

17. Kong C., Duan C., Zhang S. et al. Effects of Co-Modification by Extrusion and Enzymatic Hydrolysis on Physicochemical Properties of Black Wheat Bran and Its Prebiotic Potential // Foods. 2023. № 12(12). P. 2367. <https://doi.org/10.3390/foods12122367>
18. Matuszewski A., Łukasiewicz M., Niemiec J. et al. Calcium Carbonate Nanoparticles-Toxicity and Effect of In Ovo Inoculation on Chicken Embryo Development, Broiler Performance and Bone Status // Animals (Basel). 2021. № 11(4). P. 932. <https://doi.org/10.3390/ani11040932>
19. Mir NA, Rafiq A., Kumar F. et al. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. J Food Sci Technol. 2017. № 54(10). P. 2997–3009. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2789-z>
20. Mottet A., Tempio G. Global poultry production: current state and future outlook and challenges // World's Poultry Science Journal. 2017. № 73. P. 1–12. <https://doi.org/10.1017/S0043933917000071>
21. Roye C., Henrion M., Chanvrier H. et al. Extrusion-Cooking Modifies Physicochemical and Nutrition-Related Properties of Wheat Bran // Foods. 2020. № 9(6). P. 738. <https://doi.org/10.3390/foods9060738>
22. Zare-Sheibani A.A., Arab M., Zamiri M.J. et al. Effects of extrusion of rice bran on performance and phosphorous bio-availability in broiler chickens // J Anim Sci Technol. 2015. № 57. P. 26. <https://doi.org/10.1186/s40781-015-0059-z>

Поступила в редакцию 21.06.2024

Принята к публикации 05.07.2024

УДК 547.745:542.91:615.014.43

DOI: 10.31857/S2500208224060194, EDN: WSNCSK

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕТАБОЛИТНОГО ПРОБИОТИКА БИОСИБ МЕТАПРО НА ПОКАЗАТЕЛИ БЕЛКОВОГО ОБМЕНА У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Александр Николаевич Швыдков^{1,2}, доктор сельскохозяйственных наук

Ольга Игоревна Себежко¹, кандидат биологических наук

Анна Ивановна Калмыкова¹, доктор биологических наук

Юлия Александровна Гуляева², кандидат химических наук

Александр Дмитриевич Ткачёв^{1,2}, аспирант

Полина Евгеньевна Кожевникова^{1,2}, магистрант

Диана Алексеевна Александрова¹, аспирант

Виктория Валерьевна Домнышева¹, аспирант

¹ФГБОУ ВО Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Россия

²ООО ПО «Сиббиофарм», Новосибирская обл., Россия

E-mail: humertrack@mail.ru

Аннотация. В работе изучено влияние метаболитного пробиотика (метанпробиотик) Биосиб МЕТАПРО, разработанного на основе комплекса культур *Bifidobacterium longum* и *Lactobacillus plantarum* в ООО ПО «Сиббиофарм» на показатели белкового обмена у цыплят-бройлеров. Исследование проводили на цыплятах кросса Росс 308 с 6- до 35-дневного возраста контрольной и трех опытных групп, которым дополнительно выпаивали Биосиб МЕТАПРО в разных дозах. Количественную оценку показателей белкового обмена в сыворотке крови птицы осуществляли фотометрически с помощью наборов реагентов Вектор-Бест. Содержание общего белка, альбумина, глобулина, соотношения альбумин/глобулин, активность аланинаминотрансферазы (АлТ) и аспартатаминотрансферазы (АсТ), коэффициента де Ритиса и креатинина у цыплят-бройлеров находились в общепринятых границах физиологической нормы для птицы данного возраста или отклонялись незначительно. Статистический анализ выявил влияние метанпробиотика на общий белок, А/Г соотношение, АлТ, АсТ, коэффициент де Ритиса и креатинин. Наиболее выраженные изменения наблюдали у цыплят, получавших Биосиб МЕТАПРО в дозе 0,05%. Максимальное число различий установлено между контрольной и первой опытной (Биосиб МЕТАПРО – 0,05%) группами. При выпаивании препарата в этой дозировке у цыплят-бройлеров повышается уровень общего белка на 9,97 г/л, изменяется А/Г соотношение, увеличивается активность АлТ на 1,32 ммоль/л·ч, уменьшается АсТ на 3,76 ммоль/л·ч, нормализуется коэффициент де Ритиса и повышается уровень креатинина на 13,2 мкмоль/л ($p < 0,05$). Результаты исследования демонстрируют положительное действие метаболитного пробиотика Биосиб МЕТАПРО на белковый обмен у цыплят-бройлеров, что может способствовать повышению эффективности и устойчивости производства мяса птицы.

Ключевые слова: метанпробиотик, цыплята-бройлеры, кросс Росс 308, белковый обмен

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF THE METABOLITIC PROBIOTIC BIOSIB METAPRO ON PROTEIN METABOLISM INDICATORS IN BROILER CHICKENS

