



Животноводство Animal breeding

DOI: 10.22363/2312-797X-2025-20-3-433-444

EDN WNOHOA

УДК 591.613

Научная статья / Research article

Качественный состав мяса цыплят-бройлеров и переваримость корма при введении в рацион новой органоминеральной кормовой добавки как альтернативы антибиотикам

А.П. Иванищева  , Е.А. Сизова , Т.Н. Холодилина 

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии
наук, г. Оренбург, Российская Федерация
 nessi255@mail.ru

Аннотация. Поиск альтернативных подходов к выращиванию птицы, направленных на повышение качества мяса и укрепление здоровья без применения антибиотиков — актуальная задача современного птицеводства. К перспективным направлениям относится использование в качестве альтернативы антибиотикам комплексных многофункциональных кормовых добавок на основе пребиотиков, органических кислот и минеральных компонентов, способствующих формированию здоровой микрофлоры кишечника, повышающих неспецифическую резистентность птицы, а также качество мяса и продуктивность. Исследование направлено на изучение влияния новой органоминеральной кормовой добавки (ОМКД), имеющей в составе пребиотик (лактозу), ультрадисперсные частицы диоксида кремния, органическую и аминокислоту, на переваримость питательных веществ, элементный и аминокислотный состав мяса цыплят-бройлеров. Включение в рацион 4-компонентной ОМКД с 7- и с 15-суточного возраста положительно влияет на усвоение питательных веществ. Отмечено увеличение переваримости сырого протеина, сырого жира и безазотистых экстрактивных веществ. Ранний срок скормливания снижает переваримость сырой клетчатки. Применение ОМКД приводит к повышению концентрации некоторых макро- и микроэлементов в тканях цыплят-бройлеров, что положительно отражается на качестве мяса. Включение ОМКД в рацион является эффективным способом оптимизации белкового и жирового обмена, способствующей увеличению мышечной массы и снижению процента жира в организме. Ингредиенты кормовой добавки повышают уровень аминокислот, что благоприятно сказывается на свойствах и питательной ценности

© Иванищева А.П., Сизова Е.А., Холодилина Т.Н., 2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

мяса бройлеров. При выборе состава добавки и сроков скармливания (с 7- и 15-суточного возраста) рекомендовано использовать четырехкомпонентную ОМКД для цыплят-бройлеров с 15 суток.

Ключевые слова: сельскохозяйственная птица, усвояемость питательных веществ, минеральный состав, органоминеральный комплекс

Вклад авторов: Авторы внесли равный вклад в проведение исследования и подготовку рукописи. Все авторы ознакомились с окончательной версией рукописи и одобрили ее.

Финансирование. Статья опубликована в рамках выполнения государственного задания № FFWZ–2024–0002.

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 17 марта 2025 г., принята к публикации 7 июля 2025 г.

Для цитирования: Иванищева А.П., Сизова Е.А., Холодилина Т.Н. Качественный состав мяса цыплят-бройлеров и переваримость корма при введении в рацион новой органоминеральной кормовой добавки как альтернативы антибиотикам // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2025. Т. 20. № 3. С. 433–444. doi: 10.22363/2312-797X-2025-20-3-433-444 EDN: WNOHOA

Meat qualitative composition of broiler chickens and feed digestibility when introducing a new organo-mineral feed additive into the diet as an alternative to antibiotics

Anastasia P. Ivanishcheva  , Elena A. Sizova ,
Tatyana N. Kholodilina 

Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy
of Sciences, Orenburg, Russian Federation

 nessi255@mail.ru

Abstract. The search for alternative approaches to poultry farming aimed at improving the quality of meat and promoting health without the use of antibiotics is a vital task of modern poultry farming. Among the promising areas is the use as an alternative to antibiotics of complex multifunctional feed additives based on prebiotics, organic acids, and mineral components that contribute to the formation of healthy intestinal microflora, increasing the nonspecific resistance of poultry, as well as the quality of meat and productivity. The study is aimed at studying the effect of a new organo-mineral feed additive (OMFA) containing a prebiotic (lactulose), ultrafine silica dioxide particles, organic and amino acids, on the digestibility of nutrients, elemental, and amino acid composition of broiler chicken meat. The inclusion in the diet of a 4-component OMFA from the age of 7 and 15 days has a positive effect on nutrient absorption. An increase in the digestibility of crude protein, crude fat, and nitrogen-free extractives was noted. Early feeding period reduces the digestibility of crude fiber. The use of OMFA leads to an increase in the concentration of certain macro- and microelements in the tissues of broiler chickens, which has a positive effect on the quality of meat. The inclusion of OMFA in the diet is an effective way to optimize protein and fat metabolism, contributing to an increase in muscle mass and a decrease in the percentage of body fat. The ingredients of the feed additive increase the level of amino acids, which favorably affect the properties and nutritional value of broiler meat. When choosing the composition of the additive and the timing of feeding (from the age of 7 and 15 days), it is recommended to use a four-component OMFA for broiler chickens from the age of 15 days.

Keywords: poultry, nutrient digestibility, mineral composition, organo-mineral complex

Authors' contribution: The authors contributed equally to the study and the preparation of the manuscript. All authors reviewed the final version of the manuscript and approved it.

