

Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 4. С. 191-202.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2023. Vol. 106, no 4. P. 191-202.

Научная статья

УДК 636.5:591.11:577.17

doi:10.33284/2658-3135-106-4-191

К пониманию действия пробиотических препаратов на рост и гематологические параметры крови цыплят-бройлеров

Александра Федоровна Гулиц¹, Елена Петровна Мирошникова²,
Сергей Александрович Мирошников^{3,4}, Марина Сергеевна Мингазова⁵

^{1,3} Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

^{2,4,5} Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

¹ ale23098654@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-4507-1957>

² elenaakva@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3804-5151>

^{3,4} rector_osu@mail.osu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1173-1952>

⁵ zueva@ms-98.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2818-1312>

Аннотация. Современные исследования направлены на поиск новых компонентов питания, способных улучшить прирост без вреда для организма. Пробиотические препараты являются распространёнными добавками в птицеводстве. Их в кормлении птиц используют для повышения роста и продуктивности. В работе представлены результаты экспериментального исследования по оценке влияния на организм цыплят-бройлеров кросса Arbor Acres двухкомпонентного пробиотика на основе штаммов *Lactobacillus acidophilus* (1×10^6 КОЕ) и *Bifidobacterium adolescentis* (1×10^8 КОЕ) при использовании различных дозировок: для I опытной – 2 г/кг корма, для II опытной – 4 г/кг корма и для III опытной – 6 г/кг корма. Отмечена положительная динамика роста цыплят, начиная со 2 недели исследования. Живая масса в опытных группах в конце эксперимента превышала контроль от 4,9 % до 17,8 %. При изучении биохимических показателей крови было установлено снижение относительно контроля уровня холестерина на 13,5 % ($P \leq 0,01$), 10,4 % ($P \leq 0,01$) и 22,4 % ($P \leq 0,01$) в I, II и III опытных группах и уровня триглицеридов – на 20 % ($P \leq 0,05$) в III опытной группе. Кроме того, для III опытной зафиксировано снижение лимфоцитов на 28,2 % ($P \leq 0,05$). Нами отмечено, что минеральный состав крови цыплят в опытных группах не отличался от контроля, за исключением железа на 12,7 % ($P \leq 0,01$) во II опытной группе. Наиболее важное значение пробиотическая добавка оказала на содержание белка в мышечной ткани цыплят, уровень которого был выше контроля на 10,6 % ($P \leq 0,05$) и на 12,9 % ($P \leq 0,05$) в I и III опытных группах. На основании результатов сделан вывод, что дополнительное включение в рацион цыплят-бройлеров двухкомпонентный пробиотическая добавки в дозировке 2 г/кг корма приводит к наибольшему приросту птицы, не оказывая негативного действия на параметры крови.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормление, обмен веществ, пробиотик, биохимические показатели крови, прирост, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*

Для цитирования. К пониманию действия пробиотических препаратов на рост и гематологические параметры крови цыплят-бройлеров / А.Ф. Гулиц, Е.П. Мирошникова, С.А. Мирошников, М.С. Мингазова // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 4. С. 191-202. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-4-191>

Original article

Towards an understanding of the effect of probiotic preparations on growth and hematological parameters of blood of broiler chickens**Aleksandra F Gulits¹, Elena P Miroshnikova², Sergey A Miroshnikov^{3,4}, Marina S Mingazova⁵**^{1,3} Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia^{2,4,5} Orenburg State University, Orenburg, Russia¹ ale23098654@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-4507-1957>² elenaakva@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3804-5151>^{3,4} rector_osu@mail.osu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1173-1952>⁵ zueva@ms-98.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2818-1312>

Abstract. Modern research is aimed at finding new nutritional components that can improve growth without harm to the body. Probiotic drugs are common additives in poultry farming. Probiotics in bird feeding are used to increase growth and productivity. The paper presents the results of an experimental study to assess the effect on the body of broiler chickens of the Arbor Acres cross of a two-component probiotic based on *Lactobacillus acidophilus* (1×10^6 CFU) and *Bifidobacterium adolescentis* (1×10^8 CFU) strains using different dosages: for the I experimental – 2 g/kg of feed, for the II experimental – 4 g/kg of feed and for the III experimental – 6 g/kg of feed. Positive dynamics of chicken growth was noted, starting from the 2nd week of the study. The live weight in the experimental groups at the end of the experiment exceeded the control from 4.9% to 17.8%. Studying the biochemical parameters of blood, a decrease in cholesterol levels relative to control was found by 13.5% ($P \leq 0.01$), 10.4% ($P \leq 0.01$) and 22.4% ($P \leq 0.01$) in the I, II and III experimental groups and triglyceride levels by 20% ($P \leq 0.05$) in the III experimental group. In addition, a decrease in lymphocytes by 28.2% ($P \leq 0.05$) was recorded for the III experimental group. We noted that the mineral composition of blood of chickens in the experimental groups did not differ from the control, with the exception of iron by 12.7% ($P \leq 0.01$) in the II experimental group. The probiotic supplement had the most important effect on the protein content in the muscle tissue of chickens, the level of which was higher than the control by 10.6% ($P \leq 0.05$) and by 12.9% ($P \leq 0.05$) in the I and III experimental groups. Based on the results, it was concluded that the additional inclusion of a two-component probiotic supplement in the diet of broiler chickens at a dosage of 2 g/kg of feed leads to the greatest increase in poultry without having a negative effect on blood parameters.

Keywords: broiler chickens, feeding, metabolism, probiotic, biochemical parameters of blood, growth, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*

For citation: Gulits AF, Miroshnikova EP, Miroshnikov SA, Mingazova MS. Towards an understanding of the effect of probiotic preparations on growth and hematological parameters of blood of broiler chickens. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(4):191-202. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-4-191>

Введение.