A.N. Shvydkov^{1,2}, *Grand PhD in Agricultural Sciences*

O.I. Sebezhko¹, *PhD in Biological Sciences*

A.I. Kalmykova¹, *Grand PhD in Biological Science*

Yu.A. Gulyaeva², *PhD in Chemical Science*

A.D. Tkachev^{1,2}, *PhD Student*

P.E. Kozhevnikova^{1,2}, *Master Student*

D.A.Alexandrova¹, PhD Student

V.V. Domnysheva¹, PhD Student

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

²PA Sibbiopharm LLC, Novosibirsk region, Russia

E-mail: humertrack@mail.ru

Abstract. The paper presents data on the study of the influence of the metabolic probiotic (metaprobiotic) Biosib METAPRO, developed based on a complex of cultures *Bifidobacterium longum* and *Lactobacillus plantarum* at LLC "Sibbiopharm", on the indicators of protein metabolism in broiler chickens. The study was conducted on Ross 308 cross chickens from 6 days to 35 days of age, using four groups: control and three experimental groups, to which Biosib METAPRO was additionally administered in different doses. The quantitative assessment of protein metabolism indicators in the blood serum of birds was performed photometrically using Vector-Best reagent kits. It was established that the levels of total protein, albumin, globulin, albumin/globulin ratio, alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), de Ritis coefficient, and creatinine in broiler chickens were within the generally accepted physiological norms for birds of this age or showed insignificant deviations. Statistical analysis revealed a significant influence of the metaprobiotic on total protein, A/G ratio, ALT, AST, de Ritis coefficient, and creatinine. The most pronounced changes were observed in chickens receiving Biosib METAPRO at a dose of 0.05%. The greatest number of differences was found between the control and the 1st experimental (Biosib METAPRO at a dose of 0.05%) groups. When administering the preparation at this dosage to broiler chickens, the level of total protein increases by 9.97 g/l, there is a change in A/G ratio, an increase in ALT activity by 1.32 mmol/l·h, a decrease in AST by 3.76 mmol/l·h, normalization of the de Ritis coefficient, and an increase in the level of creatinine by 13.2 µmol/l ($p < 0.05$). The results of the study demonstrate the positive influence of the metabolic probiotic Biosib METAPRO on protein metabolism in broiler chickens, which may contribute to increasing the efficiency and sustainability of poultry meat production.

Keywords: metaprobiotics, broiler chickens, cross Ross 308, protein metabolism

Птицеводство в Российской Федерации — один из ключевых секторов сельского хозяйства, обеспечивающий значительную часть потребности населения в мясе птицы. [15] В 2020 году уровень самообеспеченности России мясом птицы превысил 100%, что позволило наращивать экспортные поставки. В 2023 году производство мяса птицы всех видов снизилось на 0,1% — до 5,3 млн т из-за сложной экономической ситуации и вспышек птичьего гриппа. [9] Требуется разработка методов, направленных на повышение скорости роста птицы, снижение заболеваемости, сохранности поголовья и получения экологически безопасной продукции. Широкое и бесконтрольное внедрение в практику птицеводческих хозяйств различных антибиотиков привело к возникновению резистентных к ним штаммов бактерий-возбудителей болезней инфекционной этиологии. Поиск альтернатив антибиотикам — актуальная задача современного промышленного птицеводства.

Один из эффективных и устойчивых подходов повышения продуктивности и здоровья птицы — использование пробиотиков и метапробиотиков. [3, 14] Такие препараты способствуют пищеварению и метаболизму, что ведет к более эффективному усвоению питательных веществ и улучшению общего состояния животных, а также повышению качества продукции и снижению вредных выбросов, делая птицеводство экологичным. [5, 19] При использовании пробиотиков снижается необходимость в антимикробных средствах, что важно для обеспечения безопасности пищевых продуктов и предотвращения развития резистентности к антибиотикам. Пробиотики также поддерживают сбалансированный микробиом кишечника, который играет решающую роль в функционировании иммунной системы и профилактике заболеваний. [17] Структура микробиома влияет на деструкцию микотоксинов, усвояемость аминокислот, синтез органических кислот, витаминов. [4] Использование метапробиотиков изменяет биохимический состав крови. [8] Наиболее важные — белковые фракции, так как дефицит белоксодержащих компонентов лимитирует метаболизм животных, в том числе сельскохозяйственной птицы. [2] Полипептиды составляют основу структуры органов и систем, из аминокис-

лот образуется множество биохимических веществ, необходимых для превращений в организме. [16]

Пищевые белки расщепляются эндогенными пищеварительными ферментами до ди- или трипептидов и свободных аминокислот в просвете тонкой кишки, затем всасываются в кровь и лимфу через эпителиальные клетки кишечника с помощью различных транспортеров. [18, 19] Микроорганизмы участвуют не только в катаболизме белков, но и анаболизме аминокислот, особенно незаменимых. [12] Метапробиотики регулируют эти процессы, обеспечивая поступление экзогенных протеаз, аминокислот и пептидных переносчиков, снижая содержание токсичных веществ в продуктах питания. [13, 20] Основной механизм их действия — модуляция состава кишечных микроорганизмов путем их колонизации и исключения патогенных микроорганизмов. [1]

Цель работы — оценка влияния метаболитного пробиотика (метапробиотик) Биосиб МЕТАПРО, разработанного на основе комплекса культур *Bifidobacterium longum* и *Lactobacillus plantarum* в ООО ПО «Сиббиофарм» на показатели белкового обмена у цыплят-бройлеров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2022–2024 годах на кафедре ветеринарной генетики и биотехнологии ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ и опытным участке производственного объединения ООО ПО «Сиббиофарм», клинические испытания на цыплятах-бройлерах кросса Росс 308 — в сентябре–декабре 2023 года в условиях птицеводческого предприятия Кемеровской области.

Препарат Биосиб МЕТАПРО разработан на основе пробиотических штаммов лакто- и бифидобактерий (*Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactococcus lactis*).

Цыплят в суточном возрасте распределили по методу аналогов на группы (n=230) — контрольную и три опытные. Продолжительность эксперимента — 42 дн. В работе использовали методику проведения науч-

Таблица 1.

Схема опыта

Группа (n = 230)	Фактор
Контроль	Полнорацционный комбикорм по фазам выращивания (ПК)
Первая	ПК + препарат Биосиб МЕТАПРО – 0,05%
Вторая	ПК + препарат Биосиб МЕТАПРО – 0,1%
Третья	ПК + препарат Биосиб МЕТАПРО – 0,2%

ных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. [6]

Птицам скармливали полноценный рацион с учетом рекомендаций поставщиков кросса и норм ВНИ-ТИП по фазам выращивания. Цыплятам опытных групп дополнительно выпаивали препарат Биосиб МЕТАПРО в различных дозах, согласно схеме опыта, с 6- до 35-дневного возраста курсами по пять дней с двухдневным перерывом (табл. 1).

