

Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 3. С. 138-147.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2023. Vol. 106, no 3. P. 138-147.

Научная статья
УДК 636.5:636.087.7
doi:10.33284/2658-3135-106-3-138

Влияние биоминерального комплекса на рост, продуктивные качества цыплят-бройлеров

Роман Алексеевич Тузиков¹, Святослав Валерьевич Лебедев², Мария Сергеевна Аринжанова³, Елена Владимировна Шейда⁴

¹²³⁴Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

¹romantuzikov56@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9730-4454>

²lsv74@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9485-7010>

³marymiroshnikova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1898-9307>

⁴elena-shejjda@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2586-613X>

Аннотация. В статье изучено положительное влияние комплекса глицинатов Cu, Mn, Fe и пробиотического препарата Лактобифадол форте на мясную продуктивность и обмен веществ в организме цыплят-бройлеров. Исследованы убойные показатели и качество мяса, а также особенности накопления химических элементов в мышечной ткани птицы. Цыплята-бройлеры породы Ross 308 методом пар-аналогов были разделены на 5 групп (n=30) и содержались в групповых клетках. Контрольная группа получала основной рацион. I опытная группа – основной рацион (ОР) с глицинатами (Cu – 10 мг/кг, Mn – 270 мг/кг и Fe – 200 мг/кг). II опытная группа – ОР+пробиотический препарат в дозе 0.5 г/кг комбикорма+глицинаты (Cu – 10 мг/кг, Mn – 270 мг/кг и Fe – 200 мг/кг); III опытная группа – ОР+пробиотик (0.7 г/кг)+глицинаты (Cu – 10 мг/кг, Mn – 270 мг/кг и Fe – 200 мг/кг); IV опытная группа – ОР+пробиотик (1 г/кг)+глицинаты (Cu – 10 мг/кг, Mn – 270 мг/кг и Fe – 200 мг/кг). Применение кормовой добавки с комплексом глицинатов и пробиотика в кормлении цыплят-бройлеров позволяет увеличить предубойную живую массу на 9.7-11 %, массу потрошёной тушки – на 3.1-14.1 %, убойный выход – на 0.5-2.5 %. Комплексная кормовая добавка позволила снизить затраты корма на 1 кг прироста с 1.82 кг для контрольной группы до 1.55 кг – для группы, получавшей пробиотик в дозе 0.7 г/кг и комплекса глицинатов. Также в этой группе отмечено увеличение в мясе цыплят жира на 2.2 % и белка – на 2,4 %, а также Ca, K, Mg, Na, P и большинства условно-эссенциальных и эссенциальных элементов.

Ключевые слова: птицеводство, цыплята-бройлеры, кормление, мышечная ткань, минеральный состав, пробиотический препарат, Лактобифадол форте

Благодарности: работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 21-16-00009.

Для цитирования: Влияние биоминерального комплекса на рост, продуктивные качества цыплят-бройлеров / Р.А. Тузиков, С.В. Лебедев, М.С. Аринжанова, Е.В. Шейда // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 3. С. 138-147. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-3-138>

Original article

The influence of biomineral complex on the growth, productive traits in broiler chickens

Roman A Tuzikov¹, Svyatoslav V Lebedev², Maria S Arinzhanova³, Elena V Sheida⁴

¹²³⁴Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

¹romantuzikov56@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9730-4454>

²lsv74@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9485-7010>

³marymiroshnikova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1898-9307>

⁴elena-shejjda@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2586-613X>

Abstract. The article studied the positive effect of the complex of Cu, Mn, Fe glycinates and "Lactobifadol forte" probiotic preparation on meat productivity and metabolic processes in the body of broiler chickens. The slaughter indicators and meat quality, as well as the features of the chemical elements accumulation in the muscle tissue of poultry were studied. Ross-308 broiler chickens were divided into