Funding. The article was published as part of the state task № FNWZ-2024–0002.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Article history: received 17 March 2025; accepted 7 July 2025.

For citation: Ivanishcheva AP, Sizova EA, Kholodilina TN. Meat qualitative composition of broiler chickens and feed digestibility when introducing a new organo-mineral feed additive into the diet as an alternative to antibiotics. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2025;20(3):433–444. doi: 10.22363/2312-797X-2025-20-3-433-444 EDN: WNOHOA

Введение

Определенный успех в работе с генетикой цыплят-бройлеров привел к скороспелости и хорошему убойному выходу [1]. При этом качество мяса может снижаться. Кроме того, благополучие здоровья животных при высокой скорости роста часто сопряжено с применением кормовых антибиотиков. В свою очередь, широкое использование антибиотиков привело к появлению резистентных бактерий и остатков лекарств в продуктах животного происхождения, что напрямую или косвенно ставит под угрозу здоровье человека и безопасность окружающей среды [2, 3].

Благодаря ограничениям на использование антибиотиков-стимуляторов роста фокус исследований сместился на поиск других добавок, которые могут приемлемым образом способствовать профилактике заболеваний, формированию микробиоты, коррективке кишечной микробной экосистемы и, наконец, укреплению и поддержанию здоровья ее хозяина за счет повышения иммунитета [4, 5]. Таким образом, для удовлетворения спроса на мясо без потери его качества необходимо применение компонентов рациона, альтернативных антибиотикам.

Добавки, используемые в кормах для замены антибиотиков, включают пробиотики, пребиотики, органические кислоты (ОК), фитогенные добавки с натуральными веществами в составе: травы, специи, растительные экстракты и эфирные масла [6]. Предыдущие исследования показали, что пре- и пробиотики могут улучшить микробный баланс кишечной среды [7–10] и, как полагают, способствуют производительности роста [11] и качеству мяса бройлеров [12, 13].

Среди множества кандидатов на замену антибиотикам-стимуляторам роста ОК, как по отдельности, так и в виде смеси нескольких кислот, имеют потенциал в качестве кормовых добавок в животноводстве [14]. ОК способны модифицировать микробиоту кишечника, снижая pH, подавляя патогенные бактерии и способствуя росту полезных микроорганизмов [15], что ускоряет превращение пепсиногена в пепсин, тем самым улучшая скорость всасывания белков, аминокислот и минералов [16].

Добавление кремния в рацион животных способствует повышению продуктивности. Улучшается конверсия корма, что выражается в более эффективном использовании питательных веществ для роста и развития [17]. Это особенно важно для молодняка, поскольку обеспечивает здоровое формирование скелета и мускулатуры. Кроме того, кремний играет роль в поддержании оптимального уровня pH в желудочно-кишечном тракте, что способствует лучшему перевариванию пищи и усвоению микроэлементов [18].

Включение кремниевых добавок в рацион сельскохозяйственных животных является перспективным направлением в повышении эффективности животноводства. Это позволяет не только улучшить здоровье животных, но и повысить качество конечной продукции.

Аргинин — незаменимая аминокислота, играющая ключевую роль в метаболических процессах организма. Внесение его в рацион цыплят-бройлеров приводит к улучшению переваримости и усвоению минералов в мясе, что, в свою очередь, положительно сказывается на качестве конечного продукта [19].

Кроме того, аргинин участвует в синтезе оксида азота, который регулирует тонус сосудов и улучшает кровоснабжение тканей, что способствует более эффективному транспорту питательных веществ к мышцам и другим органам. В результате мясо бройлеров становится более сочным, нежным и богатым минеральными веществами, что повышает его потребительскую ценность [20].

Цель исследования — изучить влияние новой органоминеральной кормовой добавки (ОМКД), имеющей в составе пребиотик, УДЧ диоксида кремния, органическую и аминокислоту, на переваримость питательных веществ, элементный и аминокислотный состав мяса цыплят-бройлеров.

Материалы и методы исследования

Экспериментальные и лабораторные исследования проводились на базе Центра коллективного пользования биологических систем и агротехнологий РАН (ЦКП БСТ РАН) (<https://ckp-rf.ru/ckp/77384/>).

Отбрали суточных цыплят-бройлеров кросса «Арбор Айкрес» (ЗАО «Птицефабрика Оренбургская, www.pfo56.ru) и сформировали методом групп-аналогов 4 группы ($n = 35$, контрольная и три опытных): контрольная группа получала основной рацион (ОР), по рекомендациям Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства (ВНИТИП). I опытная группа к ОР получала 4-компонентную ОМКД (лактозу, УДЧ диоксида кремния, янтарная кислота, аргинин) с 7-суточного возраста, II опытная — ОР с 3-компонентной ОМКД (без лактулозы) с 7-суточного возраста, III опытная — ОР с 4-компонентной ОМКД с 15-суточного возраста.

Переваримость питательных веществ изучали в ходе балансовых опытов, по методикам ВНИТИП¹.

Химический состав помета, кормов и тканей тела бройлеров определяли по стандартным методикам ГОСТ 31640–2012², ГОСТ 32044.1–2012³, ГОСТ 51479–99⁴, ГОСТ 23042–86⁵, ГОСТ 25011–81⁶, ГОСТ Р 53642–2009⁷.

