

Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 3. С. 110-120.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2023. Vol. 106, no 3. P. 110-120.

Научная статья
УДК 636.5:591.11:577.17
doi:10.33284/2658-3135-106-3-110

Действие пробиотического препарата и комплекса глицинатов на общее развитие цыплят-бройлеров и морфобioхимические показатели крови

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

^{1,2,3,4}Федеральный 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 рассмотрено влияние комплекса глицинатов и пробиотического препарата Лактобифадол Форте на морфобioхимические показатели крови цыплят-бройлеров. Изучена динамика морфобioхимических показателей крови цыплят-бройлеров в зависимости от концентрации пробиотического препарата Лактобифадол Форте в рационе. Исследования длились в течение 42 дней. В ходе основного учётного периода было сформировано четыре группы (n=30). Средняя живая масса составляла 155,0 г на группу. Кормление исследуемой птицы в период с 7 по 28 сутки осуществлялось комбикормами стартового рациона с добавлением пробиотической добавки Лактобифадол Форте в различных дозировках. I опытная группа получала препарат в количестве 0,5 г/кг комбикорма; II опытная группа – 0,7 г/кг комбикорма; III опытная группа – 1 г/кг комбикорма. Цыплята опытных групп получали основной рацион с добавлением глицината железа в количестве 200 мг/кг комбикорма, глицината меди в количестве 10 мг/кг комбикорма и глицината марганца в количестве 270 мг/кг комбикорма. С 28 по 42 сутки кормление осуществлялось комбикормами ростового рациона с добавлением тех же компонентов в том же количестве. Использование данного препарата в дозировке 0,7 г на 1 кг корма увеличивало среднесуточный прирост на 11,9 %, способствовало снижению затрат корма на 14,8 % (P≤0,05), увеличению уровня гемоглобина в крови на 7,4 %, повышению концентрации общего белка (P≤0,01), кальция и железа (P≤0,05) в сыворотке крови.

Ключевые слова: пробиотические препараты, птицеводство, морфобioхимические показатели крови, кормление, Лактобифадол форте, кормопроизводство

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

Для цитирования: Действие пробиотического препарата и комплекса глицинатов на общее развитие цыплят-бройлеров и морфобioхимические показатели крови / Р.А. Тузиков, С.В. Лебедев, М.С. Аринжанова, Е.В. Шейда // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 3. С. 110-120. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-3-110>

Original article

The effect of probiotic preparation and glycinate complex on the general development and morpho-biochemical blood parameters in broiler chickens

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

^{1,2,3,4}Federal 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 considers the effect of the glycinate complex and the "Lactobifadol Forte" probiotic preparation on the morpho-biochemical blood parameters in broiler chickens. The dynamics of morpho-biochemical blood parameters were studied in broiler chickens depending on the concentration of the "Lactobifadol Forte" probiotic preparation in the diet. The studies lasted for 42 days. Four groups

(n=30) were formed during the main accounting period. The average live weight was 155.0 g per group. The experimental birds were fed with compound feeds of the starting ration with the addition of "Lactobifadol Forte" probiotic supplement in various dosages in the period from 7 to 28 days. The I experimental group received the preparation in the amount of 0.5 g/kg of compound feed; the II experimental group received 0.7 g/kg of compound feed; the III experimental group received 1 g/kg of compound feed. The chickens of the experimental groups received the main diet with the addition of iron glycinate in the amount of 200 mg/kg of compound feed, copper glycinate in the amount of 10 mg/kg of compound feed and manganese glycinate in the amount of 270 mg/kg of compound feed. From the 28th to the 42nd day, feeding was carried out with compound feed of the growth ration with the addition of the same components in the same amount. The use of this preparation at a dosage of 0.7 g per 1 kg of feed increased the average daily gain by 11.9%, contributed to a reduction in feed costs by 14.8% ($P \leq 0.05$), an increase in the hemoglobin level in the blood by 7.4%, an increase in total protein concentration ($P \leq 0.01$), calcium and iron ($P \leq 0.05$) in the blood serum.

Keywords: probiotic preparations, poultry farming, morpho-biochemical parameters of blood, feeding, Lactobifadol Forte, fodder production

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 effect of probiotic drug and glycinate complex on the general development and morpho-biochemical blood parameters in broiler chickens. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(3):110-120. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-3-110>

Введение.