По различным оценкам, осведомлённость о пользе для организма пробиотических микроорганизмов в последние годы возросла, как и производство пробиотических добавок на мировом рынке (Wendel U, 2022). Вследствие чего повышается количество различных пробиотиков с ежегодным ростом производства продукции до 8 % (Fallico V et al., 2020). Так, в России начитывают 46 видов пробиотиков (Шаабан М., 2023). Столь высокий рост обусловлен широким перечнем показаний, при которых применяют пробиотические препараты, в том числе особое внимание им уделяют для восстановления и поддержания здоровой микрофлоры кишечника (Cheng J et al., 2021; Ragan MV et al., 2022), при заболеваниях желудочно-кишечного тракта (Cheng J and Ouwehand AC, 2020), для улучшения иммунитета (Galdeano CM et al., 2019), при лечении кожных заболеваний (Makrgeorgou A et al., 2018).

Наиболее распространёнными микроорганизмами, используемыми при производстве пробиотиков, являются молочнокислые бактерии, особенно *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* и *Streptococcus* (Galdeano CM et al., 2019; Khan S et al., 2020). С целью повышения продуктивности и

выживаемости животных, снижения заболеваемости и улучшения общего физиологического состояния организма пробиотики активно используют в разных отраслях животноводства (Зуева М.С., 2022; Тагиров Х.Х. и др., 2023; Тузиков Р.А. и др., 2023). Использование пробиотических добавок в животноводстве в основном направлено на подавление патогенной и условно-патогенной микрофлоры, улучшение прироста и снижение затрат на кормление (Матросова Ю.В. и др., 2022; Саврасова Н.П. и др., 2023). Причём в последние годы применение пробиотиков приобрело особую актуальность в связи с развитием антибиотикорезистентных штаммов зоопатогенной микрофлоры (Roth N et al., 2019) и запрета использования в животноводстве антибиотиков (Agowolo MA and He J, 2018). Таким образом, дополнительное применение пробиотических препаратов в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц оказывает положительное действие на повышение прироста и продуктивности (Khan S et al., 2020).

В настоящее время дополнительное внесение пробиотиков в кормление птицы распространено как в России (Топурия Л.М. и Топурия Г.М., 2023), так и за рубежом (Reuben RC et al., 2019; Khan S et al., 2020). В кормах для домашней птицы используют различные пробиотические добавки, при этом наиболее широко используемыми являются препараты, содержащие *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* (Gong L et al., 2018). Препараты, в состав которых включают штаммы *Lactobacillus*, оказывают благоприятное воздействие на организм птицы, улучшая сохранность молодняка, продуктивность и устойчивость к заболеваниям (Krysiak K et al., 2021). В свою очередь, скармливание пробиотических препаратов на основе *Bifidobacterium* сопровождается повышением интенсивности ферментативных процессов, при этом активизируется синтез витаминов группы В и снижается уровень холестерина в крови, что оказывает влияние на метаболизм белков, углеводов и липидов в организме птицы (Abd El-Hack ME et al., 2020). В виду специфических особенностей данные штаммы по-разному оказывают действие на организм цыплят, что отражается на продуктивности и сохранности животных. В этой связи перспективными представляются комплексы препаратов на основе штаммов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*, способные взаимно усиливать и дополнять биологическую активность (Dev K et al., 2021).

Цель исследования.

Оценить влияние двухкомпонентного пробиотического препарата на основе штаммов *Lactobacillus acidophilus* (11×10^6 КОЕ) и *Bifidobacterium adolescentis* (1×10^8 КОЕ) в различных дозировках на рост и гематологические параметры крови цыплят-бройлеров.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Цыплята-бройлеры кросса Arbor Acres от 7- до 35-суточного возраста.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (Приказ Минздрава СССР № 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. Исследования выполнены в условиях кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ОГУ и отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов имени профессора С.Г. Леушина ФНЦ БСТ РАН. В возрасте 7 суток методом пар-аналогов были отобраны 120 шт. цыплят-бройлеров кросса Arbor Acres и распределены на четыре группы в равных количествах. Продолжительность исследования включала подготовительный (7 суток) и основной учётный (28 суток) периоды.

Кормление цыплят до 10-суточного возраста осуществлялось предстартовым комбикормом «Baby line СНИСК» (ООО «Глазовский комбикормовый завод», г. Глазов, Россия), с 11- до 25-суточного – ростовым рационом ПК-5 (ЗАО «Птицефабрика Оренбургская», г. Оренбург, Россия) и с 26- по 35-суточный возраст – финишным рационом ПК-6 (ЗАО «Птицефабрика Оренбургская», г. Оренбург, Россия).

Во время подготовительного периода все цыплята-бройлеры потребляли основной рацион (ОР). Начиная с 8 суток исследования, в ОР, включавший стартовый и ростовой рационы, дополнительно вносили двухкомпонентный пробиотический препарат (ООО Биотехнологическая фирма

«Компонент», г. Бугуруслан, Россия) на основе штаммов *Lactobacillus acidophilus* (1×10^6 КОЕ) и *Bifidobacterium adolescentis* (11×10^8 КОЕ) в дозировке: для I опытной группы – 2 г/кг корма, для II опытной группы – 4 г/кг корма и для III опытной группы – 6 г/кг корма.

В процессе исследования еженедельно проводили оценку роста и развития цыплят-бройлеров путём индивидуального взвешивания. Отбор крови проводили в последний день эксперимента в вакуумные пробирки с ЭДТА-К3 и активатором свёртывания.