¹ Фисинин В.И., Егоров И.А., Драганов И.Ф. Кормление сельскохозяйственной птицы : учеб. пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 337 с.

² ГОСТ 31640–2012. Корма. Методы определения содержания сухого вещества. М., 2020. 8 с.

³ ГОСТ 32044.1–2012. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. Часть 1. Метод Кьельдаля. М., 2020. 12 с.

⁴ ГОСТ Р 51479–99. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги. М., 2010. 6 с.

⁵ ГОСТ 23042–86. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира. М., 2010. 6 с.

⁶ ГОСТ 25011–81. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка. М., 2010. 8 с.

⁷ ГОСТ Р 53642–2009. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы. М., 2010. 12 с.

Элементный состав мышечной и костной ткани включал определение 25 химических элементов: Ca, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Ni, As, Cr, K, Na, P, Zn, I, V, Co, Se, Al, B, Cd, Pb, Hg, Sn, Si, Sr. Исследование проводилось на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Agilent 7900 ICP-MS.

Статистическая обработка. Полученные результаты обрабатывали с помощью программного комплекса Statistica 12.0 (Stat Soft Inc., США) и Microsoft Excel. Для статистического анализа использовали параметрический t-критерий Стьюдента.

Результаты исследования и обсуждение

Внесение в рацион бройлеров ОМКД привело к изменению в переваримости компонентов корма (рис. 1). Так, переваримость сырого протеина увеличилась во всех опытных группах на 3,6; 3,7 и 2 % соответственно относительно контрольной группы. Коэффициент переваримости сырого жира также демонстрирует положительную динамику в опытных группах, увеличившись на 3,8; 6,6 и 4,7 % соответственно по сравнению с контрольной группой. Следовательно, введение ОМКД способствует эффективному расщеплению и усвоению жиров, что является важным фактором для энергетического обеспечения организма.

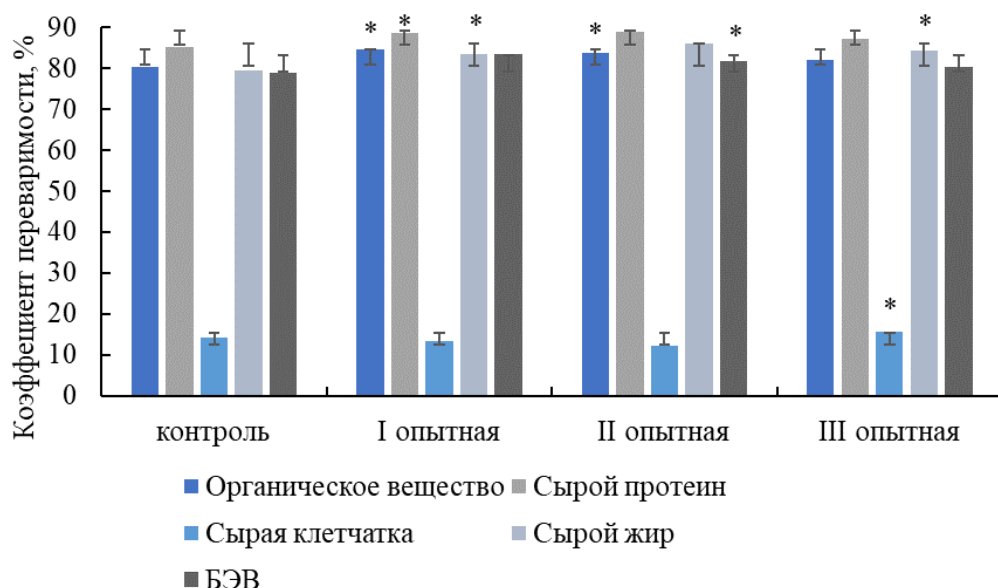


Рис. 1. Коэффициент переваримости питательных веществ корма, %

Примечание. *Достоверная разность опытных групп с контрольной группой ($p < 0,05$).

Источник: выполнено А.П. Иванисовой, Е.А. Сизовой, Т.Н. Холодилиной с помощью программы MS Excel.

В то же время влияние ОМКД на переваримость сырой клетчатки оказалось неоднозначным. Включение 4-компонентной ОМКД в рацион с 15-суточного

возраста (III группа) привело к незначительному увеличению переваримости клетчатки на 1,3 %. Однако, раннее начало скормливания (с 7-суточного возраста) имело противоположный эффект, снижая переваримость клетчатки на 0,8 и 2,1 % в I и II группах соответственно по сравнению с контрольной группой. Это может быть связано с особенностями развития пищеварительной системы молодняка и ее адаптацией к новым компонентам рациона.

Показатель безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) при скормливании ОМКД так же увеличивается во всех опытных группах, в диапазоне от 1,5 до 4,7 % по сравнению с контролем.

Известно, что органические добавки оптимизируют морфофункциональную активность слизистой оболочки кишечника, а также играют важную роль в формировании и поддержании сбалансированной кишечной микрофлоры, что, в свою очередь, может снизить наличие токсинов, негативно влияющих на морфологию кишечника [21], и улучшить переваривание и всасывание питательных веществ [22].