Птицеводство является одним из самых быстрорастущих секторов животноводства, который за последние три десятилетия значительно расширился с ежегодными темпами роста более 5 % по сравнению с такими отраслями сельского хозяйства, как мясное скотоводство и свиноводство, возросшими лишь на 1,5 % и 3 % соответственно (Ходорович В., 2021). Такой интенсивный рост требует эффективных стратегий профилактики и борьбы с болезнями. Современные цыплята-бройлеры обладают высокой чувствительностью к неблагоприятным условиям среды, связанным с интенсивным производством, что приводит к иммуносупрессии и заражению даже мало вирулентными возбудителями (Шейда Е.В. и др., 2021). Несмотря на запрет использования антибиотиков в Европейском Союзе (ЕС) и в Соединенных Штатах Америки (США) (Abudabos AM et al., 2019), практикой птицеводов многих стран является метафилактическое введение антибиотиков цыплятам в первые дни жизни, а в некоторых случаях и во время первой вакцинации (Adhikari P et al., 2020). Данные процедуры могут негативно сказаться на защитных механизмах птиц, определяемых функционированием основных органов иммунной системы (Alagawany M et al., 2018). В течение многих лет проводились исследования веществ, положительно влияющих на микробиоту кишечника цыплят, одновременно стимулируя их защитные механизмы, тем самым снижая потребность в профилактическом и лечебном применении антибиотиков. Пробиотические препараты, содержащие естественную микрофлору кишечника, несомненно, занимают первое место среди этих веществ (Wan MLY et al., 2019; Ciurescu G et al., 2020). Пробиотики или микроорганизмы прямого вскармливания (Direct-fed microbials, DFM) можно определить, как живые микроорганизмы, которые оказывают благоприятное воздействие на хозяина при употреблении в адекватных количествах (Deraz SF, 2018). Во многих исследованиях сообщалось о том, что пробиотики помогают поддерживать физиологическую микробиоту пищеварительного тракта, модулировать иммунный ответ хозяина и снижать риск заражения патогенными бактериями, что положительно влияет на производственные результаты (Duskaev GK et al., 2018).

Микроорганизмы в желудочно-кишечном тракте играют решающую роль в укреплении здоровья и продуктивности цыплят. Кишечная микробиота улучшает использование питательных веществ, предотвращает колонизацию патогенами, улучшает показатели роста и метаболизирует

микотоксины в корме (Kazemi SA et al., 2019). Ранняя колонизация кишечника микроорганизмами имеет решающее значение, поскольку может повлиять на морфологию и физиологию кишечника и восприимчивость к инфекциям.

Инокуляция пробиотиков и пребиотиков *in ovo* способствует ранней колонизации кишечника «полезной» микробиотой после вылупления (Khattab A et al., 2021). Многие птицеводы заменили профилактическое введение антибиотиков в первые несколько дней жизни добавлением пробиотиков (Lokarimasari W et al., 2019). Некоторые производители наносят пробиотические бактерии на подстилочный материал, чтобы заселить его полезными микроорганизмами и вытеснить патогенные микробы из среды птицы. Пробиотики также включают в рацион или в воду птицы (Ramlucken U et al., 2020).

Тем не менее литература показывает, что эффективность данных препаратов варьируется и может зависеть от множества параметров: видов и штаммов пробиотиков, их стабильности, среды размножения, управления использованием пробиотиков (путь введения, время и дозировка), а также генетических особенностей, возраста и состояния здоровья животных (Rehman A et al., 2020).

С открытием уникальных свойств пробиотиков оказалось возможным совместить последнее с микроэлементами для повышения сохранности цыплят-бройлеров. Имеется множество исследований, показывающих их синергическое сочетанное действие, которое проявляется прежде всего в стимуляции обменных процессов и улучшении общих физических и биологических показателей испытываемых животных.

Цель исследования.

Изучить динамику морфобиохимических показателей крови цыплят-бройлеров в зависимости от концентрации пробиотического препарата Лактобифадол Форте в рационе.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Цыплята-бройлеры кросса Росс-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 (n=120). В ходе основного учётного периода с 7-суточного возраста методом аналогов были сформированы четыре группы по 30 голов в каждой. Средняя живая масса составляла 155,0 г на группу. Кормление исследуемой птицы в период с 7 по 28 сутки осуществлялось комбикормами стартового рациона, выработанными по рекомендациям Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства (ВНИИТИП, 2004) с добавлением пробиотического препарата Лактобифадол Форте («Компонент», г. Бугуруслан, Россия), содержащего *Lactobacillus acidophilus* 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 в различных дозировках. I опытная группа получала препарат в количестве 0,5 г/кг комбикорма; II опытная – 0,7 г/кг комбикорма; III опытная группа – 1 г/кг комбикорма. Цыплята опытных групп получали основной рацион с добавлением глицината железа в количестве 200 мг/кг комбикорма, глицината меди в количестве 10 мг/кг комбикорма и глицината марганца в количестве 270 мг/кг комбикорма. Кормовые добавки были поставлены компанией ООО «МегаМикс» (Россия). С 28 по 42 сутки кормление осуществлялось комбикормами ростового рациона, выработанными по рекомендациям Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства (ВНИИТИП, 2004) с добавлением тех же компонентов, в том же количестве.