5 groups (n=30) by the method of analogue pairs and kept in group cages. Control group was fed with the basic diet, I experimental group received the basic diet with Cu (10 mg/kg), Mn (270 mg/kg) and Fe (200 mg/kg) glycinates, II experimental group - basic diet + probiotic preparation at a dose of 0.5 g/kg of feed + glycinates (Cu (10 mg/kg), Mn (270 mg/kg) and Fe (200 mg/kg)); III experimental group - basic diet + probiotic (0.7 g/kg) + glycinates (Cu (10 mg/kg), Mn (270 mg/kg) and Fe (200 mg/kg)); IV experimental group - basic diet + probiotic (1 g/kg) + glycinates (Cu (10 mg/kg), Mn (270 mg/kg) and Fe (200 mg/kg)). The use of a feed additive with a complex of glycinates and probiotic in feeding broiler chickens increases the pre-slaughter live weight by 9.7-11.0%, gutted carcass weight by 3.1-14.1%, slaughter yield by 0.5-2.5%. The complex feed additive showed a decrease in feed costs per 1 kg of gain from 1.82 kg for the control group to 1.55 kg for the group treated with a probiotic at a dose of 0.7 g/kg and a complex of glycinates. An increase in fat by 2.2% and protein by 2.4%, as well as Ca, K, Mg, Na, P and most conditionally essential and essential elements was also noted in chicken meat from this group.

Keywords: poultry farming, broiler chickens, feeding, muscle tissue, mineral composition, probiotic preparation, Lactobifadol forte

Acknowledgments: the work was supported by the Russian Science Foundation, Project No. 21-16-00009.

For citation: Tuzikov RA, Lebedev SV, Arinzhanova MS, Sheida EV. The influence of biomineral complex on the growth, productive traits in broiler chickens. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(3):138-147. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-3-138>

Введение.

Рост численности населения примерно до 9,2 миллиарда человек к 2050 году предполагает увеличение спроса на качественное мясо птицы (FAO et al., 2015) с наименьшими финансовыми затратами и без ущерба для производительности (Korakas E et al., 2018). В целях достижимости поставленных задач, учитывая динамичность развития производства, необходимо принимать во внимание генетический потенциал мясного птицеводства и потребности в питательных веществах и энергии.

Желудочно-кишечный тракт цыплят-бройлеров содержит сложную и разнообразную микробиоту, которая играет жизненно важную роль в развитии иммунной системы, а также переваривании и усвоении питательных веществ, поддержании нормального гомеостаза и т. д. От состояния микрофлоры кишечника птицы также зависит и санитарно-гигиеническое состояние мясной продукции (Василевич С.Ф., 2017).

Любые незначительные изменения в микрофлоре кишечника птицы могут привести к различным физиологическим нарушениям её организма. Поэтому в качестве профилактических мер важно включать средства для создания естественного микробиоценоза кишечника и колонизационной резистентности (Лукашенко В.С. и др., 2011). Такими мерами для решения данного вопроса является использование пробиотических препаратов (Khan S et al., 2020).

Наука располагает значительным базисом данных, показывающих положительное влияние пробиотиков на организм цыплят-бройлеров (Fedorchenko A, 2017; Gilani S et al., 2021). Так, недавно исследование группы авторов (Zheng A et al., 2014) расширило общее представление механизмов, с помощью которых кормление пробиотиками улучшает качество куриного мяса на уровне протеома: позволяет значительно улучшить цвет мяса, водоудерживающую способность и pH грудных мышц (Patreva LS and Shevchenko TV, 2010). Пробиотики улучшают обмен эссенциальных и условно-эссенциальных микроэлементов и выведение токсических элементов (Кван О.В. и др., 2020; Нуржанов Б.С. и др., 2022).

Таким образом, с открытием уникальных свойств пробиотиков оказалось возможным совместить последние с комплексом минеральных веществ на основании их синергии в стимуляции обменных процессов и улучшении общих физиологических и биологических показателей испытываемых животных (Лукашенко В.С. и др., 2011).

Цель исследования.

Изучение минерального состава мышечной ткани цыплят-бройлеров при добавлении в рацион различных дозировок пробиотического препарата Лактобифадол форте с включением минеральных веществ.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Цыплята-бройлеры кросса Ross 308 в возрасте от 7- до 42-дневного возраста.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (1987 г.; Приказ Минздрава СССР No 755 от 12.08.1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных») и «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» (National Academy Press, Washington, D.C., 1996). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. На базе лаборатории биологических испытаний и экспертиз Федерального научного центра биологических систем и агротехнологии РАН был проведён эксперимент на цыплятах-бройлерах кросса Росс-308 в количестве 150 голов. В ходе основного учётного периода с 7-суточного возраста методом пар-аналогов было сформировано 5 групп: контрольная и четыре опытных.