Таким образом, повышение биодоступности питательных веществ при использовании кормовой добавки с лактулозой связано с ее способностью оптимизировать процессы пищеварения и абсорбции. Лактулоза модифицирует морфологию микроструктур кишечника и модулирует состав микробиоты, что в совокупности приводит к более эффективному усвоению нутриентов [23].

При этом, важной позицией скормливания ОМКД являются сроки ввода в рацион. Так, поздний срок — 15-суточный возраст — является приоритетным по сравнению с более ранним — 7-суточным, вероятно, в силу наступления структурной и функциональной зрелости кишечника.

Проанализировав полученные данные, можно сказать, что внесение в рацион цыплят-бройлеров ОМКД приводит к изменениям в химическом составе тела (рис. 2). Концентрация жира снижается в I и II группах на 1 и 0,8 % по сравнению с контролем.

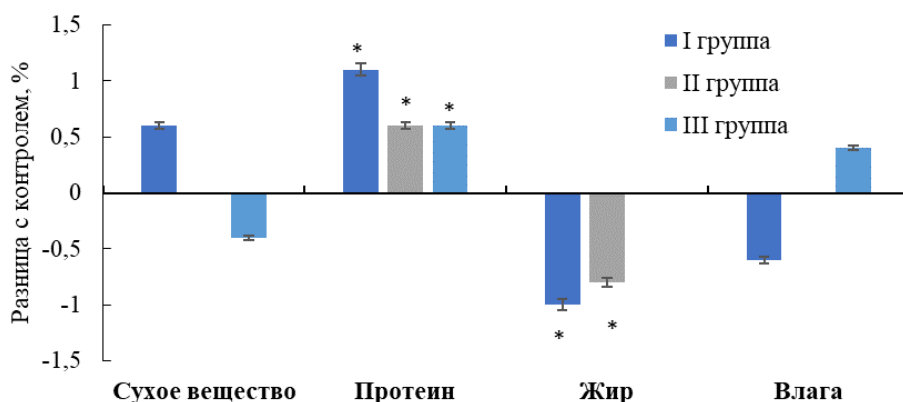


Рис. 2. Различия в химическом составе мышечной ткани цыплят-бройлеров Arbor Acres в возрасте 42 суток (опыт в условиях вивария, $M \pm m$), %

Примечание. * Достоверная разность опытных групп с контрольной группой ($p < 0,05$).

Источник: выполнено А.П. Иванищевой, Е.А. Сизовой, Т.Н. Холодилиной с помощью программы Excel.

Уровень протеина возрастает во всех опытных группах в диапазоне от 0,6 до 1,1 % при скармливании ОМКД в независимости от состава и их сроков внесения.

Данные изменения в химическом составе мышц могут положительно сказаться на пищевой ценности и потребительских качествах мяса бройлеров.

Компоненты, входящие в состав ОМКД, влияют на абсорбцию макро- и микроэлементов. Так, концентрация Mg и K увеличилась во всех опытных группах на 12,5 и 2,97 % (I группа); 12,5 и 15,8 % (II группа (*p* < 0,05)) и 2,97 % (калий в III группе) соответственно, по сравнению с контролем (табл. 1). Уровень Na снижается при скармливании ОМКД с 7-суточного возраста на 4,3 %, а при внесении добавки с 15-суточного возраста, напротив, увеличивается на 8,7 % относительно контроля. Концентрация Ca увеличивается при внесении в рацион ОМКД как с 7-, так и с 15-суточного возраста (I и III группы) на 40 (*p* < 0,05) и 100 % (*p* < 0,05), при исключении лактулозы из состава кормовой добавки (II группа) данный показатель снижается на 40 % относительно сверстников в контроле. Исследования показали, что введение пребиотиков может улучшить усвояемость питательных веществ [24]. При этом, основной причиной хорошего усвоения минералов может быть увеличение полезных бактерий в кишечнике [25], а также улучшение антиоксидантных свойств и снижение общего уровня оксидантов [26].

Таблица 1

Концентрация макро- и микроэлементов в мышечной ткани цыплят-бройлеров в конце эксперимента

Элементы	Группы			
	Контроль	I	II	III
Макроэлементы, г/кг				
Na	2,3 ± 0,12	2,2 ± 0,11	2,3 ± 0,12	2,5 ± 0,13
Mg	0,8 ± 0,01	0,9 ± 0,05	0,9 ± 0,05	0,8 ± 0,01
K	10,1 ± 0,51	10,4 ± 0,52	11,7 ± 0,59*	10,4 ± 0,52
Ca	0,5 ± 0,03	0,7 ± 0,04*	0,3 ± 0,02*	1,0 ± 0,05*
Микроэлементы, мг/кг				
Mn	0,8 ± 0,08	1,0 ± 0,05*	0,7 ± 0,03	0,9 ± 0,05*
Ni	0,4 ± 0,02	0,2 ± 0,01**	0,3 ± 0,02*	0,2 ± 0,01
Cu	1,8 ± 0,04	1,1 ± 0,06*	1,3 ± 0,06*	1,5 ± 0,07
Fe	22,7 ± 1,20	20,4 ± 1,30	21,0 ± 1,11	26,4 ± 1,48
Zn	36,8 ± 1,91	41,4 ± 2,52	36,2 ± 2,09	39,2 ± 2,19
Cr	0,5 ± 0,04	0,6 ± 0,03	0,4 ± 0,03	1,1 ± 0,09*

Примечание. * Достоверная разность опытных групп с контрольной группой (*p* < 0,05).