Оборудование и технические средства. Исследования выполнены в ЦКП БСТ РАН <http://цкп-бст.рф>. Образцы крови отбирали в конце эксперимента в вакуумные пробирки с ЭДТА-К3, для биохимических исследований – в вакуумные пробирки с активатором свёртывания. Кровь исследовали на биохимическом автоматическом анализаторе марки Dirui CS-240 («DIRUI», Китай) и морфологическом автоматическом анализаторе DF-50 Vet («Shenzhen Dymind Biotechnology Co», Китай).

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.

Как показали результаты исследования, в I опытной группе наблюдалось повышение массы тела на 1,4 % и 2,6 % ($P \leq 0,05$) на 35 и 42 сутки соответственно. Во II опытной группе с 21 по 42 день было зафиксировано стабильное достоверное повышение массы тела по сравнению с контролем на 2 %, 3,3 %, 4,4 % и 12,5 % ($P \leq 0,05$) на 21, 28, 35 и 42 сутки соответственно. Среднесуточный привес во II опытной группе был выше, чем в контрольной на 13,5 % ($P \leq 0,05$). В III опытной группе с 35 по 42 сутки было установлено повышение массы тела по сравнению с контролем на 4,9 % и 10,8 % ($P \leq 0,05$) на 35 и 42 сутки соответственно. Среднесуточный привес в III опытной группе был выше, чем в контрольной на 10,4 % ($P \leq 0,05$). Абсолютный прирост во всех опытных группах превышал контроль на 2,8 %, 11,9 % и 10,5 % ($P \leq 0,05$) в I, II и III опытных группах соответственно (табл. 1).

Таблица 1. Динамика живой массы птиц и абсолютный прирост живой массы за период опыта, г/гол.

Table 1. Dynamics of live weight in poultry and absolute growth rate over the experimental period, g/head

Возраст, сут / Age, day	Контроль / control	I группа / I group	II группа / II group	III группа / III group
7	154,8 \pm 13,3	154,8 \pm 13,2	154,9 \pm 12,3	154,9 \pm 12,7
14	404,0 \pm 46,5	410,8 \pm 43,4	424,4 \pm 31,8	420,3 \pm 36,2
21	799,1 \pm 77,3	804,3 \pm 76,1	815,7 \pm 56,7*	804,1 \pm 77,3
28	1266,2 \pm 115,5	1268,1 \pm 133,2	1308,2 \pm 74,2*	1273,1 \pm 101,3
35	1621,6 \pm 167,1	1644,1 \pm 210,7*	1692,6 \pm 156,7*	1701,7 \pm 151,0*
42	2023,6 \pm 225,2	2077,0 \pm 291,1*	2276,2 \pm 204,1*	2242,4 \pm 192,6*
Абсолютный прирост за период опыта (35 дней) / Absolute growth rate over the experimental period (35 days)	1868,8 \pm 211,9	1922,2 \pm 277,9*	2121,3 \pm 191,8*	2087,5 \pm 179,9*
Среднесуточный прирост за период опыта, г / Average daily gain for the ex- perimental period, g	53,4 \pm 3,5	54,9 \pm 3,9	60,6 \pm 4,4*	59,6 \pm 4,1*

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

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

Интенсивность роста цыплят-бройлеров тесно связана с показателями потребления корма и его затратами на 1 кг прироста живой массы, которые отражены в таблице 2.

Таблица 2. Фактическое потребление корма цыплятами-бройлерами по периодам выращивания, г/гол.

Table 2. Actual feed intake by broiler chickens over the growing periods, g/head

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	контроль / control	I группа / I group	II группа / II group	III группа / III group
Стартовый комбикорм / Starter compound feed	1812,1	1732,7	1712,3	1759,0
Ростовой комбикорм / Growth compound feed	1597,6	1447,9	1579,7	1623,0
Всего за эксперимент / Total per experiment	3409,7	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	1,65	1,55	1,62

Цыплятами опытных групп было потреблено меньше корма, чем контрольной: I группы – на 6,7 %, II группы – на 3,5 %, III группы – на 0,8 % соответственно. Поэтому затраты корма на 1 кг прироста живой массы у опытных групп было значительно ниже, чем в контрольной группе: на 9,3 % – у I группы, на 14,8 % – у II группы и на 11 % – у III группы соответственно.

В таблице 3 представлены морфологические показатели крови, полученные по окончанию эксперимента.