Условия содержания цыплят-бройлеров всех групп были одинаковыми с соблюдением зоогигиенических норм, плотность посадки – 15 гол./м². Кормили птицу полнорацционным комбикормом производства ООО «Комбикормовый завод VEGA».

Параметры показателей сыворотки крови определяли на биохимическом полуавтоматическом анализаторе Photometer 5010V5+ (ROBERT RIELE GmbH & Co KG, Германия), содержание белковой фракции – с помощью реактивов, производимых АО «Вектор-Бест», (Новосибирская обл., Россия), концентрацию общего белка – биуретовым методом, альбуминов – бромкрезоловым. На основании полученных данных рассчитали глобулины и альбумин-глобулиновый коэффициент. Активность аланинаминотрансферазы (АлТ) и аспарагинаминотрансферазы (АсТ) измеряли по Райтману-Френкелю, креатинина – методом Яффе. Коэффициент де Ритиса находили из отношения АсТ к АлТ.

Исходные данные были проверены на соответствие нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка. В случае нормального распределения брали стандартные методы описательной статистики, где были получены среднее арифметическое ($\bar{X}$), ошибка среднего арифметического ($\pm Sx$) для каждого из параметров, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации.

Межгрупповые сравнения проводили однофакторным дисперсионным анализом с дальнейшим апостериорным (метод Данна) с использованием критерия

Тьюки. При распределении признаков отличающимся от нормального применяли критерий Краскера-Уоллиса, учитывали поправку Холма. Данные статистически обрабатывали в программах Excel и среде R studio.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении показателей белкового обмена у цыплят-бройлеров в большинстве случаев распределение признаков было нормальным (табл.2).

Отличным от нормального было содержание альбуминов в третьей опытной группе, соотношение альбуминов к глобулинам во второй, активность аспаратаминотрансферазы (АсТ) в контроле. Для признаков с нормальным распределением представлены стандартные показатели описательной статистики (табл. 3, 4).

Значения общего белка в сыворотке крови всех цыплят-бройлеров находились в пределах общепринятой физиологической нормы (25...40 г/л). У птиц второй группы отмечено незначительное снижение до 21,42 г/л. Нормальный диапазон содержания альбуминов у здоровых цыплят-бройлеров – 20...34% общего белка сыворотки крови. Во всех группах птицы медиана альбумина была в указанном диапазоне, доля глобулинов (кроме второй) превосходила альбумины. Наибольшие значения глобулинов – в первой группе, альбумин-глобулинового соотношения – второй.

Норма альбумин-глобулинового соотношения у цыплят-бройлеров – 0,8:1,3. В первой и третьей группах отмечается его снижение из-за высокого уровня глобулинов.

Оценка активности ферментов – важный показатель при изучении белкового обмена, позволяет судить о регуляции и гомеостазе биохимических процессов, необходимых для синтеза, распада и утилизации белков в организме. [7] При оценке ферментативного статуса изучили активность АлТ и АсТ, которые играют центральную роль в промежуточном обмене аминокислот, катализируя обратимый перенос аминокислот между аминокислотами и оксокислотами, обеспечивая поддержание гомеостаза аминокислот и их доступность для синтеза белков.

У птиц имеются существенные отличия в интерпретации активности ферментов крови, по сравнению с млекопитающими. Например, АлТ не считается печеночно-специфичным ферментом у птиц. Полученные нами данные по активности ферментов переаминирования соотносятся с данными других исследователей. [11]

Таблица 2.

Результаты тестирования на нормальность распределения показателей белкового обмена сыворотки крови цыплят-бройлеров – критерий Шапиро-Уилка (SWp)

Показатель	Группа			
	первая	вторая	третья	контроль
Общий белок, г/л	0,90702 (0,449)	0,78005 (0,3738)	0,90343 (0,4291)	0,89326 (0,3738)
Альбумины, г/л	0,87691 (0,2955)	0,94108 (0,6736)	0,74644 (0,02758)	0,96208 (0,8224)
Глобулины, г/л	0,92131 (0,5384)	0,95243 (0,7546)	0,79639 (0,0757)	0,97786 (0,9229)
Соотношение альбумины/глобулины	0,995019 (0,7386)	0,72961 (0,0196)	0,87072 (0,2693)	0,9002 (0,6898)
Аланинаминотрансфераза (АлТ), ммоль/л*ч	0,92484 (0,5616)	0,92776 (0,5812)	0,9645 (0,8389)	0,8481 (0,1672)
Аспарагинаминотрансфераза (АсТ), ммоль/л*ч	0,90777 (0,4543)	0,88693 (0,3419)	0,92715 (0,5771)	0,6713 (0,04681)
Коэффициент де Ритиса	0,70636 (0,1145)	0,82347 (0,1242)	0,9539 (0,9261)	0,92257 (0,5487)
Креатинин, мкмоль/л	0,8431 (0,2129)	0,9426 (0,8932)	0,9312 (0,762)	0,8917 (0,5396)

Таблица 3.