Источник: выполнено А.П. Иванищевой, Е.А. Сизовой, Т.Н. Холодилиной

Концентрация эссенциальных элементов в мышечной ткани также подверглась изменению. Так, при использовании 3-компонентной ОМКД (II группа) происходит снижение всех изучаемых элементов в диапазоне от 1,6 до 27,8 % по сравнению с контролем.

Уровень Ni и Cu снижается по сравнению с контролем при внесении в рацион 4-компонентной ОМКД:

- с 7-суточного возраста — соответственно на 50 ($p < 0,05$) и 38,9 %,
- 15-суточного — на 50 ($p < 0,05$) и 16,7 %.

Концентрация же Mn и Zn увеличивается относительно контрольной группы соответственно на 25 ($p < 0,05$); 12,5 % (I группа) и на 12,5 ($p < 0,05$); 6,5 % (III группа).

Увеличение темпов роста птицы и хорошая скорость наращивания мышечной массы способствуют частому возникновению «слабости» скелета, что приводит к хромоте и смертности. Подобная проблема может быть существенно смягчена за счет оптимизации снабжения питательными веществами и, в частности, использованием остеотропных компонентов в составе минеральных комплексов, которые способствуют улучшению развития костей у птицы.

Компоненты ОМКД, в частности ультрадисперсный диоксид кремния, положительно сказываются на структуре кости и концентрации макроэлементов в костной ткани цыплят-бройлеров (рис. 3). Концентрация Ca достоверно увеличилась во всех опытных группах в диапазоне от 17,8 до 43,1 % по сравнению с контрольной группой. Уровень Mg также увеличился в опытных группах с максимальным проявлением в III группе (26,7 %) при скормливания ОМКД на поздних сроках.

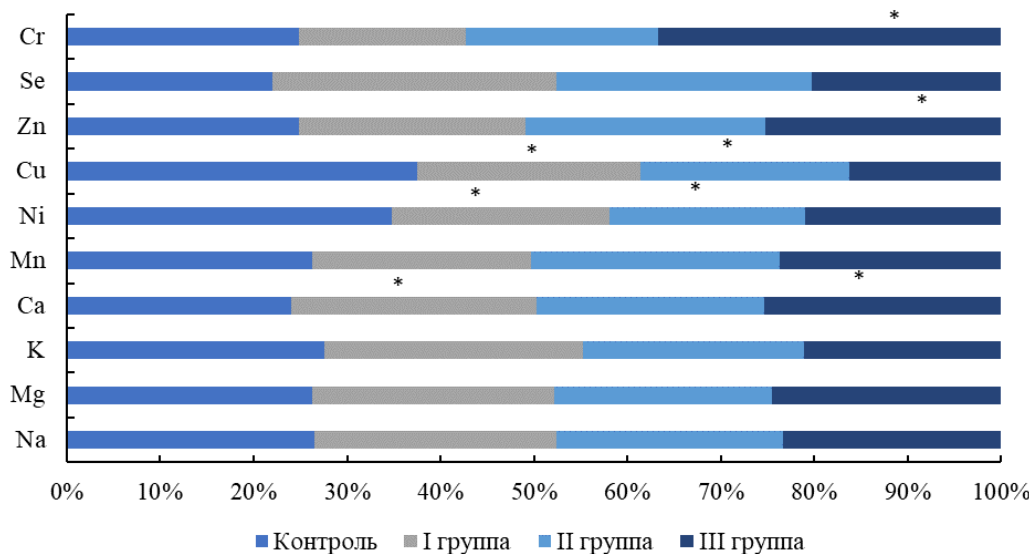


Рис. 3. Относительное содержание химических элементов в костной ткани цыплят-бройлеров, %

Примечание. * Достоверная разность опытных групп с контрольной группой ($p < 0,05$).

Источник: выполнено А.П. Иванищевой, Е.А. Сизовой, Т.Н. Холодилиной с помощью программы Excel.

Внесение в рацион цыплят-бройлеров ОМКД привело к снижению содержания таких эссенциальных элементов как Ni и Cu на 27,3 ($p < 0,05$); 27,2 ($p < 0,05$); 18,2 % и 31 ($p < 0,05$); 27,6 ($p < 0,05$); 41,1 % соответственно в I, II и III опытных группах относительно контрольной группы. Концентрация Mn снизилась в I группе на 3,7 %, а по II и III группам, напротив, возросла на 22,2 % по сравнению с контролем. Уровень Zn увеличился в I группе на 5,2 %, во II — на 24,3 %, а в III — на 37,4 % ($p < 0,05$) по сравнению с контролем. Такой же эффект отмечен и с концентрацией Se, а именно, в I и II группах увеличение на 50 %, а в III группе — на 25 % относительно контроля. Таким образом, наблюдается тенденция к увеличению содержания минеральных веществ в костях, что может способствовать укреплению костной ткани и снижению риска заболеваний опорно-двигательного аппарата.