Оборудование и технические средства. Исследования выполнены при использовании базы Испытательного центра ЦКП БСТ РАН (<http://цкп-бст.рф>) по стандартизированным методикам, в результате которых определили биохимические показатели сыворотки крови, морфологические и минеральный составы крови, химический состав мышечной ткани. При исследовании крови были использованы автоматический анализатор Dirui CS-240 («DIRUI», Китай) и морфологически автоматический анализатор DF-50 Vet («Shenzhen Dymind Biotechnology Co», Китай).

Статистическая обработка. Статистический анализ был выполнен с помощью программы «Excel» («Microsoft», США). Достоверность различий определяли по t-критерию Стьюдента, при котором статистически значимым считались значения с $P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$ и $P \leq 0,001$. Данные представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее арифметическое значение, m – ошибка средней арифметической величины.

Результаты исследования.

По результатам эксперимента было установлено, что сохранность цыплят во всех группах составила 100 %. На протяжении исследования было зафиксировано увеличение прироста живой массы птицы (рис. 1).

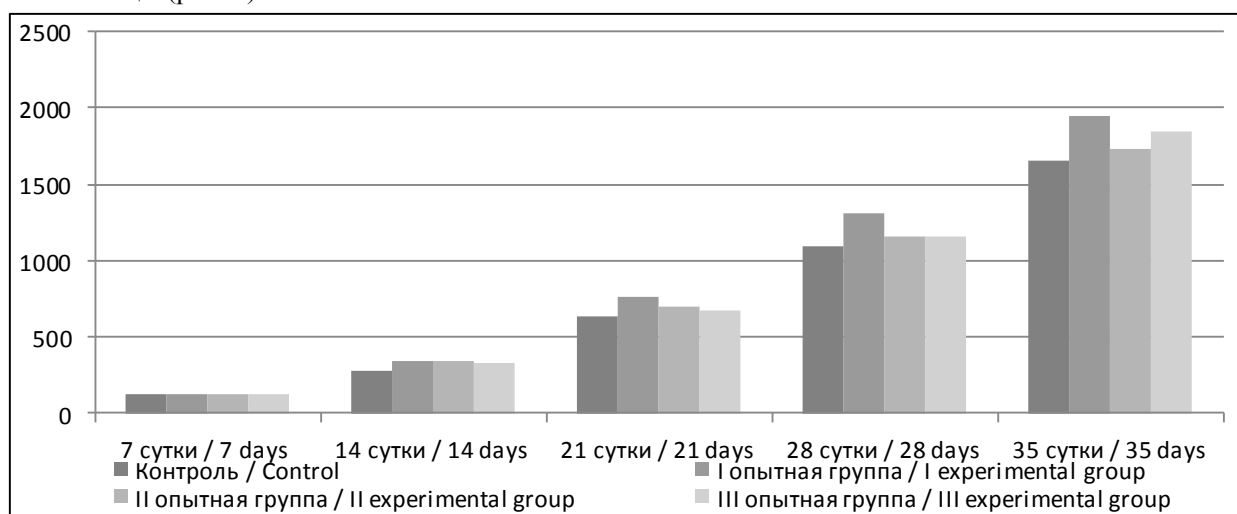


Рис. 1 – Влияние двухкомпонентного пробиотического препарата на динамику живой массы цыплят-бройлеров, г
Figure 1 – The effect of a two-component probiotic additive on the dynamics of the live weight of broiler chickens, g

Зафиксировано, что цыплята опытных групп опережали контроль по интенсивности роста, начиная с 14-суточного возраста. Так, живая масса превысила контроль на 27,4 % ($P \leq 0,01$) в I опытной группе, на 23,7 % ($P \leq 0,01$) – во II опытной и на 19,7 % – в III опытной группе. При дальнейшем выращивании установлено, что 21-суточные цыплята в I опытной группе опережали контроль на 20,9 % ($P \leq 0,01$). Несмотря на дальнейшее стабильное увеличение живой массы, достоверной разницы между контролем и опытными группами не зафиксировано. В конце исследования живая масса в I, II и III опытных группах превысила контроль на 17,8 %, 4,9 % и 11,8 % соответственно.

Включение двухкомпонентной пробиотической добавки в рацион цыплят-бройлеров не оказало негативного действия на биохимические показатели сыворотки крови (табл. 1). Следует

отметить, что в исследованиях нами не установлено достоверных различий для подавляющего числа оцениваемых показателей. Между тем, зафиксировано снижение уровня холестерина во всех опытных группах в сравнении с контролем: в I опытной группы – на 13,5 % ($P \leq 0,01$), во II опытной – на 10,4 % ($P \leq 0,01$) и в III опытной группе – на 22,4 % ($P \leq 0,01$). Кроме того, уровень триглицеридов в III опытной группе был ниже контроля на 20 % ($P \leq 0,05$).

Таблица 1. Влияние двухкомпонентного пробиотического препарата на биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров
Table 1. The effect of a two-component probiotic additive on the biochemical parameters of the blood serum of broiler chickens

Показатели / Indicators	Группа / Group			
	контроль / Control	I опытная / I experimental	II опытная / II experimental	III опытная / III experimental
Общий белок, г/л / Total protein, g/l	44,63±2,52	42,57±1,44	46,09±3,16	42,68±3,2
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/l	11,20±0,02	10,55±1,44	11,58±0,44	11,48±0,58
Альбумин, г/л / Albumin, g/l	17,66±0,57	16,33±2,3	17,3±0,57	16,67±0,57
Билирубин общий, мкмоль/л / Total bilirubin, $\mu\text{mol/l}$	0,68±0,20	0,83±0,20	0,76±0,11	0,72±0,35
Мочевина, ммоль/л / Urea, mmol/l	0,3±0,26	0,36±0,05	0,23±0,15	0,53±0,20
Мочевая кислота, мкмоль/л / Uric acid, $\mu\text{mol/l}$	30,63±12,49	18,6±7,07	31,5±7,98	18,8±4,89
Холестерин, ммоль/л / Cholesterol, mmol/l	3,26±0,07	2,82±0,05**	2,92±0,08**	2,53±0,50**
Триглицериды, ммоль/л / Triglycerides, mmol/l	0,1±0,05	0,09±0,006	0,09±0,006	0,08±0,005*
Креатинин, мкмоль/л / Creatinine, $\mu\text{mol/l}$	24,8±1,73	22,2±0,35	24,4±1,03	21,8±1,38

Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$ относительно контроля

Note: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$ regarding control

Морфологические параметры крови представлены в таблице 2. Все изучаемые показатели морфологического состава крови были в пределах физиологической нормы и не имели достоверных различий с контролем.

