashry N. M., Abo Ghanima M. M. et al. Essential oils and their nanoemulsions as green alternatives to antibiotics in poultry nutrition: a comprehensive review. *Poultry Science*. 2022;101(2):101584. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101584>
9. AL-Sagan A. A., Khalil S., Hussein E. O. S., Attia Y. A. Effects of fennel seed powder supplementation on growth performance, carcass characteristics, meat quality, and economic efficiency of broilers under thermoneutral and chronic heat stress conditions. *Animals (Basel)*. 2020;10(2):206. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10020206>
10. Kim Y. R., Lee B. K., Kim J. Y., Kim J. S., Lee W. S., Lee S. Y. et al. Effects of dietary locally growth herbs (*Mentha piperascens*, *Rubus coreanus*, *Tagetes patula*) on the growth performance and meat quality of broiler chickens. *Korean Society for Food Science of Animal Resources*. 2009;29(2):168–177. DOI: <https://doi.org/10.5851/KOSFA.2009.29.2.168>
11. Lee K. W., Kim J. S., Oh S. T., Kang C. W., An B. K. Effects of dietary sanguinarine on growth performance; Relative organ weight; Cecal microflora; Serum cholesterol level and meat quality in broiler chickens. *Journal of Poultry Science*. 2015;52(1):15–22. DOI: <https://doi.org/10.2141/jpsa.0140073>
12. Saeed M., Naveed M., Leskovec J., Kamboh A. A., Kakar I., Ullah K. et al. Using Guduchi (*Tinospora cordifolia*) as an eco-friendly feed supplement in human and poultry nutrition. *Poultry Science*. 2020;99(2):801–811. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.051>
13. Eleroğlu H., Yıldırım A., Işıklı N. D., Şekeroğlu A., Duman M. Comparison of meat quality and fatty acid profile in slow-growing chicken genotypes fed diets supplemented with Origanum vulgare or Melissa officinalis leaves under the organic system. *Italian Journal of Animal Science*. 2013;12:e64. DOI: <https://doi.org/10.4081/ijas.2013.e64>
14. Galli G. M., Gerbet R. R., Griss L. G., Fortuoso B. F., Petrolli T. G., Boiago M. M. et al. Combination of herbal components (curcumin, carvacrol, thymol, cinnamaldehyde) in broiler chicken feed: Impacts on response parameters, performance, fatty acid profiles, meat quality and control of coccidia and bacteria. *Microbial Pathogenesis*. 2020;139:103916. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103916>
15. Omar A. E., Al-Khalafah H. S., Mohamed W. A. M., Gharib H. S. A., Osman A., Al-Gabri N. A., Amer S. A. Effects of Phenolic-Rich Onion (*Allium cepa* L.) Extract on the Growth Performance, Behavior, Intestinal Histology, Amino Acid Digestibility, Antioxidant Activity, and the Immune Status of Broiler Chickens. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020;7:582612. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.582612>

Сведения об авторах

✉ **Нуржанов Баер Серекпаевич**, доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С. Г. Леушина, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», ул. 9 Января, д. 29, г. Оренбург, Оренбургская обл., Российская Федерация, 460000, e-mail: fncbst@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3240-6112>, e-mail: baer.nurzhanov@mail.ru

Рахматуллин Шамиль Гафиуллинович, кандидат биол. наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С. Г. Леушина, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», ул. 9 Января, д. 29, г. Оренбург, Оренбургская обл., Российская Федерация, 460000, e-mail: fncbst@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0143-9499>

Дускаев Галимжан Калиханович, доктор биол. наук, доцент, профессор РАН, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С. Г. Леушина, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», ул. 9 Января, д. 29, г. Оренбург, Оренбургская обл., Российская Федерация, 460000, e-mail: fncbst@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

Information about the authors

✉ **Baer S. Nurzhanov**, DSc in Agricultural Science, leading researcher, the Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after S. G. Leushin, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, ul. 9 Yanvarya, 29, Orenburg, Orenburg region, Russian Federation, 460000, e-mail: fncbst@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3240-6112>, e-mail: baer.nurzhanov@mail.ru

Shamil G. Rakhmatullin, PhD in Biological Science, senior researcher, the Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after S. G. Leushin, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, ul. 9 January, 29, Orenburg, Orenburg region, Russian Federation, 460000, e-mail: fncbst@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0143-9499>

Galimzhan K. Duskaev, DSc in Biological Science, associate professor, professor of the Russian Academy of Sciences, chief researcher, the Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after S. G. Leushin, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 9 January, 29, Orenburg, Orenburg region, Russian Federation, 460000, e-mail: fncbst@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

✉ – Для контактов / Corresponding author