Различные источники кремния могут отличаться по степени своей деградации и растворению на протяжении желудочно-кишечного тракта [27], а также влиять на скорость прохождения химуса в кишечнике, потенциально влияя на парацеллюлярную абсорбцию [28]. Для полного понимания влияния кормовых добавок на минеральный обмен и их воздействия на костно-мышечную систему, необходимо учитывать не только изменения в минеральном балансе, но и детальные механизмы абсорбции и взаимодействия элементов [29]. Кроме того, необходимо учитывать влияние различных факторов, таких как возраст, физическая активность и общее состояние здоровья животного, на абсорбцию и метаболизм минералов. Эти данные позволят разработать более эффективные и безопасные кормовые добавки, способствующие оптимальному развитию и функционированию костно-мышечной системы [30].

Внесение в рацион ОМКД приводит к изменению в аминокислотном (АМК) составе мышечной ткани цыплят-бройлеров (табл. 2). Так, уровень незаменимых АМК увеличился во всех опытных группах I–III соответственно: аргинина на 0,39; 0,42 и 0,7 %; лизина на 0,55 ($p < 0,05$); 0,48 ($p < 0,05$) и 0,06 % ($p < 0,05$); лейцина+изолейцина на 0,98; 0,51 и 0,21 % по сравнению с контролем. Концентрация валина повысилась в I и II группах на 0,56 % ($p < 0,05$) и 0,44 % ($p < 0,05$), а в III группе, напротив, снизилась на 0,21 % относительно контроля.

Таблица 2

Аминокислотный состав мышечной ткани цыплят-бройлеров, %

Показатель	Группы			
	Контроль	I	II	III
Аргинин	4,23 ± 0,21	4,62 ± 0,23	4,65 ± 0,23	4,93 ± 0,24
Лизин	6,53 ± 0,02	7,08 ± 0,35*	7,01 ± 0,35*	6,59 ± 0,32
Тирозин	2,35 ± 0,11	2,79 ± 0,13	3,48 ± 0,17*	3,45 ± 0,17*
Лейцин+Изолейцин	9,65 ± 0,48	10,63 ± 0,53	10,16 ± 0,51	9,86 ± 0,49
Валин	3,85 ± 0,19	4,42 ± 0,22*	4,29 ± 0,21	3,78 ± 0,19
Серин	3,12 ± 0,15	3,29 ± 0,16	3,20 ± 0,16	3,18 ± 0,16
Аланин	5,26 ± 0,26	5,44 ± 0,27	5,28 ± 0,26	5,05 ± 0,25

Примечание. * Достоверная разность опытных групп с контрольной группой ($p < 0,05$).

Источник: выполнено А.П. Иванищевой, Е.А. Сизовой, Т.Н. Холодилиной.

Уровень тирозина вырос во всех опытных группах в диапазоне от 0,44 до 1,13 % по сравнению с контролем. Концентрация серина также увеличилась с максимальным проявлением в I группе (0,17 %) относительно своих сверстников в контроле.

Содержание заменимой АМК — аланина — снизилось в III группе на 0,21 %, а в I и II группах увеличилось на 0,17 и 0,02 % по отношению к контролю.

Химический состав куриного мяса важен и обычно определяет возможности хранения или дальнейшей переработки [31, 32]. Предполагается, что пребиотики, стимулируя рост полезной микробиоты в кишечнике, способствуют улучшению всасывания аминокислот из корма. Органоминеральные комплексы, в свою очередь, могут непосредственно участвовать в синтезе определенных аминокислот или влиять на метаболические процессы в организме птицы, приводящие к изменению аминокислотного профиля мышц [33, 34].

Другое мнение выразили Mehdi pour et al. [35], не обнаружив изменений в физико-химических характеристиках мышц бедра, когда перепела питались рационом с добавлением синбиотика. Эти противоречивые результаты могут быть связаны с явными различиями в породе, продолжительности диетического добавления, дозировке и других аспектах управления.

Таким образом, внесение ОМКД, вне зависимости от сроков скармливания, положительно влияет на содержание АМК в мясе и тем самым на качество и биологическую ценность продукта.

Заключение

Включение ОМКД в рацион цыплят-бройлеров является эффективным способом оптимизации белкового и жирового обмена, что способствует увеличению мышечной массы и снижению процента жира в организме. Повышенное содержание аминокислот не только улучшает вкусовые характеристики мяса, но и повышает его биологическую ценность, делая его более полезным для потребителя. В конечном итоге, использование данной кормовой добавки способствует производству более качественного и питательного мяса бройлеров.

При выборе состава добавки и сроков скармливания (с 7-х или 15-х суток) рекомендуем использовать 4-компонентную ОМКД для цыплят-бройлеров с возраста 15 суток.