Таблица 3. Показатели морфологического состава крови цыплят-бройлеров кросса Росс-308

Table 3. Indicators of morphological composition of blood in broiler chickens of Ross-308 cross

Показатель / Indicator	Группа / Group			
	контроль / control	I группа / I group	II группа / II group	III группа / III group
Гемоглобин, г/л/ Hemoglobin, g/l	105,33±34,45	108±12,42	113,67±14,56	94,67±8,72
Эритроциты, 10 ¹² /л/ Red blood cells, 10 ¹² /l	1,91±0,45	1,97±0,29	2,12±0,35	1,71±0,11
Лейкоциты, 10 ⁹ /л/ Leukocytes, 10 ⁹ /l	36,18±3,41	39,31±6,93	45,82±2,99	30,92±4,44
Гематокрит, %/ Hematocrit, %	22,63±6,38	23,77±3,07	24,43±2,73	20,90±1,79
МСН, пг/ MCH, pg	55,07±5,53	54,87±1,5	53,63±2,74	55,33±1,83

Примечание: * – P≤0,05 относительно контрольной группы

Note: * – P≤0.05 relative to the control group

Во II опытной группе было зафиксировано достоверное увеличение лейкоцитов в крови по сравнению с контролем на 26,6 % (P≤0,05).

Важным аспектом идентификации хорошей работы печени является уровень билирубина в сыворотке крови цыплят. Детоксикация печени и выведение продуктов распада – необходимый элемент метаболизма, поскольку билирубин, как часть продукта эритроцитов, токсичный по своей природе, должен быть выведен из организма. В пробах сыворотки крови опытных групп уровень билирубина снижался в I группе на 71,43 %, во II группе – на 52,04 %, в III группе – на 56,12 % (P≤0,05) (табл. 4).

Важная роль в обменных процессах принадлежит белкам сыворотки крови. Они находятся в непрерывном обмене с тканевыми белками, участвуют в регуляции осмотического давления, стимулируют защитную функцию организма. При повышении концентрации пробиотика в кормлении происходит увеличение содержания уровня общего белка. Поэтому его концентрация увеличивалась в опытных группах по сравнению с птицей контрольной группы в I группе на 49,19 %, во II группе – на 55,68 %, в III группе – на 60,97 % (P≤0,001).

Таблица 4. Биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров кросса Росс-308
Table 4. Biochemical parameters of blood serum in broiler chickens of Ross-308 cross

Показатель / Indicator	Группа/Group			
	контроль / control	I группа / I group	II группа / II group	III группа / III group
Глюкоза, ммоль/л/ Glucose, mmol/l	11,00±0,21	9,99±1,75	10,22±1,10	12,67±0,95
Общий белок, г/л/ Total protein, g/l	18,18±4,33	27,12±4,96	28,3±2,46	29,26±9,96***
Альбумин, г/л/ Albumin, g/l	10,67±0,33	10,67±0,33	10,00±0,58	10,67±0,33
АЛТ, Ед/л/ ALT, Units/l	8,70±1,47	4,30±1,35	7,10±1,61	4,73±0,23*
АСТ, Ед/л/ AST, Units/l	234,40±9,69	245,00±21,84	217,50±12,34	226,97±21,97
Билирубин общий, мкмоль/л/ Total bilirubin, mmol/l	0,98±0,38	0,57±0,13	0,64±0,43	0,63±0,22*
Холестерин, ммоль/л/ Cholesterol, mmol/l	2,36±0,13	2,35±0,20	2,28±0,28	2,33±0,39
Триглицериды, ммоль/л/ Triglycerides, mmol/l	0,27±0,18	0,23±0,15	0,27±0,08	0,21±0,11
Мочевина, ммоль/л/ Urea, mmol/l	0,67±0,17	0,53±0,09	0,57±0,03	0,47±0,15
Креатинин, мкмоль/л/ Creatinine, mmol/l	38,07±2,28	33,03±3,93	16,33±7,13**	35,57±12,17

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

Минеральный состав крови представлен в таблице 5. Включение пробиотика (в дозировке 0,5 г и 0,7 г) способствовало увеличению кальция и железа на 15 % и 33,7 % ($P \leq 0,05$) соответственно, в I группе – на 7,2 % и 9,4 % – во II группе. Уровень магния в сыворотке крови контрольной и опытных групп значительно не различался, уровень фосфора имел тенденцию к снижению, однако данные не были достоверными.