Содержание и изменчивость показателей белкового обмена в сыворотке крови цыплят-бройлеров с метапробиотиком Биосиб МЕТАПРО

Группа	Me	IQR	Вариацион- ный размах	Me	IQR	Вариацион- ный размах
Общий белок, г/л			Альбумины, г/л			
Первая	33,6	5,88	11,2	12,1	6,73	8,81
Вторая	21,42	5,18	16,8	10,84	2,65	10,1
Третья	27,2	5,32	13,02	9,21	3,67	12,71
Контроль	25,06	4,34	6,16	10,47	3,4	7,51
Глобулины, г/л			Соотношение А/Г			
Первая	20,7	6,85	10,0	0,63	0,394	0,6845
Вторая	10,2	9,97	22,89	0,99	1,05	4,8831
Третья	15,7	1,03	7,42	0,57	0,18	0,9452
Контроль	13,6	3,69	11,85	0,9	0,25	2,0526
АлТ ммоль/л*ч			АсТ ммоль/л*ч			
Первая	2,20	4,00	4,204	4,7	0,26	1,00
Вторая	6,00	2,272	4,605	4,96	0,52	0,82
Третья	1,50	0,701	1,302	7,82	4,02	7,08
Контроль	0,70	1,502	1,902	8,46	0,2	1,52
Коэффициент де Ритиса			Креатинин, мкмоль/л			
Первая	2,12	5,73	6,77	48,3	8,4	10,8
Вторая	0,74	0,65	1,02	38,33	1,6	8,4
Третья	4,11	1,502	4,328	33,88	4,6	13,4
Контроль	12,1	16,2	24,984	31,43	2,7	20,3

Примечание. Me — медиана, IQR — межквартильный размах.

Таблица 4.

Показатели белкового обмена в сыворотке крови цыплят-бройлеров с метапробиотиком Биосиб МЕТАПРО

Группа	$\bar{x} \pm Sx$	σ	Cv, %	$\bar{x} \pm Sx$	σ	Cv, %
Общий белок, г/л			Альбумины, г/л			
Первая	34,05 ± 2,08	4,65	13,65	13,35 ± 1,79	3,99	29,88
Вторая	25,26 ± 3,14	7,02	27,79	11,83 ± 1,7	3,78	31,95
Третья	29,04 ± 2,33	5,22	17,98			
Контроль	24,08 ± 1,21	2,72	11,29	11,4 ± 1,32	2,96	25,94
Глобулины, г/л			Соотношение А/Г			
Первая	20,7 ± 1,93	4,32	20,87	0,68 ± 0,123	0,28	41,17
Вторая	13,42 ± 3,1	7,02	52,3			
Третья	16,72 ± 1,3	2,9	17,34	0,76 ± 0,168	0,38	49,97
Контроль	12,67 ± 1,98	4,43	34,96	1,1 ± 0,2	0,45	40,1
АлТ ммоль/л · ч			АсТ ммоль/л · ч			
Первая	2,56 ± 0,47	1,06	41,4	4,7 ± 0,17	0,17	3,6
Вторая	5,38 ± 0,86	1,92	35,68	4,79 ± 0,16	0,16	3,34
Третья	1,62 ± 0,101	0,23	14,19	6,56 ± 1,38	1,37	20,88
Контроль	1,101 ± 0,13	0,28	27,72			
Коэффициент де Ритиса			Креатинин, мкмоль/л			
Первая	3,78 ± 0,57	1,28	33,86	46,0 ± 2,24	4,99	10,84
Вторая	1,01 ± 0,07	0,16	15,54	37,72 ± 2,24	3,25	8,61
Третья	4,01 ± 0,46	1,05	26,18	33,88 ± 1,46	5,18	15,28
Контроль	13,74 ± 3,39	7,68	55,89	32,81 ± 3,47	7,76	23,65

Примечание. $\bar{x} \pm Sx$ — среднее арифметическое отклонение и его ошибка, σ — среднее квадратическое, Cv — коэффициент вариации.

Таблица 5. Влияние фактора метапробиотика Биосиб МЕТАПРО на уровень показателей белкового обмена у цыплят-бройлеров

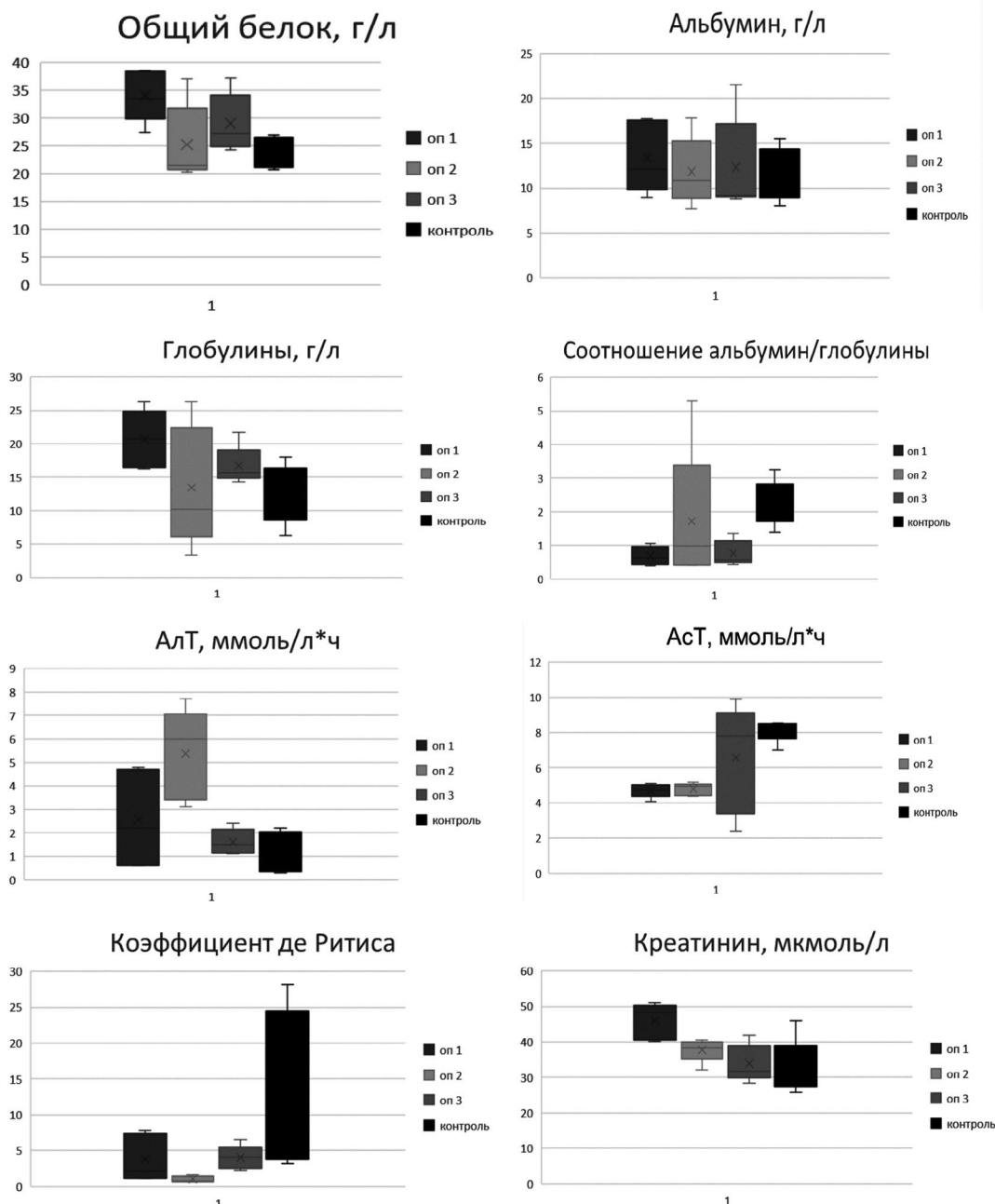
Показатель	Вариация признака	SS	df	Средний квадрат	F	p-value
Общий белок	Между группами	302,51	3	100,8391	3,8129	0,03092*
	Внутри групп	423,14	16	25,4468		
Глобулины	Между группами	201,2	3	67,05	2,091	0,142
	Внутри групп	513,1	16	32,07		
	Внутри групп	167889	16	10493		
АлТ	Между группами	0,6177	3	0,20591	8,103	0,00165 *
	Внутри групп	0,4066	16	0,02541		
Коэффициент де Ритиса	Между группами	465,56	3	155,18	4,85	0,01376*
	Внутри групп	511,56	16	31,97		
Креатинин	Между группами	535,56	3	178,52	5,8077	0,006973*
	Внутри групп	491,81	16	30,73		