Таблица 2. Влияние двухкомпонентного пробиотического препарата на морфологические показатели крови цыплят-бройлеров
Table 2. The effect of a two-component probiotic additive on morphological parameters of blood serum of an broiler chickens

Показатели / Indicators	Группа / Group			
	контроль / Control	I опытная / I experimental	II опытная / II experimental	III опытная / III experimental
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$ / Leukocytes, $10^9/\text{l}$	44,78±5,85	43,18±5,88	44,16±10,21	40,67±8,17
Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g/l	126,0±10,14	125,0±7,0	122±15,71	117,0±10,58
Тромбоциты, $10^9/\text{л}$ / Trombocytes, $10^9/\text{l}$	0,66±0,5	1,0±1,0	0,66±0,5	0,66±0,5
Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$ / Erythrocyte, $10^{12}/\text{l}$	2,29±0,16	2,29±0,12	2,27±0,4	2,14±0,16

В ходе эксперимента было установлено, что показатели минерального состава крови цыплят-бройлеров находились в рамках физиологической нормы (табл. 3). При этом достоверные различия были установлены только при оценке сывороточного железа во II опытной группе, уровень которого оказался ниже аналогичного показателя в контроле на 12,7 % ($P \leq 0,01$).

Во многом механизм действия оцениваемого препарата на организм птицы становится понятным при детальном анализе изменений в химическом составе мышечной ткани цыплят-бройлеров (табл. 4). Зафиксировано, что уровень белка в I и III опытных группах превышал контроль на 10,6 % ($P \leq 0,05$) и на 12,9 % ($P \leq 0,05$) соответственно.

Таблица 3. Влияние двухкомпонентного пробиотического препарата на минеральный состав крови цыплят-бройлеров

Table 3. The effect of a two-component probiotic drug on the mineral composition of blood of broiler chickens

Показатели / <i>Indicators</i>	Группа / <i>Group</i>			
	контроль / <i>Control</i>	I опытная / <i>I experimental</i>	II опытная / <i>II experimental</i>	III опытная / <i>III experimental</i>
Магний, ммоль/л / <i>Magnesium, mmol/l</i>	0,73±0,06	0,72±0,04	0,76±0,02	0,79±0,1
Фосфор, ммоль/л / <i>Phosphorus, mmol/l</i>	1,04±0,09	0,97±0,15	1,00±0,11	1,07±0,00
Кальций, ммоль/л / <i>Calcium, mmol/l</i>	3,18±0,13	3,06±0,17	3,14±0,25	3,36±0,48
Железо, мкмоль/л / <i>Iron, μmol/l</i>	15,7±0,78	19,3±9,9	13,7±0,67**	16,8±6,77

Примечание: ** – P≤0,01 относительно контроля

Note: ** – P≤0.01 regarding control

Таблица 4. Влияние двухкомпонентного пробиотического препарата на химический состав мышечной ткани цыплят-бройлеров, %

Table 4. The effect of a two-component probiotic additive on the chemical composition of muscle tissue of broiler chickens, %

Показатели / <i>Indicators</i>	Группа / <i>Group</i>			
	контроль / <i>Control</i>	I опытная / <i>I experimental</i>	II опытная / <i>II experimental</i>	III опытная / <i>III experimental</i>
Влага / <i>Moisture</i>	76,20±1,06	77,81±0,76	78,45±0,32	77,28±1,06
Сухое вещество / <i>Dry matter</i>	23,79±1,06	22,19±0,76	21,55±0,32	22,72±1,06
Белок / <i>Protein</i>	18,43±0,66	20,39±0,66*	20,08±0,07	20,81±0,64*
Сырой жир / <i>Raw fat</i>	5,29±1,18	4,19±0,96	4,01±0,83	4,56±0,88
Сырая зола / <i>Raw ash</i>	0,95±0,01	0,96±0,01	0,96±0,01	0,95±0,00

Примечание: * – P≤0,05 относительно контроля

Note: * – P≤0.05 regarding control

Обсуждение полученных результатов.

Кормовые добавки в настоящее время приобретают всё большее значение в птицеводстве в силу благоприятного воздействия на рост, продуктивность и укрепление иммунитета (Alagawany M et al., 2018). Широкое распространение получили пробиотики, действие которых направлено на повышение усвоения питательных веществ и улучшения общего физиологического состояния птицы (Abou-Kassem DE et al., 2021). Эффективность применения пробиотических добавок в кормлении сельскохозяйственной птицы, в том числе в рационе цыплят-бройлеров, установлена во многих исследованиях (Abd El-Hack ME et al., 2020).