Таблица 5. Минеральный состав крови цыплят-бройлеров кросса Росс-308
Table 5. Mineral composition of blood in broiler chickens of Ross-308 cross

Показатель / Indicator	Группа/Group			
	контроль / control	I группа / I group	II группа / II group	III группа / III group
Возраст цыплят-бройлеров 28 суток/ Broiler chickens at 28 days of age				
Кальций, ммоль/л/ Calcium, mmol/l	3,40±1,08	3,10±0,72	2,81±0,46	2,75±0,44
Магний, ммоль/л/ Magnesium, mmol/l	0,55±0,55	0,72±0,56	0,53±0,16	0,50±0,14
Железо, мкмоль/л/ Iron, $\mu\text{mol/l}$	28,23±14,46	28,03±3,28	31,4±31,39	18,77±5,82*
Фосфор, ммоль/л/ Phosphorus, mmol/l	1,03±0,19	1,07±0,58	1,08±0,39	1,32±0,55
Возраст цыплят-бройлеров 42 суток/ Broiler chickens at 42 days of age				
Кальций, ммоль/л/ Calcium, mmol/l	3,75±0,40	4,41±0,10	4,04±0,15	3,73±0,14
Магний, ммоль/л/ Magnesium, mmol/l	0,81±0,01	0,83±0,06	0,87±0,06	0,76±0,04
Железо, мкмоль/л/ Iron, $\mu\text{mol/l}$	27,87±6,58	42,07±17,36	30,80±3,86	27,73±8,26
Фосфор, ммоль/л/ Phosphorus, mmol/l	3,70±0,28	2,99±0,30	3,02±0,19	3,39±0,41

Примечание: * – $P \leq 0,05$ относительно контрольной группы
Note: * – $P \leq 0.05$ relative to the control group

Обсуждение полученных результатов.

Значения средней массы тела цыплят-бройлеров при включении в рацион пробиотического препарата Лактобифадол форте показали разницу относительно контрольной группы от 2 % до 12,5 % при различных дозировках введения. В том числе, добавление пробиотика сопровождалось увеличением среднесуточного прироста на 1,5-7,2 г, на фоне снижения затрат корма на 1 кг прироста на 9,3-14,8 % ($P \leq 0,05$). Наши результаты согласуются с более ранними исследованиями (Rivera-Pérez W et al., 2021; Reuben RC et al., 2022), которые установили значительную разницу в массе тела цыплят бройлеров при использовании в кормлении пробиотика (Rodjan P et al., 2018). Расхождения в данных результатах могут быть обусловлены различиями между источниками пробиотиков, агроклиматическими условиями, разницей в дозировках пробиотиков и сезонах года и т. д.

Zhang L с коллегами (2016) в своих исследованиях не обнаружили какой-либо существенной разницы в массе тела бройлеров при включении пробиотического штамма *Clostridium butyricum* в рацион кормления, в других работах, напротив, отмечено значительное увеличение прироста живой массы бройлеров ($P \leq 0,05$) на фоне использования пробиотического штамма *Saccharomyces cerevisiae*.

Общее потребление корма в опытных группах с включением пробиотика в дозировках 0,5, 0,7 и 1,0 г на 1 кг корма относительно контрольной группы увеличивалось, причём чем выше была дозировка пробиотического препарата, тем больше было затрачено корма. В то же время затраты корма на прирост 1 кг живой массы в опытных группах были ниже, чем в контроле и составили от 1,55 кг до 1,65 кг против 1,82 кг в контроле. Группа учёных в своих исследованиях наблюдали значительную разницу в потреблении корма у бройлеров, которых кормили рационом, дополненным различными уровнями пробиотиков (Sugiharto S et al., 2018).

Наше исследование не выявило достоверной разницы в морфологических показателях крови, что согласуется с ранее проведёнными испытаниями (Soomro R et al., 2019). Эти результаты расходятся с более ранними выводами, что пробиотик улучшает гематологический профиль путём прямого воздействия на органы кроветворения, либо из-за прямого воздействия на микрофлору кишечника. Однако на гематологические параметры всегда влияют изменения окружающей среды и питания.

Использование в питании цыплят-бройлеров пробиотических препаратов способствовало улучшению обмена некоторых химических элементов, в частности кальция и железа. Дозировка 0,5 г пробиотического препарата Лактобифадол форте увеличивала концентрацию в сыворотке крови кальция на 15 % ($P \leq 0,05$) и железа – на 33,7 % ($P \leq 0,05$). В отношении обмена магния и фосфора достоверных значений выявлено не было.

Заключение.

Дополнительное включение в рацион цыплят-бройлеров пробиотического препарата Лактобифадол Форте не оказывало существенного влияния на формирование массы тела, прирост живой массы, однако использование данного препарата в дозировке 0,7 г на 1 кг корма увеличивало среднесуточный прирост на 11,9 %, способствовало снижению затрат корма на 14,8 % ($P \leq 0,05$), увеличению уровня гемоглобина в крови на 7,4 %, повышению концентрации общего белка ($P \leq 0,01$), кальция и железа ($P \leq 0,05$) в сыворотке крови.