Кормление исследуемой птицы в период с 7 по 28 сутки осуществлялось комбикормами стартового рациона ПК-5 – рацион «Рост», ПК-6 – рацион «Финиш» с добавлением пробиотического препарата Лактобифадол Форте («Компонент», г. Бугуруслан, Россия) в различных дозировках совместно с глицинатами Cu, Mn и Fe, (компания ООО «МегаМикс»). Контрольная группа получала рацион, составленный по рекомендациям ВНИИТИПа (2013). I опытная группа – основной рацион (ОР) с глицинатами (Cu – 10 мг/кг, Mn – 270 мг/кг и Fe – 200 мг/кг), II опытная группа – ОР+пробиотический препарат в дозе 0,5 г/кг комбикорма+глицинатами (Cu – 10 мг/кг, Mn – 270 мг/кг и Fe – 200 мг/кг); III опытная группа – ОР+пробиотик (0,7 г/кг)+глицинатами (Cu – 10 мг/кг, Mn – 270 мг/кг и Fe – 200 мг/кг); IV опытная группа – ОР+пробиотик (1 г/кг)+глицинатами (Cu – 10 мг/кг, Mn – 270 мг/кг и Fe – 200 мг/кг). С 28 по 42 сутки кормление осуществлялось полнорационными комбикормами ПК-6, составленными по рекомендациям ВНИИТИПа (2004), с добавлением тех же компонентов в том же количестве. Учёт кормов проводился ежедневно.

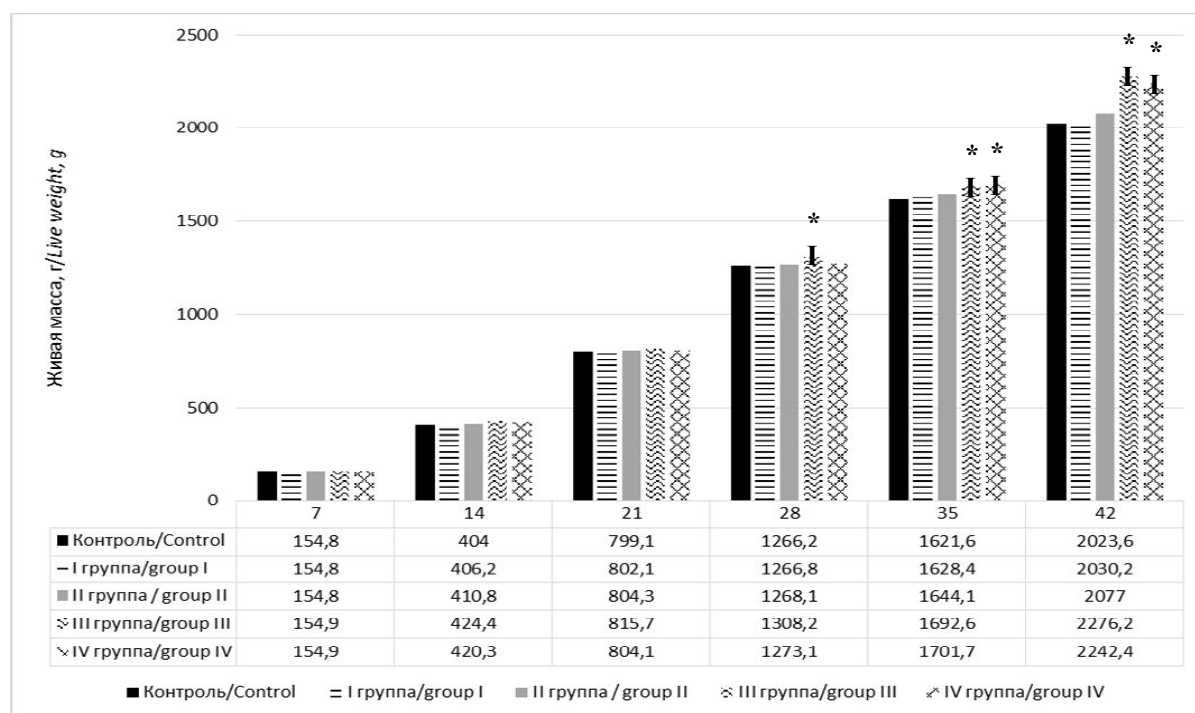
Лактобифадол Форте содержит в своем составе *Lactobacillus* ЛГ1-ДЕП-ВГНКИ в количестве не менее $1,0 \times 10^7$ КОЕ/г, *Bifidobacterium adolescentis* В-1-ДЕП-ВГНКИ – не менее $8,0 \times 10^7$ КОЕ/г.