Примечание. df — число степеней свободы, SS — сумма квадратов, F — критерий Фишера, * p < 0,05 — статистически значимые различия (то же в табл. 7, 8).

Для оценки взаимодействия трансаминаз используют коэффициент де Ритиса (соотношение уровней АсТ/АлТ), который в норме равен 1,33±0,42. В нашем исследовании его величина повышена в контроле, в первой и третьей группах есть незначительное отклонение от оптимального соотношения.

Определение концентрации креатинина в сыворотке крови позволяет судить об объеме мышечной массы, а также скорости распада белков в организме птицы и оценить интенсивность конечных этапов белкового обмена. [10]

У птиц нет орнитинового цикла образования мочевины из-за отсутствия фермента карбамилфосфатсинтетазы, мочевины появляется в крови только при шоке или критической гиповолюмии. В работах разных авторов содержатся противоречивые данные об уровне мочевины в крови. Поэтому для оценки влияния метапробиотика на особенности протекания белкового обмена у цыплят-бройлеров был выбран креатинин. Пока не сложилось единого мнения об изменении его концентрации у цыплят в зависимости от возраста.



Диаграммы размаха показателей белкового обмена в сыворотке крови цыплят-бройлеров с метапробиотиком Биосиб МЕТАПРО.

Значения и среднее арифметическое креатинина варьировали в границах нормальных для цыплят данной возрастной группы. Рекомендуемый диапазон креатинина – 20...87 мкмоль/л.

Представленные на рисунке диаграммы размаха изучаемых показателей белкового обмена демонстрируют наибольшую фенотипическую изменчивость по АлТ, АсТ и коэффициенту де Ритиса. Сходство отмечается по альбумину.

Однофакторным дисперсионным анализом (табл. 5) для показателей с нормальным распределением выявлены межгрупповые отличия по общему белку, АлТ, коэффициенту де Ритиса и креатинину.

Межгрупповые отличия для признаков с распределением отличным от нормального (А/Г соотношения и АсТ) оценивали с помощью критерия Краскера-Уоллеса (табл. 6).

Таблица 6.

Влияние фактора метапробиотика Биосиб МЕТАПРО на показатели белкового обмена у цыплят-бройлеров (критерий Краскера-Уоллеса)

Показатель	H	df	p-value
Альбумин	0,6	3	0,8964
А/Г соотношение	8,32	3	0,03974*
Аспаратаминотрансфераза	7,8343	3	0,04956*

Примечание. H – критерий Краскера-Уоллеса, df – число степеней свободы, P>0,05 – отсутствие статистически значимых различий между группами.

Таблица 7.

Попарные сравнения групп цыплят-бройлеров по показателям белкового обмена (тест Тьюки)

Показатель	контроль – первая	контроль – вторая	контроль – третья	первая – вторая	первая – третья	вторая – третья
Общий белок	4,33 (0,033)*	0,51 (0,98)	2,15 (0,447)	3,82 (0,0674)	2,17 (0,4377)	1,64 (0,658)
Глобулин	3,16 (0,154)	0,29 (0,996)	1,59 (0,677)	2,87 (0,217)	1,57 (0,688)	1,3 (0,79)
АлТ	2,17 (0,439)	6,37 (0,001) *	0,77 (0,946)	4,9 (0,04)*	1,39 (0,757)	5,59 (0,005)
Коэффициент де Ритиса	3,93 (0,057)	5,03 (0,012) *	3,84 (0,065)	1,09 (0,865)	0,09 (0,999)	1,18 (0,834)
Креатинин	6,31 (0,00837)*	1,07 (0,187)	0,43 (0,989)	3,33 (0,125)	4,88 (0,015)*	1,54 (0,7)

Таблица 8.