В нашем экспериментальном исследовании по использованию в рационе цыплят-бройлеров двухкомпонентного пробиотического препарата, содержащего штаммы *Lactobacillus acidophilus* (1×10^6 КОЕ) и *Bifidobacterium adolescentis* (1×10^8 КОЕ) в дозировках 2 г/кг корма, 4 г/кг корма и 6 г/кг корма, также было зафиксировано повышение интенсивности роста птицы в опытных группах в сравнении с контролем. Как следует из результатов ранее проведённых исследований, ростостимулирующий эффект пробиотического препарата является результатом сочетания целого ряда факторов, которые, помимо непосредственного действия на патогенную микрофлору, включают факторы оптимизации обмена веществ и повышения полноценности питания. Оценивая причины столь значительного повышения интенсивности роста цыплят-бройлеров при использовании препарата можно предположить, что последнее стало положительным результатом влияния двухкомпонентного пробиотического препарата на организм птицы. Также нами отмечено увеличение содержа-

ния белка в мышечной ткани птицы на 10,6 % ($P \leq 0,05$) и 12,9 % ($P \leq 0,05$) в I и III опытных группах, что является результатом улучшения метаболизма у цыплят-бройлеров (Khaziakhmetov FS et al., 2018; Khan S et al., 2020).

При исследовании биохимических показателей крови цыплят-бройлеров было зафиксировано снижение уровня холестерина в крови опытной птицы от 10,4 % ($P \leq 0,01$) до 22,4 % ($P \leq 0,01$). Ранее снижение холестерина в крови при включении пробиотиков в рацион птиц выявляли и другие исследователи (Viesco-Saiz N et al., 2019). В частности, при использовании штамма *Bifidobacterium* отмечали снижение уровня холестерина и улучшение иммунитета птицы (Abd El-Hack ME et al., 2020). Dev K совместно с коллегами (2021) предположили, что пробиотики ингибируют поглощение холестерина из кишечника и усиливают его расщепление. Кроме того, под действием пробиотиков возможны положительные изменения в функционировании печени (O'Morain VL et al., 2021). Кроме того, прослеживалась связь: при снижении уровня холестерина в крови, уровень триглицеридов также понижается (Dev K et al., 2021; O'Morain VL et al., 2021), что четко отразилось в III опытной группе, где триглицериды были ниже контроля на 20 % ($P \leq 0,05$).

При использовании пробиотической добавки в концентрации 6 г/кг корма нами было выявлено снижение лимфоцитов на 28,2 % ($P \leq 0,05$). Подобный эффект, возможно, обусловлен реакцией цыплят на увеличение дозировки препарата, и, как следствие, возникновение стресса (Царев П.Ю., 2018).

В ранних исследованиях установлено, что добавки оказывают положительное действие на содержание железа в крови (Duskaev GK et al., 2018), при этом нами зафиксировано снижение железа во II опытной группе на 12,7 % ($P \leq 0,01$). Что может быть следствием влияния пробиотических штаммов на биодоступность железа (Тако Е et al., 2014).

Заключение.

Дополнительное введение в рацион цыплят-бройлеров двухкомпонентного пробиотического препарата, содержащего штаммы *Lactobacillus acidophilus* (1×10^6 КОЕ) и *Bifidobacterium adolescentis* (1×10^8 КОЕ), оказало благоприятное влияние на течение обменных процессов в организме. Было зафиксировано повышение интенсивности роста и улучшение гематологических параметров крови птицы, при этом наивысшая продуктивность наблюдалась при использовании пробиотика в дозировке 2 г/кг корма.

Список источников

1. Влияние пробиотика «Бацелл-М» на микробиоценоз кишечника и систему антиоксидантной защиты *Cyprinus carpio* / Н.П. Саврасова, Е.В. Михайлов, С.Н. Семенов, И.М. Глинкина, Г.Н. Гнанканжа // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. 2023. № 2(21). С. 5-13. [Savrasova NP, Mikhailov EV, Semenov SN, Glinkina IM, Gnankanzha GN. The effect of the probiotic "Bacell-M" on the intestinal microbiocenosis and the system of antioxidant protection of *Cyprinus Carpio*. Technologies and Commodity Research of Agricultural Products. 2023;2(21):5-13. (In Russ.)]. doi: 10.53914/issn2311-6870_2023_2_5
2. Действие пробиотического препарата и комплекса глицинатов на общее развитие цыплят-бройлеров и морфобиохимические показатели крови / Р.А. Тузиков, С.В. Лебедев, М.С. Аринжанова, Е.В. Шейда // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 3. С. 110-120. [Tuzikov RA, Lebedev SV, Arinzhanova MS, Sheida EV. The effect of probiotic preparation 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.)]. doi: 10.33284/2658-3135-106-3-110
3. Зуева М.С. Современный опыт включения биологически активных кормовых добавок в рацион рыб // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 4. С. 146-164. [Zueva MS. Modern experience of including biologically active feed additives in the diet of fish. Animal Husbandry and Fodder Production. 2022;105(4):146-164. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-105-4-146