Список источников

1. Ходорович В. Вакцинация и стимуляция биопрепаратами // Животноводство России. 2021. № 4. С.18-20. [Khodorovich V. Vaccination and stimulation by biological products. Zhivotnovodstvo rossii. 2021;4:18-20. (In Russ.)].
2. Шейда Е.В., Паршина Т.Ю., Гречкина В.В. Оценка влияния дополнительного скармливания аспарагината марганца на морфологические и биохимические параметры крови лабораторных животных // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021.

- № 1(87). С. 206-212. [Sheida EV, Parshina TYu, Grechkina VV. Evaluation of the effect of additional feeding of manganese aspartate on the morphological and biochemical parameters of the blood of laboratory animals. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;1(87):206-212. (In Russ.)].
3. Abudabos AM, Alhourri HAA, Alhidary IA, Nassan MA, Swelum AA. Ameliorative effect of *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces boulardii*, oregano, and calcium montmorillonite on growth, intestinal histology, and blood metabolites on Salmonella-infected broiler chicken. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2019;26(16):16274-16278. doi: 10.1007/s11356-019-05105-1
 4. Adhikari P, Kiess A, Adhikari R, Jha R. An approach to alternative strategies to control avian coccidiosis and necrotic enteritis. *J Appl Poult Res*. 2020;29(2):515-534. doi: 10.1016/j.japr.2019.11.005
 5. Alagawany M, Abd El-Hack ME, Farag MR, Sachan S, Karthik K, Dhama K. The use of probiotics as eco-friendly alternatives for antibiotics in poultry nutrition. *Environ Sci Pollut Res*. 2018;25:10611-10618. doi: 10.1007/s11356-018-1687-x
 6. Ciurescu G, Dumitru M, Gheorghe A, Untea AE, Drăghici R. Effect of *Bacillus subtilis* on growth performance, bone mineralization, and bacterial population of broilers fed with different protein sources. *Poult Sci*. 2020;99(11):5960-5971. doi: 10.1016/j.psj.2020.08.075
 7. Deraz SF. Synergetic effects of multispecies probiotic supplementation on certain blood parameters and serum biochemical profile of broiler chickens. *Journal of Animal Health and Production*. 2018;6(1):27-34. doi: 10.17582/journal.jahp/2018/6.1.27.34
 8. Duskaev GK, Rakhmatullin SG, Kazachkova NM, Sheida YV, Mikolaychik IN, Morozova LA, Galiev BH. Effect of the combined action of *Quercus cortex* extract and probiotic substances on the immunity and productivity of broiler chickens. *Vet World*. 2018;11(10):1416-1422. doi: 10.14202/vetworld.2018.1416-1422
 9. Kazemi SA, Ahmadi H, Karimi Torshizi MA. Evaluating two multistrain probiotics on growth performance, intestinal morphology, lipid oxidation and ileal microflora in chickens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2019;103(5):1399-1407. doi: 10.1111/jpn.13124
 10. Khattab AAA, El Basuini MFM, El-Ratel IT, Fouda SF. Dietary probiotics as a strategy for improving growth performance, intestinal efficacy, immunity, and antioxidant capacity of white Pekin ducks fed with different levels of CP. *Poult Sci*. 2021;100(3):100898. doi: 10.1016/j.psj.2020.11.067
 11. Lokapirnasari WP, Pribadi TB, Arif AA, Soeharsono S, Hidanah S, Harijani N, Najwan R, Huda K, Wardhani HCP, Rahman NFN, Yulianto AB. Potency of probiotics *Bifidobacterium spp.* and *Lactobacillus casei* to improve growth performance and business analysis in organic laying hens. *Vet World*. 2019;12(6):860-867. doi: 10.14202/vetworld.2019.860-867
 12. Ramlucken U, Ramchuran SO, Moonsamy G, Lalloo R, Thantsha MS, Jansen van Rensburg C. A novel *Bacillus* based multi-strain probiotic improves growth performance and intestinal properties of *Clostridium perfringens* challenged broilers. *Poult Sci*. 2020;99(1):331-341. doi: 10.3382/ps/pez496
 13. Rehman A, Arif M, Sajjad N, Al-Ghadi MQ, Alagawany M, Abd El-Hack ME, Alhimaidi AR, Elnesr SS, Almutairi BO, Amran RA, Hussein EOS, Swelum AA. Dietary effect of probiotics and prebiotics on broiler performance, carcass, and immunity. *Poult Sci*. 2020;99(12):6946-6953. doi: 10.1016/j.psj.2020.09.043
 14. Reuben RC, Sarkar SL, Ibnat H, Roy PC, Jahid IK. Novel mono- and multi-strain probiotics supplementation modulates growth, intestinal microflora composition and haemato-biochemical parameters in broiler chickens. *Vet Med Sci*. 2022;8(2):668-680. doi: 10.1002/vms3.709
 15. Rivera-Pérez W, Barquero-Calvo E, Chaves AJ. Effect of the use of probiotic *Bacillus subtilis* (QST 713) as a growth promoter in broilers: an alternative to bacitracin methylene disalicylate. *Poult Sci*. 2021;100(9):101372. doi: 10.1016/j.psj.2021.101372
 16. Rodjan P, Soisuwan K, Thongprajukaew K, Theapparatt Y, Khongthong S, Jeenkeawpieam J, Salaeharae T. Effect of organic acids or probiotics alone or in combination on growth performance, nutrient digestibility, enzyme activities, intestinal morphology and gut microflora in broiler chickens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2018;102(2):e931-e940. doi: 10.1111/jpn.12858