Попарные сравнения групп цыплят-бройлеров по показателям белкового обмена (тест Данна)

Показатель	контроль – первая	контроль – вторая	контроль – третья	первая – вторая	первая – третья	вторая – третья
Альбумин	0,64 (0,521)	0,16 (0,43)	0,05 (0,47)	0,48 (0,635)	0,69 (0,487)	0,21 (0,83)
А/Г соотношение	2,61 (0,008)*	1,76 (0,07)	2,35 (0,01)*	0,85 (0,392)	0,267 (0,789)	0,58 (0,55)
АсТ	2,56 (0,01)*	2,25 (0,024)*	1,49 (0,34)	0,32 (0,74)	1,06 (0,28)	0,74 (0,45)

Апостериорные сравнения для признаков с нормальным распределением установлены по общему белку (между контрольной группой и первой), АлТ (между контрольной и второй, первой и второй), коэффициенту де Ритиса (между контрольной и второй), креатинину (между контрольной и первой, первой и третьей) (табл. 7).

Апостериорные сравнения для признаков с негоссовским распределением отмечены по А/Г соотношению (контрольная группа – первая и третья), АсТ (контрольная – первая и вторая) (табл. 8).

Таким образом, установили влияние фактора метапробиотика на показатели белкового обмена: общий белок, альбумин-глобулиновое соотношение, АлТ, АсТ, коэффициент де Ритиса, креатинин. Наибольшее число различий отметили между контрольной и первой опытной (Биосиб МЕТАПРО – 0,05%) группами. У цыплят-бройлеров повысился уровень общего белка на 9,97 г/л, изменилось А/Г соотношение, активность АлТ увеличилась на 1,32 ммоль/л·ч, АсТ уменьшилась – 3,76 ммоль/л·ч, нормализовался коэффициент де Ритиса и повысился уровень креатинина на 13,2 мкмоль/л. Рост уровня общего белка демонстрирует активацию белоксинтетических процессов. Разнонаправленные изменения трансаминаз отражают вовлечение в метаболический ответ на применение Биосиб МЕТАПРО реакции углеводного обмена, повышение уровня АлТ – скорость использования аминокислотных остатков в процессах биосинтеза глюкозы, уменьшение АсАТ – снижение доли соединений белковой природы, вовлекаемых в цикл трикарбоновых кислот. Повышение уровня креатина демонстрирует активацию белкового обмена на его заключительных этапах, указывает на прямую взаимосвязь с мышечной массой. Аналогичные изменения активности ферментов вызывает выпаивание Биосиб МЕТАПРО – 0,2%, применение его в дозе 0,1% так же действует на величину А/Г соотношения и креатинина.

Выводы. Метапробиотик Биосиб МЕТАПРО оказывает стимулирующее воздействие на все этапы белкового обмена у цыплят-бройлеров. Повышаются уровень общего белка, А/Г соотношение, АлТ, креатинин ($p < 0,05$). Наиболее эффективен метапробиотик в дозе 0,05%.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Габалов К.П., Стремоусов В.М., Гритчин А.В. и др. Биохимические показатели крови цыплят в норме и при инфекционной патологии // Инфекционные болезни животных и антимикробные средства, Саратов, 10 ноября 2016 года. Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2016. С. 71–76. EDN: XCKJZF.
2. Деменева А.Е., Требухов А.В., Бурцева С.В. Профилактика нарушения белкового обмена у цыплят // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (222). С. 79–85.
3. Джамбулатова К.Д. Состояние обмена веществ у цыплят-бройлеров на фоне применения пробиотиков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (99). С. 245–248.
4. Йылдырым Е.А., Ильина Л.А., Тюрина Д.Г. и др. Чем заменить антибиотики в птицеводстве? // Птицеводство. 2020. № 9. С. 41–46.
5. Лунева А.В. Влияние кормовой микробной добавки на мясную продуктивность цыплят-бройлеров и качество мяса птицы / Аграрный вестник Урала. 2021. № 10 (213). С. 55–64.
6. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Молекулярно-генетические методы определения микрофлоры кишечника / Под общей ред. В.И. Фисинина. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2013. 52 с.
7. Морозов И.Н., Себежко О.И., Тарасенко Е.И., Климанова Е.А. Фенотипическая изменчивость активности ферментов полновозрастных овцематок романовской породы в условиях Кузбасса // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 6. С. 61–65.
https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_6_61
8. Никулин В.Н. и др. Особенности азотистого и минерального обмена у кур под действием пробиотика и соли йода // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (99). С. 352–358.
9. Савкина Л. Рынок мяса птицы: итоги 2023 года [Электронный ресурс] // Ценовик: [сайт]. Режим доступа: <https://www.tsenovik.ru/articles/obzory-i-prognozy/rynok-myasa-ptitsy-itogi-2023-goda/?ysclid=lxradygtsx801385642>. Дата обращения: 21.06.2024.
10. Себежко О.И., Нарожных К.Н., Коновалова Т.В. и др. Влияние генотипа быков-производителей голштинской

породы на уровень некоторых показателей азотистого обмена потомства в условиях Западной Сибири // Вестник НГАУ. 2020. № 1(54). С. 72–81.