Оборудование и технические средства. Элементный состав грудных и бедренных мышц, а также печени исследовали по 25 показателям (Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Sr, V, Zn) методами масс-спектрометрии (МС-ИСП) и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП) в аккредитованной лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва, Россия), использовались приборы атомно-эмиссионного («Optima 2000 DV», «Perkin Elmer Corp.», США) и масс-спектрального («Elan 9000», «Perkin Elmer Corp.», США) анализов с индуктивно связанной плазмой.

Статистическая обработка. Статистический анализ проводился с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Значимость групповых различий оценивали с помощью t-критерия Стьюдента при $P \leq 0,05$, признанного достоверным. Данные выражаются в виде средних значений \pm стандартной ошибки среднего значения ($M \pm m$).

Результаты исследования.

По достижении птицей возраста 28 суток живая масса бройлеров III опытной группы увеличилась на 3,3 % ($P \leq 0,05$) относительно контроля. К 35-суточному возрасту разница III и IV опытных групп с контролем составила 4,3 % ($P \leq 0,05$) и 4,9 % ($P \leq 0,05$) соответственно. К концу исследований лидерами по весовому росту были бройлеры III и IV групп, которые превосходили контрольных сверстников из контрольной группы на 12,5 % ($P \leq 0,05$) и 10,8 % ($P \leq 0,05$) соответственно (рис. 1).



Примечание: * – $P \leq 0,05$ относительно контрольной группы

Note: * – $P \leq 0.05$ relative to the control group

Рис. 1 – Динамика живой массы/
Figure 1 – Dynamics of live weight

За счёт снижения потребления корма в опытных группах по сравнению с контрольной на 2,8 %, 6,7 %, 3,5 % и на 0,8 % произошло уменьшение затрат корма на 1 кг прироста живой массы у опытных групп на 2,7 % у I группы, 9,3 % – у II группы, на 14,8 % – у III группы и на 11% – у IV группы соответственно (табл. 1).

Таблица 1. Фактическое потребление корма цыплятами-бройлерами по периодам выращивания, г/гол.

Table 1. Actual feed consumption by broiler chickens during growing periods, g/head

Показатель/Indicator	Контроль /control	I группа / I group	II группа / II group	III группа / III group	IV группа / IV group
ПК-5 / СС-5	1812,1	1800,2	1732,7	1712,3	1759,0
ПК-6 / СС-6	1597,6	1510,8	1447,9	1579,7	1623,0
Всего за периоды / Total for periods	3409,7	3311,0	3180,6	3292,0	3382,0
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг / Feed costs per 1 kg of live weight gain, kg	1,82	1,77	1,65	1,55	1,62

По массе мышечной ткани цыплят-бройлеров наилучший результат установлен в III опытной группе по сравнению с контрольной на 12,6 % и по массе потрошённой тушки – на 16,2 % ($P \leq 0,05$) (табл. 2).

Таблица 2. Убойный выход цыплят-бройлеров
Table 2. Slaughter yield of broiler chickens

Показатель / Indicator	Контроль / control	I группа / I group	II группа / II group	III группа / III group	IV группа / IV group
Предубойная живая масса, г/Preslaughter live weight, g	2023±105,2	2030±100,8	2077±91,1	2276±104,1*	2242±92,6*
Масса потрошённой тушки, г/ Gutted carcass weight, g	1556±65,4	1565±54,8	1604±171,9	1809±95,6*	1762±175
Убойный выход, %/ Slaughter yield, %	76,9±4,2	77,1±5,4	77,3±6,1	79,5±5,8	78,6±6,0
Масса мышечной ткани, г/ Mass of muscle tissue, g	792±61,0	798,5±64,2	823±78,4	892±56,9*	877±87,6
Масса внутренних органов, г/ Mass of internal organs, g	151±8,9	150,8±7,8	153±9,3	154±6,7	149±8,6

Примечание: * – $P \leq 0,05$ относительно контрольной группы

Note: * – $P \leq 0.05$ relative to the control group

Оценка содержания влаги у III опытной группы показала достоверное снижение показателя на 4,6 % ($P \leq 0,05$) (табл. 3), следовательно, доля сухого вещества у III группы выросла на 4,6 % ($P \leq 0,05$) по сравнению с контролем. Концентрация жира достоверно возросла в I, II и III опытных группах относительно контрольных значений на 2 %, 2 %, 2,2 %. Следует отметить повышение в мышечной ткани цыплят II и III групп уровня белка на 1,8 %, 2,4 % соответственно относительно контроля.