4. Сравнительная оценка влияния пробиотиков на интенсивность роста и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров / Ю.В. Матросова, А.А. Овчинников, Л.Ю. Овчинникова, Д.С. Брюханов, К.А. Нугуманова // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 106. № 2. С. 60-69. [Matrosova YuV, Ovchinnikov AA, Ovchinnikova LYu, Bryukhanov DS, Nugumanova KA. Comparative assessment of the effect of probiotics on the growth rate and biochemical parameters of blood of broiler chickens. Animal Husbandry and Fodder Production. 2022;105(2):60-69. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-105-2-60
5. Тагиров Х.Х., Хазиахметов Ф.С., Андриянова Э.М. Влияние пробиотика Кормозим-П на микрофлору кишечника и показатели крови телят // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 2. С. 176-184. [Tagirov KhKh, Khaziakhmetov FS, Andriyanova EM. The effect of the probiotic Kormozim-P on the intestinal microflora and hematological parameters of dairy calves. Animal Husbandry and Fodder Production. 2023;106(2):176-184. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-106-2-176
6. Топурия Л.Ю. и Топурия Г.М. Эффективность использования пробиотического препарата при выращивании цыплят-бройлеров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (102). С. 308-314. [Topuria LYu, Topuria GM. Efficiency of using a probiotic drug in the cultivation of broiler chickens. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2023;102(4):308-314. (In Russ.)]. doi: 10.37670/2073-0853-2023-102-4-308-314
7. Царев П.Ю. Характеристика лейкоцитов крови цыплят в условиях температурного стресса // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2018. № 1(136). С. 83-88. [Tsarev PYu. Characteristics of chicken's blood leukocytes in the conditions of temperature stress. Bulletin of Krasnoyarsk State Agricultural University. 2018;1(136):83-88. (In Russ.)].
8. Шаабан М. Анализ российского рынка кормовых добавок (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 3. С. 76-91. [Shaaban M. Analysis of the Russian feed additives market (review). Animal Husbandry and Fodder Production. 2023;106(3):76-91. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-106-3-76
9. Abd El-Hack ME, El-Saadony MT, Shafi ME, Qattan SYA, Batiha GE, Khafaga AF, Abdel-Moneim AE, Alagawany M. Probiotics in poultry feed: A comprehensive review. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2020;104(6):1835-1850. doi: 10.1111/jpn.13454
10. Abou-Kassem DE, Elsadek MF, Abdel-Moneim AE, Mahgoub SA, Elaraby GM, Taha AE, Elshafie MM, Alkhawtani DM, Abd El-Hack ME, Ashour EA. Growth, carcass characteristics, meat quality, and microbial aspects of growing quail fed diets enriched with two different types of probiotics (*Bacillus toyonensis* and *Bifidobacterium bifidum*). Poultry Science. 2021;100(1):84-93. doi: 10.1016/j.psj.2020.04.019
11. 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. Environmental Science and Pollution Research International. 2018;25(11):10611-10618. doi: 10.1007/s11356-018-1687-x
12. Arowolo MA, He J. Use of probiotics and botanical extracts to improve ruminant production in the tropics: A review. Animal Nutrition. 2018;4(3):241-249. doi: 10.1016/j.aninu.2018.04.010
13. Cheng J, Laitila A, Ouwehand AC. *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* HN019 Effects on Gut Health: A Review. Frontiers in Nutrition. 2021;8:790561. doi: 10.3389/fnut.2021.790561
14. Cheng J, Ouwehand AC. Gastroesophageal reflux disease and probiotics: a systematic review. Nutrients. 2020;12(1):132. doi: 10.3390/nu12010132
15. Dev K, Begum J, Biswas A, Mir NA, Singh J, Prakash R, Sonowal J, Bharali K, Tomar S, Kant R, Ahlawat N. Hepatic transcriptome analysis reveals altered lipid metabolism and consequent health indices in chicken supplemented with dietary *Bifidobacterium bifidum* and mannan-oligosaccharides. Scientific Reports. 2021;11(1):17895. doi: 10.1038/s41598-021-97467-1
16. 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. Veterinary World. 2018;11(10):1416-1422. doi: 10.14202/vetworld.2018.1416-1422

17. Fallico V, Rea M, Stanton C, Iestam N, McKinney J. Next-generation multiparameter flow cytometry assay improves the assessment of oxidative stress in probiotics. *Food Microbiology*. 2020;91:103501. doi: 10.1016/j.fm.2020.103501
18. Galdeano CM, Cazorla SI, Dumit JML, Vélez E, Perdígón G. Beneficial effects of probiotic consumption on the immune system. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2019;74(2):115-124. doi: 10.1159/000496426
19. Gong L, Wang B, Mei X, Xu H, Qin Y, Li W, Zhou Y. Effects of three probiotic *Bacillus* on growth performance, digestive enzyme activities, antioxidative capacity, serum immunity, and biochemical parameters in broilers. *Animal Science Journal*. 2018;89(11):1561-1571. doi: 10.1111/asj.13089
20. Khan S, Moore RJ, Stanley D, Chousalkar KK. The gut microbiota of laying hens and its manipulation with prebiotics and probiotics to enhance gut health and food safety. *Applied and Environmental Microbiology*. 2020;86(13):e00600-e00620. doi: 10.1128/AEM.00600-20
21. Khaziakhmetov F, Khabirov A, Avzalov R, Tsapalova G, Tagirov K, Giniyatullin S, Andreeva A, Gafarova F, Gafarov F. Effects of paenibacillus-based probiotic (*Bacispecin*) on growth performance, gut microflora and hematology indices in goslings. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2018;13(8):6541-6545.
22. Krysiak K, Konkol D, Korczyński M. Overview of the use of probiotics in poultry production. *Animals (Basel)*. 2021;11(6):1620. doi: 10.3390/ani11061620
23. Makrgeorgou A, Leonardi-Bee J, Bath-Hextall FJ, Murrell DF, Tang ML, Roberts A, Boyle RJ. Probiotics for treating eczema. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;11(11):CD006135. doi: 10.1002/14651858.CD006135.pub3
24. O'Morain VL, Chan YH, Williams JO, Alotibi R, Alahmadi A, Rodrigues NP, Plummer SF, Hughes TR, Michael DR, Ramji DP. The Lab4P consortium of probiotics attenuates atherosclerosis in LDL receptor deficient mice fed a high fat diet and causes plaque stabilization by inhibiting inflammation and several pro-atherogenic processes. *Molecular Nutrition and Food Research*. 2021;65(17):e2100214. doi: 10.1002/mnfr.202100214
25. Ragan MV, Wala SJ, Goodman SD, Bailey MT, Besner GE. Next-generation probiotic therapy to protect the intestines from injury. *Frontiers in Cellular Infection Microbiology*. 2022;12:863949. doi: 10.3389/fcimb.2022.863949
26. Reuben RC, Roy PC, Sarkar SL, Alam RU, Jahid IK. Isolation, characterization, and assessment of lactic acid bacteria toward their selection as poultry probiotics. *BMC Microbiology*. 2019;19(1):253. doi: 10.1186/s12866-019-1626-0
27. Roth N, Käsbohrer A, Mayrhofer S, Zitz U, Hofacre C, Domig KJ. The application of antibiotics in broiler production and the resulting antibiotic resistance in *Escherichia coli*: A global overview. *Poultry Science*. 2019;98(4):1791-1804. doi: 10.3382/ps/pey539
28. Tako E, Glahn RP, Knez M, Stangoulis JCR. The effect of wheat prebiotics on the gut bacterial population and iron status of iron deficient broiler chickens. *Nutrition Journal*. 2014;13:58. doi: 10.1186/1475-2891-13-58
29. Vieco-Saiz N, Belguesmia Y, Raspoet R, Auclair E, Gancel F, Kempf I, Drider D. Benefits and inputs from lactic acid bacteria and their bacteriocins as alternatives to antibiotic growth promoters during food-animal production. *Frontiers in Microbiology*. 2019;10:57. doi: 10.3389/fmicb.2019.00057
30. Wendel U. Assessing viability and stress tolerance of probiotics-a review. *Frontiers in Microbiology*. 2022;12:818468. doi: 10.3389/fmicb.2021.818468