<https://doi.org/10.31677/2072-6724-2020-54-1-72-81>

11. Харлап С.Ю., Дерхо М.А. Характеристика адаптационного потенциала цыплят кросса «Ломан-белый» // Агропродовольственная политика России. 2015. № 6(42). С. 62–67. EDN: UJUSRZ.
12. Abdallah A, Elemba E, Zhong Q, Sun Z. Gastrointestinal Interaction between Dietary Amino Acids and Gut Microbiota: With Special Emphasis on Host Nutrition // Curr. Protein Pept. Sci. 2020; 21(8): 785–798. PMID: 32048965 Review. <https://doi.org/10.2174/1389203721666200212095503>
13. Fan P., Li L., Rezaei A. et al. Metabolites of Dietary Protein and Peptides by Intestinal Microbes and their Impacts on Gut. Curr. Protein Pept. Sci. 2015; 16(7): 646–54. PMID: 26122784 Review.
14. <https://doi.org/10.2174/1389203716666150630133657>
15. Krysiak K., Konkol D., Korczyński M. Overview of the use of probiotics in poultry production // Animals. 2021. T. 11. № 6. С. 16–20.
16. Kuznetsova A. R. et al. Key factors in the development of the poultry industry in the Russian Federation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2019. T. 315. № 2. С. 022096.
17. Sebezhko O.I., Mayer R.V., Tarasenko E.I. et al. Protein status of holstinated black and white cattle // Bio web of conferences: International Scientific and Practical Conference “Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture” (FSRAABA 2021), Tyumen, 19–20 июля 2021 года. Tyumen: EDP Sciences, 2021. P. 06023. EDN: EKWHJH.
18. Smolovskaya O., Pleshkov V., Zubova T., Bormina L. Probiotics in Industrial Poultry Farming // American Journal of Animal and Veterinary Sciences. 2023. Vol. 18, No. 1. P. 1–8. <https://doi.org/10.3844/ajavsp.2023.1.8>. EDN: MQAKZG.
19. Vertiprakhov V.G. et al. The Exocrine Pancreatic Function in Chicken (Gallus Gallus L.) Fed Diets Supplemented with Different Vegetable Oils // Agricultural Biology. 2020. T. 55. № 4. С. 726–737.
20. Wang J, Ji H. Influence of Probiotics on Dietary Protein Digestion and Utilization in the Gastrointestinal Tract // Curr. Protein Pept. Sci. 2019. N. 20(2). P. 125–131. PMID: 29769003 Review. <https://doi.org/10.2174/1389203719666180517100339>
21. Zhang K, Wang N, Lu L, Ma X. Fermentation and Metabolism of Dietary Protein by Intestinal Microorganisms // Curr Protein Pept Sci. 2020. No. 21(8). P. 807–811. PMID: 32048966 Review. <https://doi.org/10.2174/1389203721666200212095902>
- Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 1 (99). С. 245–248.
4. Jyldyrym E.A., Il'ina L.A., Tyurina D.G. i dr. Сhem zame-nit' antibiotiki v pticevodstve? // Pticevodstvo. 2020. № 9. С. 41–46.
5. Luneva A.V. Vliyanie kormovoj mikrobnj dobavki na myas-nuyu produktivnost' cyplyat-brojlerov i kachestvo myasa pticy /Agrarnyj vestnik Urala. 2021. № 10 (213). С. 55–64.
6. Metodika provedeniya nauchnyh i proizvodstvennyh issledo-vanij po kormleniyu sel'skhozaystvennoj pticy. Molekulyar-no-geneticheskie metody opredeleniya mikroflory kishechni-ka / Pod obshchej red. V.I. Fisina. Sergiev Posad : VNITIP, 2013. 52 s.
7. Morozov I.N., Sebezhko O.I., Tarasenko E.I., Klimanova E.A. Fenotipicheskaya izmenchivost' aktivnosti fermentov polnovozrastnyh ovcematok romanovskoj породы v usloviyah Kuzbassa // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2022. T. 36, № 6. С. 61–65. EDN: BCMXUI. https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_6_61
8. Nikulin V.N. i dr. Osobennosti azotistogo i mineral'nogo ob-mena u kur pod dejstviem probiotika i soli joda // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 1 (99). С. 352–358.
9. Savkina L. Rynok myasa pticy: itogi 2023 goda [Elektronnyj resurs] // Cenovik: [sajt]. Rezhim dostupa: <https://www.tse-novik.ru/articles/obzory-i-prognozy/rynok-myasa-ptitsy-itogi-2023-goda/?ysclid=lxradygtsx801385642>. Data obrash-cheniya: 21.06.2024.
10. Sebezhko O.I., Narozhnyh K.N., Konovalova T.V. i dr. Vli-yanie genotipa bykov-proizvoditelej golshitsinskoj породы na uroven' nekotoryh pokazatelej azotistogo obmena potomstva v usloviyah Zapadnoj Sibiri // Vestnik NGAU. 2020. № 1(54). С. 72–81. EDN: EAIYQZ. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2020-54-1-72-81>
11. Harlap S.Yu., Derho M.A. Harakteristika adaptacionnogo potentsiala cyplyat krossa “Loman-belyj” // Agroprodo-vol'stvennaya politika Rossii. 2015. № 6(42). С. 62–67. EDN: UJUSRZ.
12. Abdallah A, Elemba E, Zhong Q, Sun Z. Gastrointestinal In-teraction between Dietary Amino Acids and Gut Microbiota: With Special Emphasis on Host Nutrition // Curr. Protein Pept. Sci. 2020. No. 21(8). P. 785–798. PMID: 32048965 Re-view. <https://doi.org/10.2174/1389203721666200212095503>
13. Fan P., Li L., Rezaei A. et al. Metabolites of Dietary Protein and Peptides by Intestinal Microbes and their Impacts on Gut. Curr. Protein Pept. Sci. 2015. No. 16(7). P. 646–54. PMID: 26122784 Review. <https://doi.org/10.2174/1389203716666150630133657>
14. Krysiak K., Konkol D., Korczyński M. Overview of the use of probiotics in poultry production // Animals. 2021. T. 11. № 6. С. 16–20.
15. Kuznetsova A.R. et al. Key factors in the development of the poultry industry in the Russian Federation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2019. T. 315. № 2. С. 022096.
16. Sebezhko O.I., Mayer R.V., Tarasenko E.I. et al. Protein sta-tus of holstinated black and white cattle // Bio web of con-ferences: International Scientific and Practical Conference “Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture” (FSRAABA 2021), Tyu-men, 19–20 iyulya 2021 goda. Tyumen: EDP Sciences, 2021. P. 06023. EDN: EKWHJH.
17. Smolovskaya O., Pleshkov V., Zubova T., Bormina L. Pro-biotics in Industrial Poultry Farming // American Journal of