17. Soomro RN, Abd El-Hack ME, Shah SS, Taha AE, Alagawany M, Swelum AA, Hussein EOS, Ba-Aawdh HA, Saadeldin I, El-Edel MA, Tufarelli V. Impact of restricting feed and probiotic supplementation on growth performance, mortality and carcass traits of meat-type quails. *Anim Sci J*. 2019;90(10):1388-1395. doi: 10.1111/asj.13290
18. Sugiharto S, Isroli I, Yudiarti T, Widiastuti E. The effect of supplementation of multi-strain probiotic preparation in combination with vitamins and minerals to the basal diet on the growth performance, carcass traits, and physiological response of broilers. *Vet World*. 2018;11(2):240-247. doi: 10.14202/vetworld.2018.240-247
19. Wan MLY, Forsythe SJ, El-Nezami H. Probiotics interaction with foodborne pathogens: A potential alternative to antibiotics and future challenges. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2019;59(20):3320-3333. doi: 10.1080/10408398.2018.1490885
20. Wu XZ, Wen ZG, Hua JL. Effects of dietary inclusion of *Lactobacillus* and inulin on growth performance, gut microbiota, nutrient utilization, and immune parameters in broilers. *Poult Sci*. 2019;98(10):4656-4663. doi: 10.3382/ps/pez166
21. Zhang L, Lingling Z, Xiu'an Z, Xinfu Z, Lin Z, Guangtian C, An'guo C, Caimei Y. 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):2-9. doi: <https://doi.org/10.1186/s40104-016-0061-4>

References

1. Khodorovich V. Vaccination and stimulation by biological products. *Animal Husbandry of Russia*. 2021;4:18-20.
2. Sheida EV, Parshina TYu, Grechkina VV. Evaluation of the effect of additional feeding of manganese aspartate on the morphological and biochemical parameters of the blood of laboratory animals. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;1(87):206-212.
3. Abudabos AM, Alhourri HAA, Alhidary IA, Nassan MA, Swelum AA. Ameliorative effect of *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces boulardii*, oregano, and calcium montmorillonite on growth, intestinal histology, and blood metabolites on Salmonella-infected broiler chicken. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2019;26(16):16274-16278. doi: 10.1007/s11356-019-05105-1
4. Adhikari P, Kiess A, Adhikari R, Jha R. An approach to alternative strategies to control avian coccidiosis and necrotic enteritis. *J Appl Poult Res*. 2020;29(2):515-534. doi: 10.1016/j.japr.2019.11.005
5. Alagawany M, Abd El-Hack ME, Farag MR, Sachan S, Karthik K, Dhama K. The use of probiotics as eco-friendly alternatives for antibiotics in poultry nutrition. *Environ Sci Pollut Res*. 2018;25:10611-10618. doi: 10.1007/s11356-018-1687-x
6. Ciurescu G, Dumitru M, Gheorghe A, Untea AE, Drăghici R. Effect of *Bacillus subtilis* on growth performance, bone mineralization, and bacterial population of broilers fed with different protein sources. *Poult Sci*. 2020;99(11):5960-5971. doi: 10.1016/j.psj.2020.08.075
7. Deraz SF. Synergetic effects of multispecies probiotic supplementation on certain blood parameters and serum biochemical profile of broiler chickens. *Journal of Animal Health and Production*. 2018;6(1):27-34. doi: 10.17582/journal.jahp/2018/6.1.27.34
8. Duskaev GK, Rakhmatullin SG, Kazachkova NM, Sheida YV, Mikolaychik IN, Morozova LA, Galiev BH. Effect of the combined action of *Quercus cortex* extract and probiotic substances on the immunity and productivity of broiler chickens. *Vet World*. 2018;11(10):1416-1422. doi: 10.14202/vetworld.2018.1416-1422
9. Kazemi SA, Ahmadi H, Karimi Torshizi MA. Evaluating two multistrain probiotics on growth performance, intestinal morphology, lipid oxidation and ileal microflora in chickens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2019;103(5):1399-1407. doi: 10.1111/jpn.13124