Список литературы

1. Cai K, Shao W, Chen X, Campbell YL, Nair MN, Suman SP, et al. Meat quality traits and proteome profile of woody broiler breast (pectoralis major) meat. *Poultry Science*. 2018;97:337–346. doi: 10.3382/ps/pex284
2. Chiesa LM, Nobile M, Panzeri S, Arioli F. Antibiotic use in heavy pigs: comparison between urine and muscle samples from food chain animals analysed by HPLC–MS/MS. *Food Chemistry*. 2017;235:111–118. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.04.184
3. Li X, Wang L, Zhen Y, Li S, Xu Y. Chicken egg yolk antibodies (IgY) as non-antibiotic production enhancers for use in swine production: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2015;6:40. doi: 10.1186/s40104-015-0038-8

4. Mehdi Y, Létourneau-Montminy MP, Gaucher ML, Chorfi Y, Suresh G, Rouissi T, Brar SK, Côté C, Ramirez AA, Godbout S. Use of antibiotics in broiler production: global impacts and alternatives. *Animal Nutrition*. 2018;4:170–178. doi: 10.1016/j.aninu.2018.03.002
5. Pliego AB, Tavakoli M, Khusro A, Seidavi A, Elghandour MM, Salem AZ, Rene Rivas-Caceres R. Beneficial and adverse effects of medicinal plants as feed supplements in poultry nutrition: a review. *Animal Biology*. 2022; 33(2):369–391. doi: 10.1080/10495398.2020.1798973
6. Ravindran V, Dryden GM. Additives. In *The Encyclopedia of Animal Nutrition*. CAB International: Wallingford, UK. 2023. doi: 10.1016/B978-0-323-85125-1.00209-X
7. Zhang L, Zhang L, Zhan X, Zeng X, Zhou L, Cao G, et al. Effects of dietary supplementation of probiotic, *Clostridium butyricum*, on growth performance, immune response, intestinal barrier function, and digestive enzyme activity in broiler chickens challenged with *Escherichia coli* k88. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2016;7:3. doi: 10.1186/s40104-016-0061-4
8. Hagihara M, Kuroki Y, Ariyoshi T, Higashi S, Fukuda K, Yamashita R, et al. *Clostridium butyricum* modulates the microbiome to protect intestinal barrier function in mice with antibiotic-induced dysbiosis. *iScience*. 2020;23:100772. doi: 10.1016/j.isci.2019.100772
9. Alagawany M, Abd El-Hack ME, Farag MR, Sachan S, Karthik K, Dhama K. The use of probiotics as eco-friendly alternatives to antibiotics in poultry nutrition. *Environmental Science and Pollution Research*. 2018;25:10611–10618. doi: 10.1007/s11356-018-1687-x
10. Gadde UD, Oh S, Lee Y, Davis E, Zimmerman N, Rehberger T, et al. Dietary *Bacillus subtilis*-based direct-fed microbials alleviate LPS-induced intestinal immunological stress and improve intestinal barrier gene expression in commercial broiler chickens. *Research in Veterinary Science*. 2017;114:236–243. doi: 10.1016/j.rvsc.2017.05.004
11. Dela Cruz PJD, Dagaas CT, Mangubat KMM, Angeles AA, Abanto OD. Dietary effects of commercial probiotics on growth performance, digestibility, and intestinal morphometry of broiler chickens. *Tropical Animal Health and Production*. 2019;51:1105–1115. doi: 10.1007/s11250-018-01791-0
12. Upadhaya SD, Rudeaux F, Kim IH. Effects of inclusion of *Bacillus subtilis* (Gallipro) to energy- and protein-reduced diet on growth performance, nutrient digestibility, and meat quality and gas emission in broilers. *Poultry Science*. 2019;98:2169–2178. doi: 10.3382/ps/pey573
13. Yu L, Peng Z, Dong L, Wang H, Shi S. *Enterococcus faecium* NCIMB 10415 supplementation improves the meat quality and antioxidant capacity of the muscle of broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2019;103:1099–1106. doi: 10.1111/jpn.13097
14. Dibner JJ, Buttin P. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. *Journal of Applied Poultry Research*. 2002;11(4):453–463. doi: 10.1093/japr/11.4.453
15. Sultan A, Ullah T, Khan S, Khan RU. Effect of organic acid supplementation on the performance and ileal microflora of broiler during the finishing period. *Pakistan Journal of Zoology*. 2015;47(3):635–639.
16. Park KW, Rhee AR, Um JS, Paik IK. Effect of dietary available phosphorus and organic acids on the performance and egg quality of laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2009;18(3):598–604. doi: 10.3382/japr.2009-00043
17. Мирошников С.А., Мустафина А.С., Губайдуллина И.З. Оценка действия ультрадисперсного оксида кремния на организм цыплят-бройлеров // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 3. № 1. С. 20–32. doi: 10.33284/2658-3135-103-1-20 EDN: TVZWNW
18. Иванищева А.П., Сизова Е.А., Камирова А.М., Власов Е.А., Мусабаева Л.Л. Изменение элементного состава мышечной и костной ткани бройлеров на фоне скормливания им комплексной органо-минеральной добавки // Птица и птицепродукты. 2024. № 1. С. 24–27. doi: 10.30975/2073-4999-2024-26-1-28-31 EDN: QRUGHR
19. Ибатуллин И., Ильчук И., Кривенок Н. Аргинин в комбикормах для бройлеров // Животноводство России. 2019. № 9. С. 15–17. doi: 10.25701/ZZR.2019.45.18.020 EDN: YNSVPD
20. Fathima S, Al Hakeem WG, Selvaraj RK, Shanmugasundaram R. Beyond protein synthesis: the emerging role of arginine in poultry nutrition and host-microbe interactions. *Frontiers in Physiology*. 2024;3:14:1326809. doi: 10.3389/fphys.2023.1326809
21. Garcia V, Catala-Gregori P, Hernandez F, Megias MD, Madrid J. Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. *Journal of Applied Poultry Research*. 2007;16(4):555–562. doi:10.3382/japr.2006-00116
22. Pelicano ERL, Souza PA, Souza HBA, Figueiredo DF, Boiagio MM, Carvalho SR, Bordon VF. Intestinal mucosa development in broiler chickens fed natural growth promoters. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2005;7:221–229. doi: 10.1590/S1516-635X2005000400005