REFERENCES

1. Gabalov K.P., Stremousov V.M., Gritchin A.V. i dr. Biohi-micheskie pokazateli krovi cyplyat v norme i pri infekcionnoj patologii // Infekcionnye bolezni zhivotnyh i antimikrobnye sredstva, Saratov, 10 noyabrya 2016 goda. Saratov: Saratovskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. N.I. Vavilova, 2016. С. 71–76. EDN: XCKJZF.
2. Demeneva A.E., Trebuhov A.V., Burceva S.V. Profilaktika na-rusheniya belkovogo obmena u cyplyat // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 4 (222). С. 79–85.
3. Dzhambulatova K.D. Sostoyanie obmena veshchestv u cy-plyat-brojlerov na fone primeneniya probiotikov // Izvestiya

- Animal and Veterinary Sciences. 2023. Vol. 18, No. 1. P. 1–8. <https://doi.org/10.3844/ajavsp.2023.1.8>.
18. Vertiprakhov V. G. et al. The Exocrine Pancreatic Function in Chicken (*Gallus Gallus* L.) Fed Diets Supplemented with Different Vegetable Oils // *Agricultural Biology*. 2020. T. 55. № 4. S. 726–737.
19. Wang J, Ji H. Influence of Probiotics on Dietary Protein Digestion and Utilization in the Gastrointestinal Tract // *Curr. Protein Pept. Sci.* 2019. No. 20(2). P. 125–131. PMID: 29769003 Review. <https://doi.org/10.2174/1389203719666180517100339>
20. Zhang K, Wang N, Lu L, Ma X. Fermentation and Metabolism of Dietary Protein by Intestinal Microorganisms // *Curr Protein Pept Sci.* 2020. No. 21(8). P. 807–811. PMID: 32048966 Review. <https://doi.org/10.2174/1389203721666200212095902>

Поступила в редакцию 28.06.2024

Принята к публикации 12.07.2024

УДК 636.92.082.2

DOI: 10.31857/S2500208224060205, EDN: WSLZKM

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА КРОЛИКОВ ПОРОДЫ БЕЛЫЙ ВЕЛИКАН ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ

Тамара Константиновна Карелина, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: 0000-0001-8360-0877

Екатерина Александровна Стрельцова, младший научный сотрудник, ORCID: 0000-0002-8007-7010

Тамара Викторовна Тюгаева, младший научный сотрудник, ORCID: 0000-0002-4996-6549

Глеб Юрьевич Косовский, член-корреспондент РАН, ORCID: 0000-0003-3808-3086

Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства имени В.А. Афанасьева, пос. Родники, Раменский р-н, Московская обл., Россия

E-mail: niipzk@mail.ru

Аннотация. В статье представлены материалы первой классной комплексной научной работы в отечественном кролиководстве. На основе рационального использования генетического потенциала кроликов породы белый великан и ее совершенствования создана новая порода. Разработаны способы оценки самцов и самок по комплексу признаков с применением современных молекулярно-генетических методов. Крольчих оценивали по материнскому инстинкту, плодовитости, количеству выращенных крольчат к отсадке, числу сосков, молочности, живой массе помета при рождении и отсадке, самцов — по репродуктивным качествам, воспроизводительной способности покрытых ими крольчих, стабильности генома с использованием микроядерного теста. По результатам проведенной многолетней селекции выведена новая порода кроликов Великородская белая. Экономическая целесообразность заключается в обеспечении независимости фермеров от поставок племенного материала из-за рубежа.

Ключевые слова: кролик, селекция, порода, белый великан, стабильность генома, микроядерный тест, репродуктивные функции, воспроизводительная способность, материнские качества крольчих, семейства, линии, показатели продуктивности

RATIONAL USE OF THE GENETIC POTENTIAL OF THE DOMESTIC SELECTION WHITE GIANT BREED

T.K. Karelina, PhD in Agricultural Sciences

E.A. Streltsova, Junior Researcher

T.V. Tyugaeva, Junior Researcher

G.Yu. Kosovsky, Corresponding Member of the RAS

Scientific Research Institute of Fur — Bearing Animal Breeding and Rabbit Breeding named after V.A. Afanasev, Rodniki village, Ramenskoye district, Moscow region, Russia

E-mail: niipzk@mail.ru

Abstract. The article presents the first rank-based, complex scientific development in Russian rabbit breeding. The results of the new rabbit breed creation are given on the basis of rational use of the genetic potential of White Giant rabbits and its improvement. New ways of estimating bucks and does based on a complex of features and modern molecular-genetic methods were developed for the accelerated creation of a new rabbit population. The first of its kind were rank-based evaluation according to rabbits' maternal instinct, rank-based evaluation according to the rabbits' complex of maternal traits (maternal instinct, fertility, the number of raised rabbits to weaning, the number of teats, lactation, and the live weight of the litter at birth and weaning), and rank-based evaluation according to the bucks traits complex, which included the reproductive qualities assessment, reproductive ability of mated does, and the micronucleus test's assessment of the bucks genome stability. The multi-year selection results led to the creation of the new Russian rabbit breed, Velikorodskaya White, which can replace imports. The economic reason for the creation of the highly productive Russian rabbit breed is to ensure the independence of Russian farmers from the supply of imported breeding material.

Keywords: rabbit, breeding, breed, White Giant, genome stability, micronucleus test, reproductive functions, reproductive ability, maternal qualities of does, families, lines, productivity indicators