Таблица 3. Химический состав мышечной ткани, %
Table 3. Chemical composition of muscle tissue, %

Показатель / Indicator	Влага / Moisture	Сухое вещество / Dry matter	Жир / Fat	Зола / Ash	Белок / Protein
Контроль / control	77,6±1,8	22,4±1,8	3,3±0,8	0,89±0,01	18,2±0,4
I группа / I group	74,7±1,3	25,3±1,3	5,3±0,5*	0,91±0,02	19,1±0,4
II группа / II group	73,8±1,2	26,2±1,2	5,3±0,4*	0,89±0,01	20,0±0,2***
III группа / III group	73,0±1,3*	27,0±1,3*	5,5±0,3*	0,91±0,01	20,6±0,2***
IV группа / IV group	74,6±1,5	25,4±1,5	4,2±0,1	0,90±0,01	20,3±1,1

Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$ относительно контрольной группы

Note: * – $P \leq 0.05$; ** – $P \leq 0.01$; *** – $P \leq 0.001$ relative to the control group

Оценка минерального состава мышечной ткани подопытных птиц позволила выявить различия в механизмах действия различных дозировок пробиотика Лактобифадол форте в комплексе с глицинатами на обмен микро- и макроэлементов (табл. 4).

Таблица 4. Макро- и микроэлементы в мышечной ткани, мкг/г
Table 4. Macro- and microelements in muscle tissue, mcg/g

Показатель/ <i>Indicator</i>	Контроль <i>/ control</i>	I группа <i>/ I group</i>	II группа <i>/ II group</i>	III группа <i>/ III group</i>	IV группа <i>/ IV group</i>
Макроэлементы / Macroelements					
K	4363,3±74,1	4121,1±52,4*	4132,7±59,3*	4397,3±131,8	4611,7±216,2
P	2662,3±91,9	2620,8±121,3	2635,7±129,5	2723,3±135,9	2780,3±107,9
Mg	462,0±17,4	440,6±12,6	459,7±7,4	480,0±20,0	555,50±58,5*
Na	421,0±49,9	420,8±20,4	436,7±13,4	446,7±31,4	462,0±61,2
Ca	54,5±0,5	44,3±0,5***	75,8±4,6***	72,9±5,1***	65,8±9,3
Эссенциальные и условно-эссенциальные / Essential and conditionally essential					
Zn	8,72±0,58	5,36±0,64***	13,10±0,57***	9,93±0,58	11,64±1,1**
Fe	5,90±0,78	7,60±1,21	6,53±1,36	6,09±0,31	10,28±0,96***
Si	1,30±0,13	1,10±0,09	1,14±0,06	1,30±0,04	1,39±0,11
Cu	0,61±0,02	0,77±0,03***	0,59±0,05*	1,2±0,03***	1,36±0,34***
I	0,30±0,01	0,26±0,03	0,44±0,18	0,32±0,07	0,36±0,12
Mn	0,21±0,01	0,54±0,01***	0,49±0,28***	0,56±0,02***	0,84±2,77*
Se	0,123±0,002	0,111±0,004*	0,129±0,006	0,131±0,018	0,144±0,007
Cr	0,12±0,02	1,1±0,21***	1,18±0,87*	1,49±0,27**	1,33±0,48**
B	0,0445±0,0025	0,0502±0,0034	0,0400±0,0005	0,0537±0,0025**	0,0764±0,0196***
Ni	0,033±0,013	0,026±0,012	0,119±0,008***	0,197±0,011***	0,239±0,118***
Li	0,0046±0,0005	0,0039±0,0010	0,0048±0,0008*	0,0075±0,0007**	0,0078±0,0032
V	0,0038±0,0002	0,0031±0,0006	0,0054±0,0084	0,0087±0,0004*	0,0096±0,0715
Co	0,0021±0,0003	0,0020±0,0002	0,0023±0,0005	0,0027±0,0004	0,0029±0,0043

Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$ относительно контрольной группы

Note: * – $P \leq 0.05$; ** – $P \leq 0.01$; *** – $P \leq 0.001$ relative to the control group

В организме цыплят-бройлеров выявлен значительный рост кальция во II и III опытных группах на 39 % ($P \leq 0,001$) и 33,8 % ($P \leq 0,001$) соответственно. В I и II группах наблюдалось снижение калия по сравнению с контролем на 5,9 % ($P \leq 0,05$) и 5,6 % ($P \leq 0,05$) соответственно. Повышение количества цинка на 50,2 % ($P \leq 0,001$) и на 33,5 % ($P \leq 0,01$) по сравнению с контрольной группой отмечено во II и IV опытных группах. Достоверный рост количества меди по сравнению с контролем был отмечен в I, III и IV опытных группах: на 26,2 % ($P \leq 0,001$) – в I группе, в III и IV показатели были выше в 2 раза.