23. Nguyen DH, Kim IH. Protected organic acids improved growth performance, nutrient digestibility, and decreased gas emission in broilers. *Animals*. 2020;10(3):416. doi: 10.3390/ani10030416
24. Zhao PY, Li HL, Mohammadi M, Kim IH. Effect of dietary lactulose supplementation on growth performance, nutrient digestibility, meat quality, relative organ weight, and excreta microflora in broilers. *Poultry Science*. 2016;95(1):84–89. doi: 10.3382/ps/pev324
25. Wu X, Yang P, Sifa D, Wen Z. Effect of dietary stevioside supplementation on growth performance, nutrient digestibility, serum parameters, and intestinal microflora in broilers. *Food & Function*. 2019;10(6):2340–2346. doi: 10.1039/C8FO01883A
26. Sohail MU, Rahman ZU, Ijaz A, Yousaf MS, Ashraf K, Yaqub T, Rehman H. Single or combined effects of mannan-oligosaccharides and probiotic supplements on the total oxidants, total antioxidants, enzymatic antioxidants, liver enzymes, and serum trace minerals in cyclic heat-stressed broilers. *Poultry Science*. 2011;11(1):2573–2577. doi: 10.3382/ps.2011-01502
27. Diab R, Canilho N, Pavel IA, Haffner FB, Girardon M, Pasc A. Silica-based systems for oral delivery of drugs, macromolecules and cells. *Advances in Colloid and Interface Science*. 2017;249:346–362. doi: 10.1016/j.cis.2017.04.005
28. Tedesco E, Benetti F, Pezzani R. In vitro evaluation of different organic matrices used to modulate silicon bioavailability. *FASEB Journal*. 2020;34:12229–12238. doi: 10.1096/fj.202000060RR
29. Belton DJ, Deschaume O, Perry CC. An overview of the fundamentals of the chemistry of silica with relevance to biosilicification and technological advances. *FEBS Journal*. 2012;279:1710–1720. doi: 10.1111/j.1742-4658.2012.08531.x
30. Kim MH, Kim EJ, Jung JY, Choi MK. Effect of water-soluble silicon supplementation on bone status and balance of calcium and magnesium in male mice. *Biological Trace Element Research*. 2014;158:238–242. doi: 10.1007/s12011-014-9936-4
31. Abdulwahab AA, Horniakova E. Effect of dietary *Lactobacillus* spp. and *Enterococcus faecium* supplementation on muscle amino acid profile and protein properties in broilers. *Archiva Zootechnica*. 2013;16:31–40. doi: 10.1016/j.livsci.2018.02.010
32. Podolian JN. Effect of probiotics on the chemical, mineral, and amino acid composition of broiler chicken meat. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017;7(1):61–65. doi:10.15421/20178
33. Liu X, Yan H, Lv L, Xu Q, Yin C, Zhang K, Wang P, Hu J. Growth performance and meat quality of broiler chickens supplemented with *Bacillus licheniformis* in drinking water. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2012;25(5):682–689. doi: 10.5713/ajas.2011.11334
34. Podolian JN. Effect of probiotics on the chemical, mineral, and amino acid composition of broiler chicken meat. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017;7(1):61–65. doi: 10.15421/20178
35. Mehdi-pour Z, Afsharmanesh M, Sami M. Effects of dietary synbiotic and cinnamon (*Cinnamomum verum*) supplementation on growth performance and meat quality in Japanese quail. *Livestock Science*. 2013;154(s1–3):152–157. doi: 10.1016/j.livsci.2013.03.014

Сведение об авторах:

Иванищева Анастасия Павловна — кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории «Испытательный центр», Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН), Российская Федерация, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29; e-mail: nessi255@mail.ru

ORCID: 0000-0001-8264-4616 SPIN-код: 9400-5652

Сизова Елена Анатольевна — доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник, руководитель отдела физиологии, биохимии и морфологии животных, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН), Российская Федерация, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29; e-mail: sizova.l78@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-5125-5981 SPIN-код: 9819-1051

Холодилина Татьяна Николаевна — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, руководитель Испытательного центра, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН), Российская Федерация, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29; e-mail: xolodilina@rambler.ru

ORCID: 0000-0002-3946-8247 SPIN-код: 2977-6059