10. Khattab AAA, El Basuini MFM, El-Ratel IT, Fouda SF. Dietary probiotics as a strategy for improving growth performance, intestinal efficacy, immunity, and antioxidant capacity of white Pekin ducks fed with different levels of CP. *Poult Sci.* 2021;100(3):100898. doi: 10.1016/j.psj.2020.11.067
11. Lokapirnasari WP, Pribadi TB, Arif AA, Soeharsono S, Hidanah S, Harijani N, Najwan R, Huda K, Wardhani HCP, Rahman NFN, Yulianto AB. Potency of probiotics *Bifidobacterium spp.* and *Lactobacillus casei* to improve growth performance and business analysis in organic laying hens. *Vet World.* 2019;12(6):860-867. doi: 10.14202/vetworld.2019.860-867
12. Ramlucken U, Ramchuran SO, Moonsamy G, Lalloo R, Thantsha MS, Jansen van Rensburg C. A novel *Bacillus* based multi-strain probiotic improves growth performance and intestinal properties of *Clostridium perfringens* challenged broilers. *Poult Sci.* 2020;99(1):331-341. doi: 10.3382/ps/pez496
13. Rehman A, Arif M, Sajjad N, Al-Ghadi MQ, Alagawany M, Abd El-Hack ME, Alhimaidi AR, Elnesr SS, Almutairi BO, Amran RA, Hussein EOS, Swelum AA. Dietary effect of probiotics and prebiotics on broiler performance, carcass, and immunity. *Poult Sci.* 2020;99(12):6946-6953. doi: 10.1016/j.psj.2020.09.043
14. Reuben RC, Sarkar SL, Ibnat H, Roy PC, Jahid IK. Novel mono- and multi-strain probiotics supplementation modulates growth, intestinal microflora composition and haemato-biochemical parameters in broiler chickens. *Vet Med Sci.* 2022;8(2):668-680. doi: 10.1002/vms3.709
15. Rivera-Pérez W, Barquero-Calvo E, Chaves AJ. Effect of the use of probiotic *Bacillus subtilis* (QST 713) as a growth promoter in broilers: an alternative to bacitracin methylene disalicylate. *Poult Sci.* 2021;100(9):101372. doi: 10.1016/j.psj.2021.101372
16. Rodjan P, Soisuwan K, Thongprajukaew K, Theapparatt Y, Khongthong S, Jeenkeawpieam J, Salaeharae T. Effect of organic acids or probiotics alone or in combination on growth performance, nutrient digestibility, enzyme activities, intestinal morphology and gut microflora in broiler chickens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 2018;102(2):e931-e940. doi: 10.1111/jpn.12858
17. Soomro RN, Abd El-Hack ME, Shah SS, Taha AE, Alagawany M, Swelum AA, Hussein EOS, Ba-Aawdh HA, Saadeldin I, El-Edel MA, Tufarelli V. Impact of restricting feed and probiotic supplementation on growth performance, mortality and carcass traits of meat-type quails. *Anim Sci J.* 2019;90(10):1388-1395. doi: 10.1111/asj.13290
18. Sugiharto S, Isroli I, Yudiarti T, Widiastuti E. The effect of supplementation of multi-strain probiotic preparation in combination with vitamins and minerals to the basal diet on the growth performance, carcass traits, and physiological response of broilers. *Vet World.* 2018;11(2):240-247. doi: 10.14202/vetworld.2018.240-247
19. Wan MLY, Forsythe SJ, El-Nezami H. Probiotics interaction with foodborne pathogens: A potential alternative to antibiotics and future challenges. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2019;59(20):3320-3333. doi: 10.1080/10408398.2018.1490885
20. Wu XZ, Wen ZG, Hua JL. Effects of dietary inclusion of *Lactobacillus* and inulin on growth performance, gut microbiota, nutrient utilization, and immune parameters in broilers. *Poult Sci.* 2019;98(10):4656-4663. doi: 10.3382/ps/pez166
21. Zhang L, Lingling Z, Xiu'an Z, Xinfu Z, Lin Z, Guangtian C, An'guo C, Caimei Y. 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):2-9. doi: <https://doi.org/10.1186/s40104-016-0061-4>

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 02.08.2023; принята к публикации 11.09.2023.

The article was submitted 14.06.2023; approved after reviewing 02.08.2022; accepted for publication 11.09.2023.