Обсуждение полученных результатов.

Результаты исследования показали, что применение комплекса глицинатов и пробиотической добавки Лактобифадол форте привело к снижению потребления корма и повышению продуктивности бройлеров. Результаты согласуются с исследованием Подолян Ю.Н. с коллегами (2011), показывающим эффективное действие пробиотической кормовой добавки на живую массу, показатели роста и убоя цыплят-бройлеров кросса Ross 308.

В нашем исследовании затраты корма на 1 кг прироста было выше у цыплят контрольной группы и составили 1,82 кг. Дополнительное включение глицинатов снижало затраты корма на 50 г, введение комплекса глицинатов и пробиотической кормовой добавки Лактобифадол форте снижало затраты корма до 1,55-1,65 кг и при этом увеличивало живую массу, вес разделанной туши и убойный выход по сравнению с контрольной группой. По данным Не Т с соавторами (2019), пробиотик способен улучшать активность пищеварительных ферментов птицы. Убойные показатели

цыплят-бройлеров при использовании комплекса глицинатов и пробиотика в дозировке 0,7 г и 1,0 г на 1 кг корма увеличились, в частности, предубойная живая масса, масса потрошёной тушки и масса съедобной части тушки. В работах некоторых исследователей также упоминалось о положительном влиянии пробиотиков на показатели убоя, в частности, о том, что их употребление повышает убойные качества и улучшает развитие внутренних органов и органов пищеварения (El-Kholy KH et al., 2020). В своём исследовании нами установлено увеличение массы внутренних органов подопытной птицы, получавшей пробиотический препарат в дозировке 0,7 г/кг комбикорма, относительно контрольной группы на 2,7 %. Также в данной группе зафиксировано снижение влаги в мышечной ткани, увеличение сухого вещества на 4,6 %, жира – на 2,2 % и белка – на 2,4 % относительно контроля.

Добавление пробиотиков в различных дозировках на фоне включения комплекса минералов способствовало снижению затрат корма и увеличению показателей роста относительно группы, получавшей комплекс глицинатов. Кроме того, во всех опытных группах относительно контрольной отмечено увеличение большинства макро-, эссенциальных и условно-эссенциальных элементов в мышечной ткани цыплят-бройлеров. Предыдущие исследования (Devi ND et al., 2019) подтверждают положительное влияние пробиотических добавок на усвоение аминокислот и удержание минеральных элементов корма у домашней птицы (Azemraw W and Sewalem M, 2017).

Таким образом, кормовые добавки с пробиотиком и комплексом глицинатов оказывают положительное влияние на продуктивность и улучшение мясной продуктивности цыплят бройлеров.

Заключение.

Это исследование показало, что применение комплекса минералов и пробиотической добавки оказало положительное влияние на усвояемость питательных веществ корма, способствовало увеличению мясной продуктивности и обмена химических элементов в организме цыплят-бройлеров. Использование комплексной кормовой добавки Лактобифадол форте снижало затраты корма на 1 кг прироста, увеличивало живую массу и массу потрошёной тушки, а также способствовало накоплению в мышечной ткани цыплят большинства макро- и эссенциальных элементов.