References

1. Savrasova NP, Mikhailov EV, Semenov SN, Glinkina IM, Gnankanzha GN. The effect of the probiotic "Bacell-M" on the intestinal microbiocenosis and the system of antioxidant protection of *Cyprinus Carpio*. *Technologies and commodity research of agricultural products*. 2023;2(21):5-13. doi: 10.53914/issn2311-6870_2023_2_5

2. Tuzikov RA, Lebedev SV, Arinzhanova MS, Sheida EV. The effect of probiotic preparation 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. doi: 10.33284/2658-3135-106-3-110
3. Zueva MS. Modern experience of including biologically active feed additives in the diet of fish. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(4):146-164. doi: 10.33284/2658-3135-105-4-146
4. Matrosova YuV, Ovchinnikov AA, Ovchinnikova LYu, Bryukhanov DS, Nugumanova KA. Comparative assessment of the effect of probiotics on the growth rate and biochemical parameters of blood of broiler chickens. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(2):60-69. doi: 10.33284/2658-3135-105-2-60
5. Tagirov KhKh, Khaziakhmetov FS, Andriyanova EM. The effect of the probiotic Kormozim-P on the intestinal microflora and hematological parameters of dairy calves. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(2):176-184. doi: 10.33284/2658-3135-106-2-176
6. Topuria LYu, Topuria GM. Efficiency of using a probiotic drug in the cultivation of broiler chickens. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2023;102(4):308-314. doi: 10.37670/2073-0853-2023-102-4-308-314
7. Tsarev PYu. Characteristics of chicken's blood leukocytes in the conditions of temperature stress. *Bulletin of Krasnoyarsk State Agricultural University*. 2018;1(136):83-88.
8. Shaaban M. Analysis of the Russian feed additives market (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(3):76-91. doi: 10.33284/2658-3135-106-3-76
9. Abd El-Hack ME, El-Saadony MT, Shafi ME, Qattan SYA, Batiha GE, Khafaga AF, Abdel-Moneim AE, Alagawany M. Probiotics in poultry feed: A comprehensive review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2020;104(6):1835-1850. doi: 10.1111/jpn.13454
10. Abou-Kassem DE, Elsadek MF, Abdel-Moneim AE, Mahgoub SA, Elaraby GM, Taha AE, Elshafie MM, Alkhawtani DM, Abd El-Hack ME, Ashour EA. Growth, carcass characteristics, meat quality, and microbial aspects of growing quail fed diets enriched with two different types of probiotics (*Bacillus toyonensis* and *Bifidobacterium bifidum*). *Poultry Science*. 2021;100(1):84-93. doi: 10.1016/j.psj.2020.04.019
11. 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. *Environmental Science and Pollution Research International*. 2018;25(11):10611-10618. doi: 10.1007/s11356-018-1687-x
12. Arowolo MA, He J. Use of probiotics and botanical extracts to improve ruminant production in the tropics: A review. *Animal Nutrition*. 2018;4(3):241-249. doi: 10.1016/j.aninu.2018.04.010
13. Cheng J, Laitila A, Ouwehand AC. *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* HN019 Effects on Gut Health: A Review. *Frontiers in Nutrition*. 2021;8:790561. doi: 10.3389/fnut.2021.790561
14. Cheng J, Ouwehand AC. Gastroesophageal reflux disease and probiotics: a systematic review. *Nutrients*. 2020;12(1):132. doi: 10.3390/nu12010132
15. Dev K, Begum J, Biswas A, Mir NA, Singh J, Prakash R, Sonowal J, Bharali K, Tomar S, Kant R, Ahlawat N. Hepatic transcriptome analysis reveals altered lipid metabolism and consequent health indices in chicken supplemented with dietary *Bifidobacterium bifidum* and mannan-oligosaccharides. *Scientific Reports*. 2021;11(1):17895. doi: 10.1038/s41598-021-97467-1
16. 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. *Veterinary World*. 2018;11(10):1416-1422. doi: 10.14202/vetworld.2018.1416-1422
17. Fallico V, Rea M, Stanton C, Ilestam N, McKinney J. Next-generation multiparameter flow cytometry assay improves the assessment of oxidative stress in probiotics. *Food Microbiology*. 2020;91:103501. doi: 10.1016/j.fm.2020.103501

18. Galdeano CM, Cazorla SI, Dumit JML, Vélez E, Perdigón G. Beneficial effects of probiotic consumption on the immune system. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2019;74(2):115-124. doi: 10.1159/000496426
19. Gong L, Wang B, Mei X, Xu H, Qin Y, Li W, Zhou Y. Effects of three probiotic *Bacillus* on growth performance, digestive enzyme activities, antioxidative capacity, serum immunity, and biochemical parameters in broilers. *Animal Science Journal*. 2018;89(11):1561-1571. doi: 10.1111/asj.13089
20. Khan S, Moore RJ, Stanley D, Chousalkar KK. The gut microbiota of laying hens and its manipulation with prebiotics and probiotics to enhance gut health and food safety. *Applied and Environmental Microbiology*. 2020;86(13):e00600-e00620. doi: 10.1128/AEM.00600-20
21. Khaziakhmetov F, Khabirov A, Avzalov R, Tsapalova G, Tagirov K, Giniyatullin S, Andreeva A, Gafarova F, Gafarov F. Effects of *paenibacillus*-based probiotic (*Bacispecin*) on growth performance, gut microflora and hematology indices in goslings. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2018;13(8):6541-6545.
22. Krysiak K, Konkol D, Korczyński M. Overview of the use of probiotics in poultry production. *Animals (Basel)*. 2021;11(6):1620. doi: 10.3390/ani11061620
23. Makrgeorgou A, Leonardi-Bee J, Bath-Hextall FJ, Murrell DF, Tang ML, Roberts A, Boyle RJ. Probiotics for treating eczema. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;11(11):CD006135. doi: 10.1002/14651858.CD006135.pub3
24. O'Morain VL, Chan YH, Williams JO, Alotibi R, Alahmadi A, Rodrigues NP, Plummer SF, Hughes TR, Michael DR, Ramji DP. The Lab4P consortium of probiotics attenuates atherosclerosis in LDL receptor deficient mice fed a high fat diet and causes plaque stabilization by inhibiting inflammation and several pro-atherogenic processes. *Molecular Nutrition and Food Research*. 2021;65(17):e2100214. doi: 10.1002/mnfr.202100214
25. Ragan MV, Wala SJ, Goodman SD, Bailey MT, Besner GE. Next-generation probiotic therapy to protect the intestines from injury. *Frontiers in Cellular Infection Microbiology*. 2022;12:863949. doi: 10.3389/fcimb.2022.863949
26. Reuben RC, Roy PC, Sarkar SL, Alam RU, Jahid IK. Isolation, characterization, and assessment of lactic acid bacteria toward their selection as poultry probiotics. *BMC Microbiology*. 2019;19(1):253. doi: 10.1186/s12866-019-1626-0
27. Roth N, Käsbohrer A, Mayrhofer S, Zitz U, Hofacre C, Domig KJ. The application of antibiotics in broiler production and the resulting antibiotic resistance in *Escherichia coli*: A global overview. *Poultry Science*. 2019;98(4):1791-1804. doi: 10.3382/ps/pey539
28. Tako E, Glahn RP, Knez M, Stangoulis JCR. The effect of wheat prebiotics on the gut bacterial population and iron status of iron deficient broiler chickens. *Nutrition Journal*. 2014;13:58. doi: 10.1186/1475-2891-13-58
29. Vieco-Saiz N, Belguesmia Y, Raspoet R, Auclair E, Gancel F, Kempf I, Drider D. Benefits and inputs from lactic acid bacteria and their bacteriocins as alternatives to antibiotic growth promoters during food-animal production. *Frontiers in Microbiology*. 2019;10:57. doi: 10.3389/fmicb.2019.00057
30. Wendel U. Assessing viability and stress tolerance of probiotics-a review. *Frontiers in Microbiology*. 2022;12:818468. doi: 10.3389/fmicb.2021.818468

Информация об авторах:

Александра Федоровна Гулиц, соискатель, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29, тел.: 8-987-861-31-29.

Елена Петровна Мирошникова, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Биотехнология животного сырья и аквакультуры», Оренбургский государственный университет, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13, тел.: 8-987-862-98-86.

Сергей Александрович Мирошников, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, главный 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, д. 29, тел.: 8(3532)30-81-70; ректор, Оренбургский государственный университет, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13, тел.: 8(3532)77-67-70.

Марина Сергеевна Мингазова, ассистент кафедры «Биотехнология животного сырья и аквакультуры», Оренбургский государственный университет, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13, тел.: 8-922-853-24-46.

Information about the authors:

Aleksandra F Gulits, Applicant, Federal Scientific Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 9 Yanvaryaya St., 29, Orenburg, 460000, tel.: 8-987-861-31-29.

Elena P Miroshnikova, Dr. Sci. (Biology), Professor, Head of the Department of Biotechnology of Animal Raw Materials and Aquaculture, Orenburg State University, 13 Pobedy Ave, Orenburg, 460018, tel.: 8-987-862-98-86.

Sergey A Miroshnikov, Dr. Sci. (Biology), RAS Corresponding Member, Chief Researcher of the Department of Feeding for Farm Animals and Feed Technology named after Leushin SG, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 9 Yanvaryaya St., 29, Orenburg, 460000, tel.: 8(3532)30-81-70; Rector, Orenburg State University, 13 Pobedy Ave, Orenburg, 460018, tel.: 77-67-70.

Marina S Mingazova, Assistant of the Department of Biotechnology of Animal Raw Materials and Aquaculture, Orenburg State University, 13 Pobedy Ave, Orenburg, 460018, tel.: 8-922-853-24-46.

Статья поступила в редакцию 16.10.2023; одобрена после рецензирования 16.11.2023; принята к публикации 11.12.2023.

The article was submitted 16.10.2023; approved after reviewing 16.11.2023; accepted for publication 11.12.2023.