Список источников

1. Василевич С.Ф. Биологические свойства пробиотической минерально-углеводной кормовой добавки «Сорболин» и ее компонентов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2017. № 8. С. 56-62. [Vasilevich SF. Biological properties of probiotic mineral-carbohydric adhesive "Sorbolin" and its components. Veterinarija, zootehnija i biotehnologija. 2017;8:56-62. (In Russ.)].
2. Влияние пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* на содержание химических элементов в биологических тканях цыплят-бройлеров при минералдефицитной диете / О.В. Кван и др. // Аграрный вестник Урала. 2020. № S14. С. 28-34. [Kvan OV et al. Effect of the probiotic strain *Bifidobacterium Longum* on the content of chemical elements in biological tissues of broiler chickens with a mineral-deficient diet. Agrarian Bulletin of the Urals. 2020;S14:28-34. (In Russ.)]. doi: 10.32417/1997-4868-2021-14-28-34
3. Изменение содержания химических элементов в тканях тела бройлеров при скормливании пробиотика *Bacillus cereus* и кумарина / Б.С. Нуржанов [и др.] // Аграрная наука. 2022. № 10. С. 53-56. [Nurzhanov BS et al. Changes in the concentration of chemical elements in the body tissues of broilers when fed with the probiotic *Bacillus Cereus* and coumarin. Agrarian Science. 2022;10:53-56. (In Russ.)].
4. Кормовая добавка "Энтеро-актив": пат. 59058 UA / Ю.Н. Подолян, Р.А. Чудак, В.В. Болоховский, В.А. Болоховская, А.М. Благодир. Заявл. 10.09.2010; опубл. 10.05.2011, Бюл. № 9. [Podolian YM, Chudak RA, Bolokhovsky VV, Bolokhovska VA, Vlahodir AM. "Enteractive", supplementary feed: pat. 59058 UA. Zayavl. 10.09.2010; opubl. 10.05.2011, Byul. № 9. (In Russ.)].

5. Лукашенко В.С., Лысенко М.А., Слепухин В.В. Пробиотики повышают качество мяса цыплят-бройлеров // Птица и птицепродукты. 2011. № 5. С. 15-19. [Lukashenko VS, Lysenko MA, Slepukhin VV. Probiotiki povyshajut kachestvo mjasa cypljat-brojlerov. Poultry and Chicken Products. 2011;5:15-19. (In Russ.)].
6. Azemraw W, Sewalem M. Review on application of probiotics in poultry production. British Journal of Poultry Sciences. 2017;6(3):46-52. doi: 10.5829/idosi.bjps.2017.46.52
7. Devi ND, Nizamuddin VK, Vidyarthi VK. Effect of dietary supplementation of probiotic on the performance of broiler chicken. Livestock Research International. 2019;7(2):62-67.
8. El-Kholy KH, Rakha SM, Tag El-Din HT. Physical performance of broiler chickens affected by dietary biological additives. Journal of World's Poultry Research. 2020;10(3):443-450. doi: 10.36380/jwpr.2020.51
9. FAO, IFAD, WFP. The State of Food Insecurity in the World 2015. Meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress. Italy, Rome: FAO; 2015:56 p.
10. Fedorchenko A. Probiotyky dlia broilera. [Probiotics for broiler]. Our Poultry. 2017;3:35-48. (in Ukrainian).
11. Gilani S, Chrystal PV, Berekatain R. Current experimental models, assessment and dietary modulations of intestinal permeability in broiler chickens. Anim Nutr. 2021;7(3):801-811. doi: 10.1016/j.aninu.2021.03.001
12. He T et al. Effects of probiotics as antibiotics substitutes on growth performance, serum biochemical parameters, intestinal morphology, and barrier function of broilers. Animals. 2019;9(11):985. doi: 10.3390/ani9110985
13. Khan S et al. The gut microbiota of laying hens and its manipulation with prebiotics and probiotics to enhance gut health and food safety. Appl Environ Microbiol. 2020;86(13):e00600-20. doi: 10.1128/AEM.00600-20
14. Korakas E et al. Dietary composition and cardiovascular risk: A mediator or a bystander? Nutrients. 2018;10(12):1912. doi: 10.3390/nu10121912
15. Patreva LS, Shevchenko TV. Vplyv probiotyka «Baikal EM-1» na morfolohichniy sklad tushok kachok. [Influence of probiotic "Baikal EM-1" on the morphological composition of duck carcasses]. Agricultural Science and Food Technology. Animal Feeding and Feed Technology. 2010;4(44):143-145. (in Ukrainian).
16. Zheng A et al. Proteome changes underpin improved meat quality and yield of chickens (*Gallus gallus*) fed the probiotic *Enterococcus faecium*. BMC Genomics. 2014;15(1):1167. doi: 10.1186/1471-2164-15-1167

References

1. Vasilevich SF. Biological properties of probiotic mineral-carbohydric adhesive "Sorbolin" and its components. Veterinary, Zootechnics and Biotechnology. 2017;8:56-62.
2. Kvan OV et al. Effect of the probiotic strain *Bifidobacterium Longum* on the content of chemical elements in biological tissues of broiler chickens with a mineral-deficient diet. Agrarian Bulletin of the Urals. 2020;S14:28-34. doi: 10.32417/1997-4868-2021-14-28-34
3. Nurzhanov BS et al. Changes in the concentration of chemical elements in the body tissues of broilers when fed with the probiotic *Bacillus Cereus* and coumarin. Agrarian Science. 2022;10:53-56.
4. Podolian YM, Chudak RA, Bolokhovskiy VV, Bolokhovska VA, Blahodir AM. "Enterococcus", supplementary feed: Patent 59058 UA. Application 10.09.2010; Date of publication 10.05.2011, Bulletin № 9.
5. Lukashenko VS, Lysenko MA, Slepukhin VV. Probiotics improve the quality of broiler chicken meat. Poultry and Chicken Products. 2011;5:15-19.
6. Azemraw W, Sewalem M. Review on application of probiotics in poultry production. British Journal of Poultry Sciences. 2017;6(3):46-52. doi: 10.5829/idosi.bjps.2017.46.52

7. Devi ND, Nizamuddin VK, Vidyarthi VK. Effect of dietary supplementation of probiotic on the performance of broiler chicken. *Livestock Research International*. 2019;7(2):62-67.
8. El-Kholy KH, Rakha SM, Tag El-Din HT. Physical performance of broiler chickens affected by dietary biological additives. *Journal of World's Poultry Research*. 2020;10(3):443-450. doi: 10.36380/jwpr.2020.51
9. FAO, IFAD, WFP. The State of Food Insecurity in the World 2015. Meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress. Italy, Rome: FAO; 2015: 56 p.
10. Fedorchenko A. Probiotyky dlia broilera. [Probiotics for broiler]. *Our Poultry*. 2017;3:35-48. (in Ukrainian).
11. Gilani S, Chrystal PV, Barekatin R. Current experimental models, assessment and dietary modulations of intestinal permeability in broiler chickens. *Anim Nutr*. 2021;7(3):801-811. doi: 10.1016/j.aninu.2021.03.001
12. He T et al. Effects of probiotics as antibiotics substitutes on growth performance, serum biochemical parameters, intestinal morphology, and barrier function of broilers. *Animals*. 2019;9(11):985. doi: 10.3390/ani9110985
13. Khan S et al. The gut microbiota of laying hens and its manipulation with prebiotics and probiotics to enhance gut health and food safety. *Appl Environ Microbiol*. 2020;86(13):e00600-20. doi: 10.1128/AEM.00600-20
14. Korakas E et al. Dietary composition and cardiovascular risk: A mediator or a bystander? *Nutrients*. 2018;10(12):1912. doi: 10.3390/nu10121912
15. Patreva LS, Shevchenko TV. Vplyv probiotyka «Baikal EM-1» na morfolohichnyi sklad tushok kachok. [Influence of probiotic "Baikal EM-1" on the morphological composition of duck carcasses]. *Agricultural Science and Food Technology. Animal Feeding and Feed Technology*. 2010;4(44):143-145. (in Ukrainian).
16. Zheng A et al. Proteome changes underpin improved meat quality and yield of chickens (*Gallus gallus*) fed the probiotic *Enterococcus faecium*. *BMC Genomics*. 2014;15(1):1167. doi: 10.1186/1471-2164-15-1167

Информация об авторах:

Роман Алексеевич Тузиков, техник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С. Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: +7 996 571-51-01.

Святослав Валерьевич Лебедев, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, ведущий научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: +7 912 345-87-38.

Мария Сергеевна Аринжанова, аспирант 2 года обучения, младший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С. Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: +7 922 867-57-10.

Елена Владимировна Шейда, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: +7 922 862-64-02.

Information about the authors:

Roman A Tuzikov, Technician of the Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after Leushin SG, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8-996-571-51-01.

Svyatoslav V Lebedev, Dr. Sci. (Biology), corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Leading Researcher, Biological Tests and Examinations, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8-912-345-87-38.

Maria S Arinzhanova, 2st year postgraduate student, Junior Researcher, Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after Leushin SG, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8-922-867-57-10.

Elena V Sheyda, Cand. Sci (Biology), Researcher, Biological Tests and Examinations, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8-922-862-64-02.

Статья поступила в редакцию 14.06.2023; одобрена после рецензирования 07.07.2023; принята к публикации 11.09.2023.

The article was submitted 14.06.2023; approved after reviewing 07.07.2023; accepted for publication 11.09.2023.